



**REPÚBLICA DE CHILE – MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE VIALIDAD REPÚBLICA ARGENTINA – MINISTERIO DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD**

PROYECTO RGT-T2878

REFUNCIONALIZACIÓN INTEGRAL DEL PASO SISTEMA CRISTO REDENTOR

ANTECEDENTES DE LICITACIÓN

IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



ANTECEDENTES DE LICITACIÓN

IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ÍNDICE

IV.I. ESPECIFICACIONES GENERALES

IV.II. ESPECIFICACIONES AMBIENTALES GENERALES

IV.III. ESPECIFICACIONES AMBIENTALES ESPECIALES

IV.IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESPECIALES



**REPÚBLICA DE CHILE – MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE VIALIDAD REPÚBLICA ARGENTINA – MINISTERIO DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD**

PROYECTO RGT-T2878

REFUNCIONALIZACIÓN INTEGRAL DEL PASO SISTEMA CRISTO REDENTOR

ANTECEDENTES DE LICITACIÓN

IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS IV.I. ESPECIFICACIONES GENERALES



ANTECEDENTES DE LICITACIÓN

IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

IV.I. ESPECIFICACIONES GENERALES

ÍNDICE DE CONTENIDOS

IV.I.1.	INTRODUCCIÓN	1
IV.I.2.	TÉRMINOS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	1
IV.I.3.	SISTEMAS DE MEDIDAS	2
IV.I.4.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	2
IV.I.5.	ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE MATERIALES.....	3
IV.I.6.	ACCESO A LOS REGISTROS DEL CONTRATISTA	4
IV.I.7.	DEFICIENCIAS EN LA CONSTRUCCION DE LAS OBRAS	4
IV.I.8.	PRESENTACIÓN FINAL DE LAS OBRAS	5
IV.I.9.	INFORME PREVIO DE TOPOGRAFIA.....	5
IV.I.10.	COTAS DE PUNTOS DE REFERENCIA	6
IV.I.11.	NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CON MAQUINARIA PARA OBRAS.....	6
IV.I.11.1.1.	<i>Circulación de la maquinaria de obra y de camiones</i>	<i>6</i>
IV.I.11.1.2.	<i>Señalización</i>	<i>8</i>
IV.I.11.1.3.	<i>Prevención de daños y restauración en zonas contiguas a la obra y en otras de ocupación temporal</i>	<i>8</i>
IV.I.12.	ENSAYOS Y ANÁLISIS DE LOS MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA.....	9
IV.I.13.	PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	11
IV.I.14.	ACCESO A LAS OBRAS	11
IV.I.15.	EXPLOSIVOS Y EQUIPOS PARA EXPLOSIVOS.....	12
IV.I.16.	EQUIPOS, MAQUINARIAS Y MEDIOS AUXILIARES A APORTAR POR EL CONTRATISTA..	13
IV.I.17.	VIGILANCIA DE LAS OBRAS	15
IV.I.18.	REPOSICIONES	15
IV.I.19.	REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DEL TERRENO	15
IV.I.20.	RESPONSABILIDADES Y OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA.....	16
IV.I.21.	SUBCONTRATOS	16
IV.I.22.	TERRENOS DISPONIBLES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.	17
IV.I.23.	EMPRÉSTITOS.....	17
IV.I.24.	PROGRAMA DE OBRAS	17
IV.I.25.	INFORME DE FICHA DE INGRESO DE LA OBRA.....	17
IV.I.26.	INSTALACIÓN DE FAENAS	18

IV.I.27.	CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LOS LETREROS DE IDENTIFICACION DE LAS OBRAS	18
IV.I.28.	ESPECIFICACIONES GENERALES PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	18
IV.I.29.	MEDICIONES DE DEFLEXIÓN	20
IV.I.30.	ESPECIFICACIONES PARA INSTALACIONES, LABORATORIO Y OFICINAS.	21
IV.I.31.	ESPECIFICACIONES PARA PROGRAMA DE TRABAJO COMPLEMENTARIO	22
IV.I.32.	BOTADEROS.....	22
IV.I.33.	MANTENCIÓN DEL BALIZADO Y PUNTOS DE REFERENCIA.	23
IV.I.34.	GASTOS INCLUIDOS EN LOS PRECIOS UNITARIOS.....	23
IV.I.35.	MEDICIÓN Y PAGO EN TRABAJOS SUBTERRÁNEOS	23
IV.I.35.1.	CRITERIOS DE ABONO EN LOS EXCESOS O DEFECTOS GENERADOS DURANTE LA EXCAVACIÓN	24
IV.I.35.2.	TRAMIFICACIÓN DE SECCIONES TIPO DE SOSTENIMIENTO	27
IV.I.35.3.	APLICACIÓN DE REFUERZOS	28
IV.I.35.4.	TRATAMIENTOS ESPECIALES.....	28

IV.I.1. INTRODUCCIÓN

En este documento se presentan las Especificaciones Técnicas generales que regulan la construcción, el control, supervisión, medición y pago de las obras relativas a la Fase 1 del Proyecto de Refuncionalización Integral del Paso Sistema Cristo Redentor.

Estas Especificaciones Técnicas describen las normas, exigencias y procedimientos para que se opere dentro de los estándares de seguridad y funcionalidad en todos los trabajos de construcción. Estos documentos complementan lo indicado en los Planos del Proyecto; pero en caso de cualquier discrepancia con lo señalado en los Planos, será válido lo indicado en éstos.

Para el buen desarrollo de los trabajos, el Contratista dispondrá en obra de una copia completa de los citados Planos del proyecto, e igualmente de las Especificaciones Técnicas, y de todos los planos complementarios desarrollados por el Contratista o modificados por la Supervisión de Obra, junto con las instrucciones y especificaciones complementarias que pudieran acompañarlos.

En este documento se presentan los aspectos generales necesarios para el correcto funcionamiento de los trabajos, incluyéndose en las especificaciones técnicas especiales el análisis de las distintas unidades de abono agrupadas en partidas.

IV.I.2. TÉRMINOS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Las abreviaturas utilizadas en estas Especificaciones Técnicas, representan lo que se indica a continuación:

- f_c** : Resistencia característica a compresión de la lechada de cemento o del hormigón sobre probeta cilíndrica.
- f_y** : Límite de fluencia del acero de refuerzo.
- AASHTO** : *American Association of State Highway and Transportation Officials* o Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte.
- ACI** : *American Concrete Institute* o Instituto Americano del Hormigón.
- ANS** : *American National Standards Institute* o Instituto Nacional de Normalización Estadounidense.
- ASTM** : *American Society for Testing and Materials* ó Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.
- CIRSOC** : Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles.
- DME** : Depósito de Materiales Excedentes.
- EN** : *European Standard* o Normas Europeas.

IRAM	: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
ISO	: <i>International Organization for Standardization</i> u Organización Internacional de Normalización.
MOP	: Ministerio de Obras Públicas (Chile).
DNV	: Dirección Nacional de Vialidad (Argentina).
PETG	: Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de Argentina.
PCA	: <i>Portland Cement Association</i> o Asociación del Cemento Portland.
SI	: Sistema Internacional de Unidades.

IV.1.3. SISTEMAS DE MEDIDAS

En la **Tabla IV.1.3.I** se muestran las unidades de medida utilizadas y sus símbolos, correspondientes al Sistema Internacional de Unidades (SI).

IV.1.4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los principales documentos normativos empleados como referencias en la elaboración de las presentes Especificaciones Técnicas han sido los siguientes:

- ◆ Normas IRAM del Instituto Argentino de Normalización y Certificación de Argentina.
- ◆ Normas NCh. del Instituto Nacional de Normalización chileno.
- ◆ Pliego de Especificaciones Técnicas Generales 1998, Vialidad Nacional (Argentina).
- ◆ Manual de Carreteras 2017 (MC), Dirección de Vialidad, MOP (Chile).
- ◆ Reglamento CIRSOC 201 (Argentina).
- ◆ Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Pavimentos de Hormigón, Vialidad Nacional (Argentina).
- ◆ Normas VN-E de Ensayo de la Dirección Nacional de Vialidad de Argentina.
- ◆ Normas ASTM (USA).
- ◆ Normas y estándares americanos AASHTO (USA).
- ◆ Normas ISO de la Organización Internacional de Normalización.
- ◆ Normas EN de la Comunidad Europea.

SÍMBOLO	UNIDAD DE MEDIDA	MAGNITUD FÍSICA
m	metro	Longitud
kg	kilogramo	Masa
s	segundo	Tiempo
m ²	metro cuadrado	Área
m ³	metro cúbico	Volumen
m ³ -km	metro cúbico por kilometro	Volumen por distancia
kg/m ³	Kilogramo por metro cúbico	Densidad
m/s	Metro por segundo	Velocidad
N	Newton (Kg.m/s ²)	Fuerza
Pa	Pascal (N/m ²)	Presión
J	Joule (N.m)(Julio)	Energía, trabajo
°C	Grado Celsius	Temperatura
°	grado angular	Ángulo plano
min	minuto	Tiempo
h	hora	Tiempo
d	día	Tiempo
l	litro	Volumen
ton	Tonelada métrica	Masa
ha	hectárea	Área

Tabla IV.1.3.I.- Unidades de medida consideradas de forma general en el Proyecto.

IV.1.5. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE MATERIALES

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista, por lo que es de su responsabilidad la selección de los mismos y de las fuentes de aprovisionamiento del Proyecto; teniendo en cuenta que los materiales deben cumplir con todos los requisitos de calidad exigidos en estas Especificaciones Técnicas y requerimientos establecidos en los Estudios Técnicos y Ambientales del Proyecto.

Los precios consignados en el presupuesto del Proyecto incluyen los costos de transportes, carga, descarga y cualquier otro costo que pudiera existir. El Contratista deberá conseguir oportunamente todos los materiales y suministros que se requieran para la construcción de las obras y mantendrá permanentemente un stock suficiente de ellos para no retrasar la ejecución de los trabajos, incluyendo los materiales de importación.

Los materiales serán almacenados de manera que se asegure la conservación de sus características y serán referenciados de modo que se facilite su rápida inspección.

En el almacenamiento de los materiales el Contratista garantizará las medidas de seguridad a fin de evitar accidentes que afecten físicamente a las personas que circulen en la obra.

Todos los materiales, tanto los transportados a obra como los generados durante el proceso constructivo, tienen que ser manejados en tal forma que conserven las características deseadas. Los agregados tienen que ser transportados desde el lugar de almacenaje o de producción hasta la obra en vehículos cubiertos, de tal modo que eviten la pérdida o segregación de los materiales después de haber sido medidos y cargados.

El transporte de los materiales debe realizarse con las medidas de seguridad apropiadas, según las normas vigentes y debe ser responsabilidad de personas competentes y autorizadas. Los medios empleados para el transporte de materiales deben ser adecuados a la naturaleza, tamaño, peso, frecuencia de manejo del material y distancia de traslado para evitar lesiones físicas en el personal encargado del traslado de los materiales y reducir el riesgo de accidentes durante el proceso de traslado.

Los equipos y vehículos de transporte de materiales deberán ser operados por personal autorizado y debidamente capacitado para ello.

Todo material rechazado por no cumplir con las especificaciones técnicas exigidas, deberá ser restituido por el Contratista.

IV.I.6. ACCESO A LOS REGISTROS DEL CONTRATISTA

La Supervisión de las Obras tendrá en todo momento acceso al libro de control de tiempo del Contratista, para comprobar diariamente el tiempo de la ejecución de las obras encomendadas, ya sea con el alistor de tiempo del Contratista o de otra manera.

IV.I.7. DEFICIENCIAS EN LA CONSTRUCCION DE LAS OBRAS

El Contratista deberá tener presente que la construcción de las obras, incluyendo los materiales incorporados, deberá cumplir con todos los requisitos establecidos en los documentos del Contrato. En caso contrario, el Contratista deberá rehacer por su cuenta las obras con deficiencias y/o ser multado cuando así corresponda.

IV.I.8. PRESENTACIÓN FINAL DE LAS OBRAS

Para la terminación, aseo y presentación final de las obras se exigirá al Contratista que una vez finalizada la faena de construcción, toda el área comprendida dentro de la faja del camino debe asearse y limpiarse, evitando la presencia de desechos de materiales u otros elementos, ya sean provenientes de la obra o depositados por terceros. Se deberán retirar todos los escombros, chatarra, acopios o cordones de materiales, instalaciones auxiliares y todo material que no forme parte de las obras mismas del proyecto, especialmente aquellos que puedan representar un peligro para la seguridad de los usuarios de la nueva infraestructura o de aquellas situadas en sus inmediaciones.

Los taludes de cortes y terraplenes deberán ser peinados y terminados de acuerdo con los perfiles indicados en el Proyecto. Los fosos, canales y cunetas, dentro de la faja del camino, deberán despejarse de escombros, derrumbes, suciedad y obstrucciones. Del mismo modo, todas las alcantarillas y demás obras de drenaje, se limpiarán adecuadamente para garantizar su funcionamiento en perfectas condiciones.

Se retirará toda la señalización provisoria de faenas y de los eventuales desvíos de tránsito, tratando éstos según lo indicado anteriormente, y restituyendo lo que corresponda.

En los caminos pavimentados las áreas revestidas deberán quedar completamente libres de materiales extraños, suciedad o polvo.

Todos los materiales desechados que resulten de las operaciones anteriormente descritas deberán trasladarse a botaderos autorizados, donde se dispondrán de acuerdo con lo señalado en las Especificaciones de tipo ambiental.

Del mismo modo, los empréstitos y botaderos utilizados por el Contratista deberán quedar ordenados, limpios y en conformidad con las disposiciones de este documento y cualquier otra de aplicación definida en las Especificaciones de tipo ambiental.

En caso de incumplimiento de estas disposiciones, la Supervisión de Obra ordenará la ejecución de los trabajos necesarios, los cuales serán pagados con cargo a las garantías del Contrato.

IV.I.9. INFORME PREVIO DE TOPOGRAFIA

Una vez ejecutada la reposición del eje vial, y previo a la realización de las obras, el Contratista deberá entregar un informe y planos con la ubicación y forma definitiva del eje del camino, el cual deberá corresponder al eje proyectado, con las coordenadas referidas al Sistema de Transporte de Coordenadas definido para el Proyecto. Este informe deberá ser entregado a la Supervisión de la Obra para su revisión y aprobación.

Los trabajos topográficos deberán realizarse cumpliendo con lo establecido en el Capítulo 2.300 del Volumen N° 2 del Manual de Carreteras chileno o en el Capítulo 10 de las Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial de la DNV argentina, según proceda.

En cuanto a la referenciación de las obras, el presente Proyecto incluye el detalle de su ubicación, cota y coordenadas en el Estudio de Topografía incluido en la Ingeniería Básica, así como en los Cuadros de Topografía que forman parte de estos Antecedentes de Licitación.

Será obligación del Contratista la reposición de cualquier elemento geodésico de apoyo faltante correspondiente a la topografía del proyecto, que se pudiera haber deteriorado o perdido en terreno. Además, es obligación del Contratista complementar la georreferenciación del proyecto, siempre que resulte necesario.

IV.I.10. COTAS DE PUNTOS DE REFERENCIA

En caso de inexistencia o deterioro de algún PR, éste se repondrá amarrándose a la cota del PR previo y siguiente, calculándose la cota con el promedio de las nivelaciones cerradas con ambos PRs de control. La precisión de cierre para las nivelaciones de PRs a una proximidad de 500 m, será de 1,0 cm. Estos PRs, serán monumentados en lugares no afectados por las obras, y siguiendo las indicaciones de la Supervisión de Obra.

En la situación de PRs ubicados en lugares donde se prevé que sean intervenidos por la ejecución de las obras, estos deben ser reemplazados por nuevos PRs ubicados en una posición segura.

IV.I.11. NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CON MAQUINARIA PARA OBRAS

IV.I.11.1.1. Circulación de la maquinaria de obra y de camiones

- ◆ La circulación de la maquinaria de obra, así como el transporte de materiales procedentes de desmontes o de préstamos, debe realizarse exclusivamente por el interior de los límites de ocupación de la zona de obras o sobre los itinerarios de acceso a los préstamos y a los depósitos reservados a tal efecto.
- ◆ El Contratista debe acondicionar las pistas de obra necesarias para la circulación de su maquinaria. Previamente deberá delimitar, mediante un jalonamiento y señalización efectivos la zona a afectar por el desbroce para las explanaciones y otras ocupaciones, estableciendo un adecuado control de accesos para evitar la circulación de vehículos ajenos a la obra en cualquier área de la traza. El jalonamiento debe mantenerse durante la realización de los trabajos de forma que permita una circulación permanente y su trazado no debe entorpecer la construcción de las obras de fábrica proyectadas. Al finalizar las obras, el Contratista debe asegurar el reacondicionamiento de los terrenos ocupados por los itinerarios de acceso a los préstamos y a los depósitos.

- ◆ El Contratista está obligado a mantener un control efectivo de la generación de polvo en el entorno de las obras, adoptando las medidas pertinentes, entre ellas:
 - ◆ Realizar periódicamente operaciones de riego sobre los caminos de rodadura y cuantos lugares estime necesarios la Dirección Ambiental de Obra; dos riegos diarios durante los períodos secos y un riego diario en la época más húmeda.
 - ◆ En la realización de voladuras, utilizar para el retacado material granular y tacos de arcilla, y retirar de la superficie el detritus originado por las distintas operaciones asociadas a las voladuras.
 - ◆ Retirar los lechos de polvo y limpiar las calzadas del entorno de actuación, utilizadas para el tránsito de vehículos de obra.
 - ◆ Emplear toldos de protección en los vehículos que transporten material pulverulento, o bien proporcionar a éste la humedad conveniente. Limitar su velocidad y evitar ese transporte en momentos de fuertes vientos.
- ◆ El cruce o el entronque de las pistas de obra con cualquier vía pública debe establecerse de acuerdo con la Administración responsable, y mantenerse limpios y en buen estado.
- ◆ En el caso de circulación de maquinaria y/o de camiones sobre obras de fábrica, el Contratista debe considerar si es necesario el reforzamiento de las estructuras y de los dispositivos de protección.
- ◆ Todo camino de obra que vadee directamente cursos de agua requerirá la construcción de pasos provisionales que eviten la turbidez de las aguas por el paso frecuente de maquinaria pesada. Dichos pasos deberán contar con la autorización pertinente del organismo regulador en cada caso.
- ◆ Con objeto de minimizar la emisión de gases contaminantes de la maquinaria de obra utilizada, se realizará un control de los plazos de revisión de motores de la misma.
- ◆ Con objeto de minimizar la emisión de ruido de la maquinaria de obra utilizada, se realizará un mantenimiento adecuado que permita el cumplimiento de la legislación vigente en materia de emisión de ruidos en maquinaria de obras públicas.
- ◆ El Contratista debe obtener las autorizaciones para circular por las carreteras, y procederá a reforzar las vías por las que circulará su maquinaria, o a reparar las vías deterioradas por la circulación de estas últimas. El Contratista deberá acatar las limitaciones de circulación que puedan imponerle las autoridades competentes y en particular: prohibición de utilizar ciertas vías públicas, itinerarios impuestos, limitaciones de peso, de gálibo o de velocidad, limitación de ruido, circulación en un sólo sentido, prohibición de cruce.

Al finalizar las obras, deberán restablecerse las calzadas y sus alrededores y las obras que las atraviesan, de acuerdo con las indicaciones de las autoridades competentes.

El Contratista debe obtener las autorizaciones necesarias de dichas autoridades, para cada infraestructura, antes de empezar la ejecución de cualquier operación que pueda afectar a la circulación, debiendo acatar las prescripciones particulares relativas a los períodos y amplitud del trabajo, al plan de obras y a las precauciones a considerar.

IV.I.11.1.2. Señalización

El Contratista debe asegurar a su cargo, el suministro, la colocación, el funcionamiento, el mantenimiento, así como la retirada y recogida al finalizar las obras, de los dispositivos de señalización y de seguridad vial que deben estar adaptados a la reglamentación en vigor y definidos de acuerdo con las autoridades competentes.

Estos dispositivos se refieren a:

- ◆ La señalización de obstáculos.
- ◆ La señalización vial provisional, en especial en las intersecciones entre las pistas de obras y las vías públicas.
- ◆ La señalización e indicación de los itinerarios de desvío impuestos por la ejecución de las obras que necesiten la interrupción del tráfico, o por la ejecución de ciertas operaciones que hacen necesario el desvío provisional de la circulación.
- ◆ Los diversos dispositivos de seguridad vial.

IV.I.11.1.3. Prevención de daños y restauración en zonas contiguas a la obra y en otras de ocupación temporal

El Contratista queda obligado a un estricto control y vigilancia de las obras para no amplificar el impacto de la obra en sí por actuaciones auxiliares como: apertura de caminos de obra provisionales, áreas de préstamos, depósitos temporales o definitivos o vertidos indiscriminados de imposible retirada posterior, ateniéndose en todos los casos a la clasificación del territorio de Zonas excluidas, restringidas y admisibles, según la definición contenida en el proyecto. Para ello, el Contratista, acompañando a la solicitud de autorización para apertura de caminos provisionales, vertedero o para ocupación de terrenos, presentará a la Supervisión de las Obras un plan que incluya:

- ◆ Delimitación exacta del área a afectar por las obras, previo replanteo.
- ◆ Prevención de dispositivos de defensa de vegetación, riberas y cauces de agua.
- ◆ Delimitación de zonas de proyección o derrame de materiales. Las proyecciones y derrames serán evitados especialmente sobre las laderas aguas abajo de la obra ya que su posterior retirada es difícil y costosa.

Desocupado el lugar y corregidas las formas si fuera el caso, se extenderá la tierra vegetal previamente acopiada y se repondrá la cubierta vegetal anterior o la que determine la Supervisión de las obras.

IV.I.12. ENSAYOS Y ANÁLISIS DE LOS MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA

Formando parte de la documentación del Proyecto redactado, el Contratista incluirá el “Plan de ensayos” correspondiente a las obras, en el que incluirá el 100 % de los ensayos recogidos en las Especificaciones Técnicas del Proyecto y aquellos que pudieran exigirse en el Contrato.

En dicho Plan se definirá el alcance en cuanto a controles de plantas y de suministros, así como el tipo e intensidad de ensayos de control de calidad a realizar en todas las unidades de obra susceptibles de ello.

Asimismo, comprenderá la realización de ensayos de compactación de rellenos así como los ensayos previos que justifiquen la adecuada calidad de los materiales que los conforman, con una intensidad suficiente para poder garantizar en todas y cada una de las tongadas el cumplimiento de las condiciones exigidas en las especificaciones de cada unidad de obra.

El mismo alto nivel de intensidad deberá ser contemplado en lo relativo a los hormigones, determinando consistencias y rompiendo probetas en diversos plazos para poder determinar, en cada uno de los elementos ejecutados, el cumplimiento de las exigencias del Proyecto.

En las demás unidades de obra, el Contratista se comprometerá a incluir en el Plan la realización de ensayos suficientes para poder garantizar la calidad exigida.

Del mismo modo, se recogerán los ensayos y demás verificaciones que garanticen la calidad idónea de los suministros en lo relacionado especialmente con los elementos de tipo prefabricado.

Además de esos ensayos, la Supervisión de Obra puede ordenar que se verifiquen los ensayos y análisis de materiales y unidades de obra que en cada caso resulten pertinentes y fijará el número, forma y dimensiones y demás características que deben reunir las muestras y probetas para cada ensayo y análisis, caso de que no exista disposición general al efecto, ni en la Especificaciones Técnicas especiales se establezcan tales datos.

El Contratista deberá disponer de un laboratorio, ya sea comercial o a pie de obra, con los medios necesarios de personal y material. La Supervisión de las Obras tendrá, de forma permanente, libre acceso al mismo. Los laboratorios comerciales estarán acreditados en las áreas de actividad para las que han sido contratados. Para laboratorios a pie de obra se exigirá la acreditación del laboratorio matriz en las áreas de actividad para las que han sido contratados, y la aplicación del sistema de calidad del laboratorio matriz.

Este laboratorio debe permitir como mínimo la realización de los ensayos definidos a continuación:

- ◆ Suelos: Ensayos de determinación de materia orgánica, granulometría, límites de Atterberg, equivalentes de arena, peso específico, contenido de sulfatos y cloruros solubles, Proctor Normal y modificado, CBR de laboratorio, humedad y densidad in situ y placa de carga.
- ◆ Material tratado con cemento: granulometría, contenido de cemento y agua en la mezcla, densidad in situ y placa de carga.
- ◆ Áridos: Ensayos de granulometría, equivalentes de arena, caras fracturadas, coeficiente forma, peso específico y absorción de agua, coeficiente de desgaste de Los Ángeles y Micro Deval, estabilidad al sulfato y reactividad a los álcalis del cemento.

Cementos: Recepción, transporte y ensacado, ensayos de fraguado y estabilidad de volumen.

- ◆ Aceros: Recepción, identificación e inspección de las barras de acero.
- ◆ Hormigones: Toma de muestras de hormigón fresco, fabricación, conservación y ensayos de rotura de probetas a compresión y tracción indirecta, consistencia mediante cono de Abrams y análisis del agua para hormigones.

Los ensayos se realizarán según las prescripciones definidas en las Especificaciones Técnicas Especiales y según los métodos normalizados en vigor.

Los equipos del laboratorio deben permitir el secado de los materiales en estufa con una temperatura constante de ciento cinco grados CELSIUS (105 °C) durante un período de tiempo continuo mínimo de doce horas (12 h).

Salvo disposiciones contrarias aceptadas por la Supervisión de Obra, el Contratista tiene la obligación de disponer de núcleo-densímetros para la medición de las compactaciones y de placas de carga para medir módulos de deformación.

En caso de insuficiencia o de mal funcionamiento del laboratorio de obra, la Supervisión de Obra puede exigir que los ensayos se realicen en un laboratorio escogido por él, a cargo del Contratista, sin que éste pueda presentar reclamaciones en razón de los retrasos o de las interrupciones de las obras resultantes de esta obligación.

Los ensayos se efectuarán en presencia de vigilantes designados por la Supervisión de las Obras; el Contratista tiene la obligación de poner a la disposición de los representantes de las Vialidades unos locales de obra correctamente equipados (electricidad, calefacción, aire acondicionado, teléfono, agua, sanitario, y mobiliario funcional...).

Los resultados de todos estos ensayos, serán puestos en conocimiento de la Supervisión de Obra, inmediatamente después de su obtención en impresos normalizados que deberán ser propuestos por el Contratista al inicio de las obras.

Los resultados de todos estos ensayos, así como los datos de control geométrico, deberán ser entregados a la Supervisión de Obra por parte del Contratista de forma mensual, o con la frecuencia que el primero designe en función de la evolución y exigencias de las distintas unidades de obra.

IV.I.13. PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Todas las obras proyectadas deben ejecutarse sin interrumpir el tránsito en el vial Cristo Redentor, para lo cual el Contratista propondrá de forma previa al inicio de las obras, las medidas pertinentes. La ejecución se programará y realizará de manera que las molestias que se deriven a los usuarios del vial en servicio, sean mínimas.

En todo caso el Contratista adoptará las medidas necesarias para la perfecta regulación del tráfico y, si las circunstancias lo requieren, la Supervisión de las Obras podrá exigir a la Contrata incluso la colocación de semáforos.

El Contratista establecerá el personal de vigilancia competente y en la cantidad necesaria, para que impida toda posible negligencia e imprudencia que pueda entorpecer el tráfico o dar lugar a cualquier accidente en el vial en servicio (Cristo Redentor), siendo responsable el Contratista de los que, por incumplimiento de esta previsión, pudieran producirse.

El Contratista adoptará, asimismo, bajo su entera responsabilidad, todas las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones vigentes referentes al empleo de explosivos y a la prevención de accidentes, incendios y daños a terceros, y seguirá las instrucciones complementarias que pueda dar a este respecto, así como al acopio de materiales, la Supervisión de las Obras.

El Contratista queda obligado a no alterar con sus trabajos la seguridad de los usuarios del Paso Trasandino, los servicios de peajes y demás transportes públicos en explotación, así como las instalaciones de cualquier empresa a las que pudieran afectar las obras. Deberá para ello dar previo aviso y ponerse de acuerdo con las empresas para fijar el orden y detalle de ejecución de cuantos trabajos pudieran afectarles.

Los accesos que realice el Contratista para ejecutar las obras deberán ser compatibles con los plazos de obras parciales y totales que se aprueben contractualmente entre la Propiedad y la empresa adjudicataria de las obras.

IV.I.14. ACCESO A LAS OBRAS

Los caminos y accesos provisionales a los diferentes tajos serán construidos por el Contratista, bajo su responsabilidad y por su cuenta. La Supervisión de las Obras podrá pedir que todos o parte de ellos sean construidos antes de la iniciación de la construcción.

El Contratista quedará obligado a reconstruir por su cuenta todas aquellas obras, construcciones e instalaciones de servicio público o privado, tales como cables, aceras, cunetas, alcantarillado, etc., que se ven afectados por la construcción de los caminos, aceras y obras provisionales. Igualmente deberá colocar la señalización necesaria en los cruces o desvíos con carreteras nacionales o locales y retirar de la obra a su cuenta y riesgo, todos los materiales y medios de construcción sobrantes, una vez terminada aquélla, dejando la zona perfectamente limpia.

En todos los accesos a la obra, tanto para las zonas principales como en los accesos secundarios, se deberá contar con los dispositivos de señalización y balizamiento precisos para garantizar tanto la limitación del acceso, como el control de las personas que finalmente acceden a dichas obras.

Estos caminos o accesos provisionales estarán situados, en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso excepcional de que necesariamente hayan de producirse interferencias, las modificaciones posteriores para la ejecución de los trabajos serán a cargo del Contratista.

Conservación y uso

El Contratista conservará en condiciones adecuadas para su utilización los accesos y caminos provisionales de obra.

En el caso de caminos que deban ser utilizados por varios Contratistas, éstos deberán ponerse de acuerdo entre sí sobre el reparto de los gastos de su construcción y conservación, que se hará en proporción al tráfico generado por cada Contratista. La Supervisión de Obra, en caso de discrepancia, realizará el reparto de los citados gastos, abonando o descontando las cantidades resultantes, si fuese necesario, de los pagos correspondientes a cada Contratista.

Los caminos particulares o públicos usados por el Contratista para el acceso a las obras y que hayan sido dañados por dicho uso, deberán ser reparados por su cuenta.

La propiedad se reserva para sí y para los Contratistas a quienes pudiera encomendar trabajos complementarios tales como de reconocimiento, sondeos e inyecciones, suministros y montajes especiales, etc., el uso de todos los caminos de acceso construidos por el Contratista, sin colaborar en los gastos de conservación.

Ocupación temporal de terrenos para construcción de caminos de acceso a las obras.

Las autorizaciones necesarias para ocupar temporalmente terrenos para la construcción de caminos provisionales de acceso a las obras, no previstos en el Proyecto, serán gestionadas por el Contratista, quien deberá satisfacer por su cuenta las indemnizaciones correspondientes y realizar los trabajos para restituir los terrenos a su estado inicial tras la ocupación temporal.

IV.I.15. EXPLOSIVOS Y EQUIPOS PARA EXPLOSIVOS

En el caso de utilizar explosivos, el contratista tiene la obligación de respetar las prescripciones de seguridad en vigor. En particular el contratista debe tomar todas las precauciones necesarias para que el almacenamiento, la manipulación y el uso de los explosivos no representen ningún peligro para el personal o para terceros y no causen ningún daño a las propiedades y obras próximas.

En especial, debe estudiarse cuidadosamente el plan de tiro de manera que se evite todo riesgo de degradación de las obras y de los edificios existentes o en curso de construcción, de las carreteras, de las vías férreas y fluviales, de los cables de las canalizaciones enterradas o no, así como de las

líneas de transporte de energía eléctrica, etc. El Contratista debe realizar los ensayos y medidas de vibraciones necesarias.

En cualquier caso, el Contratista tiene la obligación de respetar la reglamentación relativa a explosivos y le corresponde obtener todas las autorizaciones administrativas necesarias.

Sin perjuicio de las autorizaciones conseguidas, el Contratista es responsable de todos los accidentes o daños que puedan resultar del uso de los explosivos.

El Contratista estará obligado a adoptar medidas protectoras de carácter ambiental, en cuanto a:

- ◆ Control de la generación de polvos en las entradas de los túneles y desmonte que requieran el empleo de barrenos y explosivos.
- ◆ Control de la onda expansiva en las voladuras: reducción de la longitud del cordón detonante, confinamiento de las cargas de explosivo con longitudes de retacado suficientes, disminución de las cargas por unidad de microrretardo, y dimensionamiento adecuado en la disposición de los barrenos.
- ◆ Realización de las voladuras en las horas y condiciones más adecuadas, en coordinación con la Dirección Ambiental de Obra.

IV.I.16. EQUIPOS, MAQUINARIAS Y MEDIOS AUXILIARES A APORTAR POR EL CONTRATISTA

Todos los aparatos de control y medida, maquinarias, herramientas y medios auxiliares que constituyen el equipo a aportar por el Contratista para la correcta ejecución de las Obras, serán reconocidos por la Supervisión de Obra a fin de constatar si reúnen las debidas condiciones de idoneidad, pudiendo rechazar cualquier elemento que, a su juicio, no reúna las referidas condiciones.

Los equipos de medición y ensayo deberán ser sometidos a verificaciones y/o calibraciones definidas por el fabricante. En el caso de no estar definidas dichas frecuencias, serán de aplicación los programas de calibración definidos por el usuario del equipo, si bien dichas frecuencias no podrán superar, en ninguno de los casos, las especificaciones mostradas en la **Tabla IV.I.16.I**.

TIPO	CALIBRACIÓN (**)	VERIFICACIÓN
Equipos de Topografía (*).	Anual	Mensual
CPN (Equipo de isótopos radiactivos).	Anual	Trimestral
Prensas, básculas, balanzas, manómetros, células de carga y anillos dinamométricos de laboratorio.	Anual	Según procedimientos internos
Resto de materiales de laboratorio.	Según procedimientos internos	Semestral
Básculas y contadores de plantas de hormigón.	Anual	Trimestral
Pesas patrón.	Cuatrienal	Según procedimientos internos
Sondas de temperatura en cámara húmeda	Según procedimientos internos	Trimestral

Tabla IV.1.16.I.- Umbrales establecidos para los programas de calibración de los equipos.

(*) Los GPS serán sometidos bianualmente a la revisión general del sistema GPS, comprobación de los circuitos electrónicos, elementos de radioenlace y antenas de medición.

Los equipos radiactivos se registrarán por su normativa específica y recomendaciones del fabricante.

(**) Es necesaria una calibración inmediatamente posterior a cada reparación y la verificación de todos los equipos fijos con cada cambio de ubicación.

Si durante la ejecución de las Obras, el Supervisor estimara que, por cambio en las condiciones de trabajo o cualquier otro motivo, el equipo aprobado no es idóneo al fin propuesto, podrá exigir su refuerzo o sustitución por otro más adecuado.

El equipo quedará adscrito a la Obra en tanto se hallen en ejecución las unidades en las que ha de utilizarse, no pudiéndose retirar elemento alguno del mismo sin consentimiento expreso de la Supervisión de Obra. En caso de avería deberán ser reparados los elementos averiados o inutilizados siempre que su reparación, por cuenta del Contratista, exija plazos que, a juicio del Supervisor, no alteren el "Programa de Trabajo" que fuera de aplicación. En caso contrario deberá ser sustituido el equipo completo.

En todo caso, la conservación, vigilancia, reparación y/o sustitución de los elementos que integren el equipo aportado por el Contratista, serán a su cuenta y cargo de forma exclusiva.

La maquinaria, herramientas y medios auxiliares que emplee el Contratista para la ejecución de los trabajos no serán nunca abonables, pues ya se ha tenido en cuenta al hacer la composición de los precios entendiéndose que, aunque en los Cuadros no figuren indicados de una manera explícita alguna o algunos de ellos, todos ellos se considerarán incluidos en el precio correspondiente.

Los medios auxiliares que garanticen la seguridad del personal operario son de exclusiva responsabilidad y cargo del Contratista.

IV.I.17. VIGILANCIA DE LAS OBRAS

La Supervisión de Obra establecerá la vigilancia de las obras que estime necesaria, designando al personal y estableciendo las funciones y controles a realizar.

El Contratista facilitará el acceso a todos los tajos y la información requerida por el personal asignado a estas funciones. Asimismo, el Supervisor, o el personal en que delegue, tendrá acceso a las fábricas, acopios, etc. de aquellos suministradores que hayan de actuar como subcontratistas, con objeto de examinar procesos de fabricación, controles, etc. de los materiales a enviar a obra.

IV.I.18. REPOSICIONES

Se entiende por reposiciones a las reconstrucciones de aquellas fábricas e instalaciones que haya sido necesario demoler para la ejecución de las obras, y deben de quedar en iguales condiciones que antes de la obra. Las características de estas obras serán iguales a las demolidas debiendo quedar con el mismo grado de calidad y funcionalidad.

El Contratista estará obligado a ejecutar la reposición de todos los servicios, siéndole únicamente de abono y a los precios que figuran en el Presupuesto, aquellas reposiciones que, a juicio de la Supervisión de la Obra, sean consecuencia obligada de la ejecución del proyecto contratado.

Todas las reparaciones de roturas o averías en los diversos servicios públicos o particulares, las tendrá, asimismo, que realizar el Contratista por su cuenta exclusiva, sin derecho a abono de cantidad alguna.

IV.I.19. REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DEL TERRENO

Con el fin de ir completando el conocimiento del terreno excavado y verificando el modelo geológico-geotécnico previsto en el Proyecto, el Contratista está obligado a ir tomando datos en todas las excavaciones que ejecute de las clases de terreno atravesadas, indicando los espesores y características de las diversas capas, así como los niveles freáticos y demás detalles que puedan interesar para definir estos terrenos, sus planos de contacto, o deslizamiento, buzamiento, etc.

Todos estos datos los recopilará y al final de la obra, antes de la recepción, los entregará a la Propiedad, junto con el perfil longitudinal geológico-geotécnico, y resto de planos y documentación de interés generada durante las obras.

IV.I.20. RESPONSABILIDADES Y OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA

Durante la ejecución de las obras proyectadas y de los trabajos complementarios necesarios para la realización de las mismas (instalaciones, aperturas de caminos, explotación de empréstitos, etc.) el Contratista será responsable de todos los daños y perjuicios, directos o 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 los trabajos. En especial, será responsable de los perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes de tráfico, debidos a una señalización insuficiente o defectuosa de las obras o imputables a él.

Además de cumplir todas las disposiciones vigentes y las que se dicten en el futuro, sobre materia laboral y social y de la seguridad en el trabajo, el empresario contratista deberá cumplir con carácter mínimo las siguientes prescripciones:

- a) Contar, en el ámbito del contrato de referencia, con el contrato de trabajo de todos sus empleados según el modelo oficial y de acuerdo con la legislación vigente.
- b) El Contratista se compromete a que todos los trabajadores, incluidos los de las empresas subcontratistas y autónomos, tengan información sobre los riesgos de su trabajo y de las medidas para combatirlos, y a vigilar su salud laboral periódicamente, acoplándolos a puestos de trabajo compatibles con su capacidad laboral.
- c) Los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a expropiaciones, si las hubiere, deberán ser obtenidos por el Contratista.

Observará, además, cuantas disposiciones le sean dictadas por el personal facultativo del Cliente o de las Vialidades involucradas en el Proyecto, encaminadas a garantizar la seguridad de los obreros sin que por ello se le considere relevado de la responsabilidad que, como patrono, pueda contraer y acatará todas las disposiciones que dicte dicho personal con objeto de asegurar la buena marcha de los trabajos.

IV.I.21. SUBCONTRATOS

Ninguna parte de la obra podrá ser subcontratada sin consentimiento previo, solicitado por escrito, de la Supervisión de las Obras. Dicha solicitud incluirá los datos precisos para garantizar que el subcontratista posee la capacidad suficiente para hacerse cargo de los trabajos en cuestión. La aceptación del subcontrato no relevará al Contratista de su responsabilidad contractual.

La Dirección de la Obra estará facultada para decidir la exclusión de aquellos subcontratistas que, previamente aceptados, no demuestren durante los trabajos poseer las condiciones requeridas para la ejecución de los mismos. El Contratista deberá adoptar las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de dichos subcontratos.

IV.I.22. TERRENOS DISPONIBLES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El Contratista podrá disponer de aquellos espacios adyacentes o próximos al tajo mismo de obra, expresamente recogidos en el proyecto como ocupación temporal, para el acopio de materiales, la ubicación de instalaciones auxiliares o el movimiento de equipos y personal.

Será de su cuenta y responsabilidad la reposición de estos terrenos a su estado original y la reparación de los deterioros que hubiera podido ocasionar en las propiedades.

Será también de cuenta del Contratista la provisión de aquellos espacios y accesos provisionales que, no estando expresamente recogidos en el proyecto, decidiera utilizar para la ejecución de las obras.

IV.I.23. EMPRÉSTITOS

La explotación de empréstitos deberá ceñirse a lo señalado sobre la materia en las Especificaciones Ambientales, así como en la Sección 5.003 del MC-V5, en la Sección 5.210 del MC-V5, en el Capítulo 9.700 del MC-V9, en la Parte I (punto D3) del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Obras Básicas y Calzadas de la Vialidad Nacional Argentina, y en estos Antecedentes de Licitación.

La información sobre empréstitos que se entrega en estos Antecedentes de Licitación, es meramente referencial. La responsabilidad sobre la búsqueda, localización, ubicación, permisos, apertura, usos, explotación y abandono de los empréstitos, es totalmente del Contratista.

IV.I.24. PROGRAMA DE OBRAS

El Contratista deberá programar la ejecución de las obras según las condiciones de operación del viario Cristo Redentor, trámites administrativos necesarios para ocupar los terrenos necesarios para el desarrollo de las obras, y demás requerimientos que pudieran exigir las Vialidades de los países afectados.

El Contratista deberá programar las faenas teniendo presente los tiempos que demandan estas gestiones administrativas.

IV.I.25. INFORME DE FICHA DE INGRESO DE LA OBRA

Además de lo señalado en los ítems IV.I.14 y IV.I.17, será obligación del Contratista la entrega de dicho Informe de la obra realmente ejecutada, ya sea con el alcance y formato referido, o cualquier otro de características análogas en cumplimiento de lo demandado por las respectivas Vialidades chilena y argentina.

El referido informe deberá ser entregado por el Contratista, directamente al Departamento de Gestión Vial de la Dirección de Vialidad correspondiente y deberá contar con el V°B° de la Supervisión de Obra del Contrato de Construcción.

IV.I.26. INSTALACIÓN DE FAENAS

El Contratista deberá considerar la instalación de faenas general para la obra, y cuantos campamentos específicos pudieran ser necesarios para facilitar la construcción y control de las obras objeto del presente Proyecto. Estos campamentos deberán considerar oficinas con baño, bodegas, talleres de trabajo, cámaras de curado, zonas de ensayos, etc., debidamente habilitados para prestar sus servicios, en conformidad con lo señalado en la partida IV.III.2 de las Especificaciones Técnicas Ambientales Especiales de este contrato, incluido su posterior desarme y retiro. El valor de estas instalaciones se encuentra incluido dentro del contrato.

IV.I.27. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LOS LETREROS DE IDENTIFICACION DE LAS OBRAS

Las características y especificaciones de los letreros de obras que el Contratista deberá colocar deberán establecerse de forma homogénea y compatible con las Normativas de señalización de las Vialidades afectadas, dependiendo del tramo en cuestión, para lo cual será necesario presentar una propuesta previa a la Supervisión de Obra y atender cuantos requerimientos y peticiones pudieran ser demandadas para cumplir con las exigencias de seguridad de ambos países.

IV.I.28. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

1. Unidad de Aseguramiento de la Calidad (UAC)

En relación a la jerarquía y posición del o de los integrantes de la Unidad de Aseguramiento de la Calidad, se deberá cumplir, además con lo siguiente:

El Encargado de la Unidad de Aseguramiento de la Calidad, deberá mantener permanentemente informado al profesional a cargo de la obra de la gestión realizada.

2. Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC)

En relación a la entrega de copias del Plan de la Calidad, deberá considerarse de manera simultánea a la entrega del Plan de Aseguramiento de Calidad al Inspector Fiscal, una copia a la Unidad de Calidad de la Subdirección de Obras impresa y en respaldo digital.

En relación al tiempo con que dispone el Contratista para dar solución a observaciones al Plan, éste dispondrá de un plazo de 15 días corridos para dar respuestas a las eventuales observaciones realizadas al Plan de Aseguramiento de la Calidad.

3. Inspección, Control y Ensayo

El Plan de Control y Ensayo deberá ser aprobado por el Laboratorio Nacional de Vialidad o Laboratorio Regional de Vialidad, según corresponda en forma previa a su implementación.

4. Control de Equipos de Medida y Ensayo

En “Control de Equipos de Medida y Ensayo”, se complementa con lo siguiente:

Método de calibración y verificación, Forma de registrar la calibración, Forma de registrar la verificación, Frecuencia de la calibración y Frecuencia de la verificación.

5. Cumplimiento de requisitos medioambientales

De acuerdo con lo indicado en las Especificaciones Técnicas Ambientales.

6. Cumplimiento de requisitos de prevención de accidentes del trabajo

El Contratista deberá elaborar el Programa de Prevención de Riesgo en conformidad con las disposiciones de las Bases de Prevención de Riesgos Laborales para Contratos de Ejecución de Obras Públicas de los países afectados. Dicho Programa deberá estar aprobado por la Inspección Fiscal, previo a su implementación.

7. Procedimientos de Trabajo

En “Procedimientos de Trabajo”, además de la información a considerar en cada procedimiento, se agregará lo siguiente:

- ◆ Objetivo del Procedimiento
- ◆ Alcance del Procedimiento
- ◆ Definiciones
- ◆ Registros
- ◆ Anexos

8. Auditorías Internas de Calidad

El Contratista deberá celebrar las correspondientes “Auditorías Internas de Calidad”, de acuerdo con las Bases para el Aseguramiento de Calidad que determine la Dirección de las Obras. La primera de ellas deberá celebrarse dentro de los primeros 30 días después de la aceptación del Plan de Calidad por parte del Inspector Fiscal. Las auditorías internas no podrán ser realizadas por personal de la misma obra.

9. Informe Final

El Informe final del Plan de la Calidad implementado, deberá ser entregado al Inspector Fiscal, con copia a la Unidad de Calidad de la Subdirección de Obras, en un plazo de 30 días a partir de la fecha de Recepción Provisoria de la Obra.

10. Consideraciones Finales

Si al término del contrato, la Dirección de Vialidad de los países involucrados en las Obras estiman, mediante la revisión de las auditorías internas así como de cualquier otra realizada propiamente por ambas Vialidades, que la implementación del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa Contratista ha sido deficiente o no existen evidencias de mejoramiento continuo en el transcurso de los servicios contratados, entonces la Dirección de ambas Vialidades se reservan el derecho de enviar un reclamo formal tanto, a la empresa certificadora como al organismo acreditador de la empresa certificadora, respecto de la apreciación como cliente del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa Constructora, avalado por los registros y documentos pertinentes.

IV.I.29. MEDICIONES DE DEFLEXIÓN

El Contratista deberá efectuar una deflectometría de impacto en toda la longitud del camino construido. Esta información deberá contener los siguientes antecedentes como mínimo:

Región

Nombre del Camino

Código del Camino

Pista medida

Kilómetros de inicio y fin de la medición (respecto al contrato y al balizado nacional)

Todos los topónimos relevantes a lo largo de la medición indicando su ubicación

Km (caso de cruces singulares del camino, alcantarillas, etc.).

Fecha de la medición

Los datos se entregarán en medios escritos y ópticos (CD o DVD).

Para efectuar la evaluación se considerará una carga de 50 kN, salvo que la Supervisión de las Obras especifique otro procedimiento.

Se entregarán los datos originales de la medición, deflexiones, temperaturas, y demás antecedentes, en el formato que será definido por el Supervisor. En todo caso, se tendrá en cuenta lo siguiente:

Las unidades de medición se realizarán en el Sistema Internacional.

El resultado del proceso debe venir en formato Excel, con el siguiente contenido:

◆ ARCHIVO DE SALIDA PARA EL DEFLECTOMETRO DE IMPACTO

◆ REGION:

◆ ROL DEL CAMINO:

- ◆ NOMBRE DEL CAMINO:
- ◆ SECCION TESTEADA:
- ◆ DIRECCIÓN:
- ◆ PRIMER PUNTO (KM):
- ◆ ULTIMO PUNTO (KM):
- ◆ PISTA:
- ◆ OPERADOR:
- ◆ SUPERFICIE:
- ◆ CLIMA:
- ◆ FECHA:

NOTA: La carga debe ser informada con 30 y 50 kN, salvo petición expresa de la Supervisión de Obra.

Se efectuarán 10 mediciones por cada kilómetro y en cada pista del camino. En los pavimentos de hormigón las mediciones se efectuarán en el centro de la losa y además se efectuarán 10 mediciones para determinar transferencia de carga por cada kilómetro y pista. Se entregará un listado con los espesores reales de obra de las distintas capas granulares que constituyen la estructura del camino indicando su sectorización y kilometraje.

La información antes detallada, deberá ser entregada por el Contratista al Inspector Fiscal del contrato, antes de la recepción provisional de la obra. El Inspector Fiscal la remitirá, a su vez, a las respectivas Vialidades. Los datos entregados de deflectometría serán de propiedad y uso exclusivo de la Dirección de ambas Vialidades y no podrán ser usados con otros fines sin su autorización. El costo que demande la ejecución de estos trabajos, estará incluido en el valor del Contrato.

IV.I.30. ESPECIFICACIONES PARA INSTALACIONES, LABORATORIO Y OFICINAS.

El campamento contará con instalaciones de laboratorio, oficinas y baños para la Inspección Fiscal.

El campamento deberá estar dotado de agua potable, energía eléctrica, calefacción y gas licuado en cantidades suficientes para el abastecimiento de las necesidades de trabajo de las personas que allí laboren. Además, deberá contar con las instalaciones de alcantarillado correspondientes. La Inspección Fiscal tendrá derecho a ocupar estas instalaciones hasta la recepción provisoria de las obras.

El costo de estas instalaciones, incluidos todos los gastos que se originen por provisión de materiales y alojamiento, sus transportes, instalación, mano de obra, radieres, y otros, que fueran necesarios para dejar totalmente habitables las dependencias que se indican, los gastos de mantención y otros tales como: provisión de agua, energía eléctrica, gas licuado, limpieza permanente del recinto y cualquier reparación originada por el uso del campamento, deberán incluirse en el valor del Contrato.

IV.I.31. ESPECIFICACIONES PARA PROGRAMA DE TRABAJO COMPLEMENTARIO

El “Programa de Trabajo Complementario” se entenderá como la ordenación, dentro del plazo contratado, del desarrollo planificado de las diversas actividades, simultáneas o sucesivas, necesarias para ejecutar la obra.

Las actividades, como unidad básica del programa, corresponden a una o más tareas agrupadas conforme a una estructura que refleje las distintas áreas y especialidades contenidas en la obra contratada y con una clara definición de su alcance, es decir, una descripción precisa de las tareas o ítems que son necesarios para su total ejecución. Un ítem puede estar presente en más de una Actividad del Programa, así como una actividad puede tener más de un ítem asociado a ella.

El referido Programa deberá ser elaborado con las siguientes características:

- ◆ Su plazo total no podrá exceder el plazo establecido en el contrato.
- ◆ Cada actividad deberá tener una clara y precisa definición tanto de su alcance como de su duración, y sus relaciones de dependencia temporal con las otras actividades.
- ◆ Los volúmenes de obra, rendimientos y uso de recursos tienen que estar reflejados en la duración asignada a cada actividad.

El Programa de Ejecución del Proyecto deberá identificar y justificar aquellas actividades que forman parte de la ruta crítica del Proyecto.

El Programa de trabajo deberá actualizarse siguiendo las indicaciones de la Supervisión de las Obras.

IV.I.32. BOTADEROS

Todos los botaderos que utilice el contratista durante la ejecución de la obra deberán contar con la aprobación de la Supervisión. El lugar será elegido por el contratista y presentado al Supervisor para su aprobación. No podrán utilizarse como botaderos, propiedades particulares, salvo autorización previa y expresa por escrito del propietario. Su ubicación deberá quedar fuera de la faja y vista del camino y a una distancia mínima de 200 metros de los cercos que delimitan la faja. Terminada su utilización, el lugar deberá quedar limpio y perfilado para dejar el sitio en condiciones aceptables para la Inspección por parte de la Supervisión de las Obras.

IV.I.33. MANTENCIÓN DEL BALIZADO Y PUNTOS DE REFERENCIA.

Con el objeto de llevar un adecuado control y referencia de los trabajos a realizar, junto con la iniciación de la obra, el contratista deberá ejecutar o reponer el balizado del camino con el kilometraje total en puntos cada 20 m. De manera semejante, se deberán balizar los kilometrajes de inicio y término del tramo y en general cualquier punto singular del sector proyectado, incluyendo obras de arte.

Estas balizas serán de madera de 10 x 25 x 2 cm, con números rojos y fondo blanco, las que deberán estar adheridas al cerco a la vista desde el camino, para lo cual el contratista deberá elegir sólo un lado de éste. El balizado se podrá marcar también en elementos inamovibles tales como muros, postes, rocas, árboles, etc., en ningún caso en la señalización del camino.

Se deberán instalar, además, Puntos de Referencia altimétricos cada 500 m como mínimo, ubicados fuera de la plataforma de trabajo y en un lugar donde no sufran ningún deterioro durante el período en el que presten servicio. Estos estarán materializados en puntos fijos invariables de acuerdo a lo que determine la Supervisión de las Obras.

Estos elementos (Balizado y P.R.), deberán mantenerse en buen estado durante todo el período de construcción de las obras.

IV.I.34. GASTOS INCLUIDOS EN LOS PRECIOS UNITARIOS

Los precios unitarios de las distintas partidas del contrato, serán plena, total y completa compensación, se mencione o no expresamente en cada caso particular, por todas las operaciones necesarias para ejecutar y/o para suministrar la partida correspondiente e incluye todos los gastos concernientes a equipos, mano de obras, leyes sociales, manejo, transporte, impuesto, almacenamiento, gastos generales, gastos financieros, utilidades entre otros.

El precio unitario incluirá para cada ítem, la provisión, flete y almacenamiento de todos los materiales y elementos requeridos para la ejecución de las obras. Asimismo, están incluidos todos los transportes desde cualquier distancia de aquellos materiales obtenidos y procesados por el contratista, así como el transporte a botaderos aprobados de todos los materiales de desecho y en general el transporte de cualquier material que se utilice en la obra.

Se incluye igualmente formando parte de los costes indirectos de cada unidad de obra los gastos asociados a la prevención de riesgos laborales y el aseguramiento de la calidad de las obras.

IV.I.35. MEDICIÓN Y PAGO EN TRABAJOS SUBTERRÁNEOS

En cada sección de estas Especificaciones Técnicas se establecen normas específicas de medida y pago para cada trabajo.

Se medirán y pagarán las cantidades correspondientes a las obras ejecutadas, de acuerdo a lo definido en el Proyecto; siempre que se cumplan estas especificaciones.

Los precios unitarios definidos para cada partida del presupuesto, cubrirán el costo de todas las operaciones relacionadas con la correcta ejecución de las obras.

Los precios unitarios deben cubrir los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, beneficios sociales, seguros, impuestos, tasas y contribuciones, herramientas, maquinaria pesada, transporte, ensayos de control de calidad, regalías, servidumbres y todos los demás costos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato.

En lo que respecta a las Obras Subterráneas, a continuación se establecen los criterios generales de medición y abono que aplican en la construcción del Túnel y las distintas Galerías de Interconexión.

IV.I.35.1. CRITERIOS DE ABONO EN LOS EXCESOS O DEFECTOS GENERADOS DURANTE LA EXCAVACIÓN

En los planos se define, para cada Sección Tipo de Sostenimiento, la línea teórica de excavación (incluye el espesor del revestimiento + espesor necesario para el sostenimiento previsto) y la línea de abono de la excavación (la anterior más la sobreexcavación juzgada como abonable). El contratista realizará la excavación de la sección para conseguir que el perfil realmente excavado se encuentre todo él dentro de la línea teórica de excavación antes definida. Esta línea incluye la previsión de posibles convergencias y tolerancias de sobreexcavaciones.

Los entrantes y salientes agudos de la excavación respecto al perfil medio real obtenido, con un volumen inferior a los 5 m³, deberán ser regularizados a su cargo por el contratista, hasta conseguir un ángulo de incidencia próximo a los treinta grados (30°) de cualquier línea de la excavación sobre el perfil medio. La regularización de las concavidades se hará mediante hormigón proyectado (salvo las de mayor tamaño, sin llegar a los cinco metros cúbicos (5 m³), con hormigón convencional o ciclópeo encofrado entre cerchas) y los salientes mediante recorte con martillo rompedor, coincidiendo con la labor de saneo antes definida.

Cuando en el perfil real de la excavación se hubieran producido desprendimientos localizados, de un volumen superior a 5 metros cúbicos (5 m³), el relleno con hormigón entre la línea de abono de la excavación y la superficie del terreno producida después del desprendimiento, será abonable al precio del hormigón de revestimiento, siempre que estos desprendimientos no sean debidos a una mala praxis por parte del Contratista.

El relleno de las sobreexcavaciones consideradas abonables se realizará, según los casos:

- ◆ De forma general con el propio hormigón proyectado del sostenimiento, en las secciones que incluyan la disposición sistemática de cerchas, y Plan de tiro. En las demás secciones, con un espesor de hormigón proyectado igual al teórico del sostenimiento. En este último caso, el espesor del hormigón del revestimiento se incrementará en lo necesario, para rellenar hasta el contacto con la superficie del hormigón proyectado, de acuerdo con los esquemas mostrados en las **Figuras IV.I.35.1.a** y **IV.I.35.1.b**, correspondientes, respectivamente, a los casos en los que no existan marcos reticulados (o cerchas) en el sostenimiento, o que si formen parte de dicho soporte.

- ◆ El espesor de la línea de abono se ha considerado de 10 cm.
- ◆ En soleras y contrabóvedas, correrán a cargo del Contratista los mayores espesores de hormigón, material de filtro o regularización ocasionados por los excesos de excavación.
- ◆ Si tras la colocación del sostenimiento se detectaran defectos de gálibo para la colocación del revestimiento en todo su espesor, el Contratista estará obligado a la demolición de las partes afectadas, sustituyendo todos los elementos del sostenimiento e incluyendo los elementos adicionales que el Supervisor juzgue oportunos para la recuperación de la funcionalidad del mismo, en la medida que pueda ser afectada por los trabajos de repicado y reposición (discontinuidades en la capa de hormigón proyectado, anulación de la efectividad de soleras y contrabóvedas, etc.). Todos los trabajos de reposición del sostenimiento, más los adicionales correrán a cargo del Contratista sin derecho a reclamación.

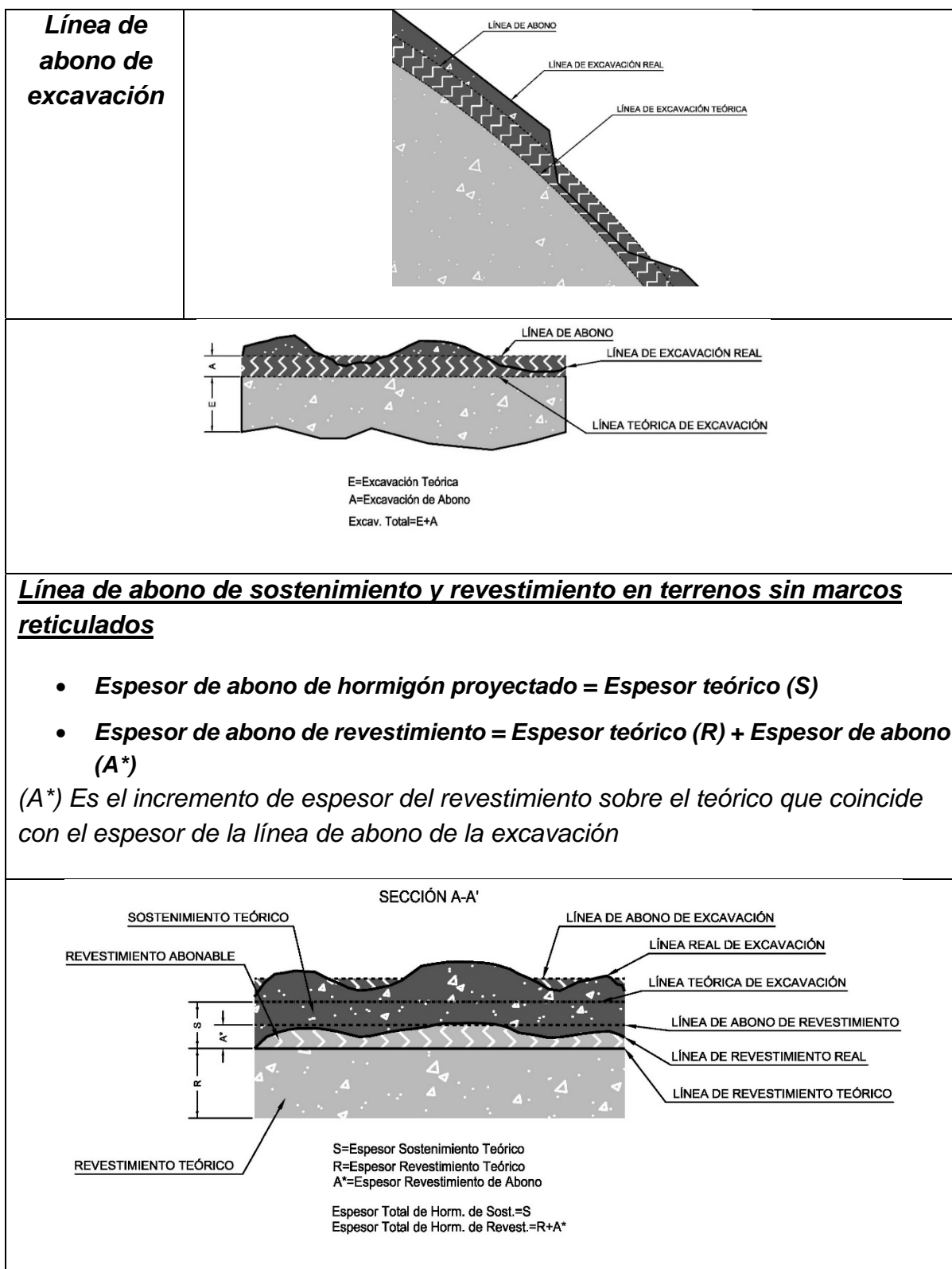


Figura IV.I.35.1.a.- Esquemas con la definición del criterio de abono en los excesos o defectos generados durante la excavación en terrenos sin marcos reticulados (o cerchas).

Línea de abono de sostenimiento y revestimiento en terrenos con cerchas

- **Espesor de abono de hormigón proyectado = Espesor teórico (S) + Espesor de abono (A)**
- **Espesor de abono de revestimiento = Espesor teórico (R)**

(A) Es el incremento de espesor del sostenimiento sobre el teórico que coincide con el espesor de la línea de abono de la excavación

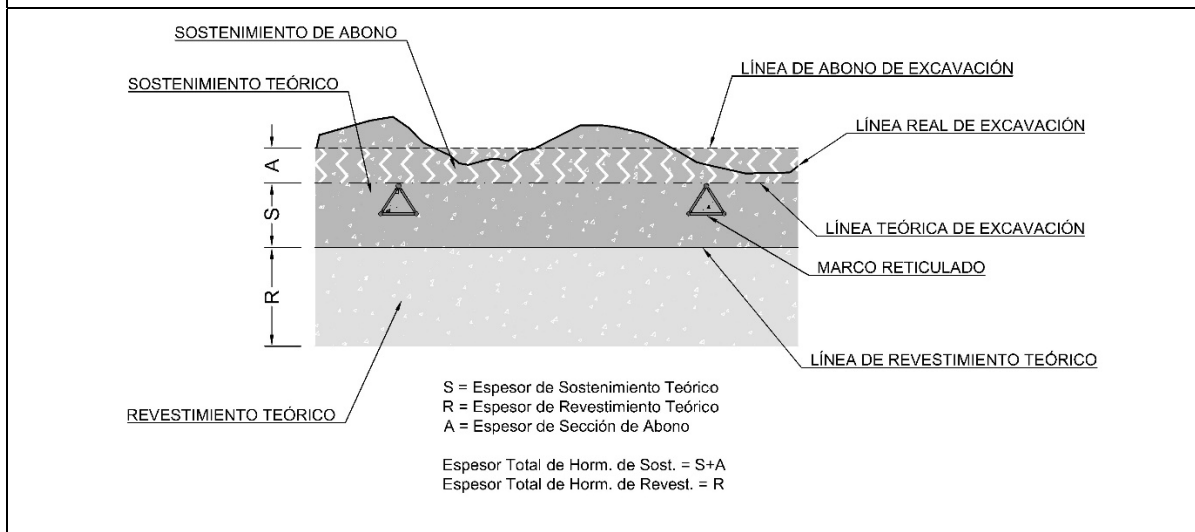


Figura IV.I.35.1.b.- Esquemas con la definición del criterio de abono en los excesos o defectos generados durante la excavación en terrenos con marcos reticulados (o cerchas).

IV.I.35.2. TRAMIFICACIÓN DE SECCIONES TIPO DE SOSTENIMIENTO

La tramificación de cada tipo de terreno y cada tipo de sostenimiento, indicados en los Planos de Perfil Constructivo, es indicativa y las longitudes de cada uno de ellos se medirán de acuerdo a la realidad, sin que puedan dar lugar a ningún tipo de reclamación las eventuales variaciones de longitud en más o en menos respecto a la previsión inicial.

En ningún caso, por tanto, la longitud de avance de la excavación ni los sostenimientos se pueden considerar fijos y el Supervisor tendrá capacidad para modificarlos por los que a su juicio se adapten mejor a las características reales del terreno, bien sea atendiendo a razones de seguridad inmediata o por conveniencia a largo plazo. En ningún caso darán lugar a reclamaciones las características del terreno que modifiquen el sistema previsto en el proyecto de construcción.

Corresponde a el Supervisor dar su conformidad por escrito a la calificación del terreno que se haya asignado a partir las observaciones realizadas "in situ", especificando los puntos kilométricos de su aplicación a efectos de la longitud del pase de excavación y los sostenimientos previstos.

IV.I.35.3. APLICACIÓN DE REFUERZOS

Al margen de los sostenimientos habituales que se dispongan en el frente, cuando un tramo de túnel o galería ya construido presente problemas de estabilidad se procederá a reforzarlo aumentando la cuantía de los elementos del sostenimiento, o con la colocación de nuevos elementos.

El criterio para la ejecución de estos refuerzos será el seguimiento técnico de la excavación y del sostenimiento de túnel y los datos de auscultación.

Las zonas de la sección a reforzar y la longitud del túnel afectado, será decidida por el Supervisor, si bien, en casos de inestabilidad repentina observada en ausencia del Supervisor, será el Contratista quien estará obligado a colocar los refuerzos inmediatos que a su juicio considere necesarios, justificando posteriormente su decisión al Supervisor.

Ante estas posibles actuaciones, el Contratista estará obligado a equipar el túnel o equiparse con los elementos accesorios necesarios para poder actuar con rapidez en cualquier tramo y parte de la sección del túnel, donde los refuerzos fuesen requeridos.

La medición y abono de los refuerzos se realizará por las unidades realmente ejecutadas aplicándose el precio de los elementos de refuerzo establecidos para esta aplicación, sin que tenga el Contratista derecho a ningún tipo de abono o compensación por estos conceptos.

IV.I.35.4. TRATAMIENTOS ESPECIALES

Se han considerado en el Proyecto una serie de tratamientos preventivos o de consolidación posterior que se efectúen en el túnel y galerías, con el fin de garantizar la estabilidad de la excavación, mejorar las características mecánicas de los terrenos atravesados, o para prevenir o tratar posibles desprendimientos.

Al no estar asociados estos tratamientos especiales a las secciones tipo de sostenimiento, los tramos de aplicación definidos en los perfiles constructivos (Planos) son orientativos, basados en las estimaciones de Proyecto, debiendo adaptarse durante la fase de obra cuando las condiciones geológico-geotécnicas y constructivas lo aconsejen, y siempre con el acuerdo previo y aprobación del Supervisor.

Estas unidades se medirán y abonarán de acuerdo con lo realmente ejecutado y al precio indicado en el Presupuesto del Proyecto.

Buenos Aires, 25 de octubre de 2017



Juan Manuel Hurtado Sola
Jefe de Proyecto



**REPÚBLICA DE CHILE – MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE VIALIDAD REPÚBLICA ARGENTINA – MINISTERIO DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD**

PROYECTO RGT-T2878

REFUNCIONALIZACIÓN INTEGRAL DEL PASO SISTEMA CRISTO REDENTOR

ANTECEDENTES DE LICITACIÓN

IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS IV.II. ESPECIFICACIONES AMBIENTALES GENERALES



ANTECEDENTES DE LICITACIÓN

IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

IV.II. ESPECIFICACIONES AMBIENTALES GENERALES

ÍNDICE

IV.II.1. INTRODUCCIÓN	1
IV.II.2. GESTIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL	2
IV.II.3. COORDINACIÓN.....	4
IV.II.4. INFORMACIÓN CIUDADANA Y MANEJO DE QUEJAS Y RECLAMACIONES	5
IV.II.5. PLANES DE MANEJO AMBIENTAL.....	8
IV.II.6. NORMATIVA ESPECÍFICA A CUMPLIR.....	11
IV.II.6.1. CHILE.....	11
IV.II.6.2. ARGENTINA	14
IV.II.7. CRITERIOS PARA LA LOCALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA.....	17
IV.II.8. CONSIDERACIONES AMBIENTALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA	18
IV.II.9. MEDIDAS GENERALES EN TODAS LAS ZONAS DE OBRA.....	19
IV.II.9.1.1. <i>Monitoreo superficial en las proximidades de glaciares para control de vibraciones producidas por voladuras.....</i>	<i>20</i>
IV.II.10. MEDIDAS EN LAS PLAZAS DE OBRA.....	24
IV.II.11. MEDIDAS EN EMPRÉSTITOS Y BOTADEROS	29
IV.II.12. MEDIDAS EN TOMAS DE AGUA	31
IV.II.13. CONSIDERACIONES PARA EL ABANDONO DE LAS ACTIVIDADES DE OBRAS.....	32
IV.II.13.1. MANEJO DE PASIVOS AMBIENTALES	33
IV.II.13.2. MANEJOS DEL RIESGO DE DESASTRES NATURALES.....	33
IV.II.13.3. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	39
IV.II.13.4. PLAN DE SEGURIDAD COMUNITARIA.....	43
IV.II.13.5. IGUALDAD DE GÉNERO EN EL DESARROLLO.....	46

IV.II.1. INTRODUCCIÓN

Las Especificaciones Ambientales tienen como objetivo asegurar la sostenibilidad del Proyecto, de forma que se minimicen los Costos Ambientales y se maximicen sus Beneficios.

El Contratista está obligado a dar cumplimiento a las obligaciones y responsabilidades que se deriven de la aplicación de las legislaciones sobre Evaluación Ambiental chilena y argentina:

En Chile, la Ley n° 19.300 (Ley de Bases Generales del Medio Ambiente), y el Decreto Supremo N° 40/2012 (Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental).

En Argentina, la Ley de Mendoza 5961/1992 de Preservación, Conservación, Defensa y Mejoramiento del Ambiente y el Decreto 2109/1994, que reglamenta el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, además de otros Reglamentos vigentes a la fecha de la Licitación del Contrato.

Las Especificaciones Ambientales que rigen para este Contrato son aquellas referidas a las consideraciones y requisitos ambientales para construcción, establecidas de la siguiente forma:

- ◆ En Chile, en el Capítulo 9.700 del Volumen 9 del Manual de Carreteras, MC-V9 y sus modificaciones al momento de la licitación de las obras, denominado “Estudios y Criterios Ambientales en Proyectos Viales” y las consideraciones ambientales generales estipuladas en la Sección 5.003 del MC-V5.
- ◆ En Argentina, en el Capítulo 4 Especificaciones Técnicas Ambientales Generales de la Parte B de la Sección I del Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de Obras Viales 2007 (MEGA II 2007) y sus modificaciones al momento de la licitación de las obras.
- ◆ Las Disposiciones Específicas Ambientales que se incluyen en estos Antecedentes de Licitación.

Será obligación del Contratista, previo al inicio de las faenas, presentar para aprobación de la Inspección Fiscal o la Dirección Ambiental de Obra, un Plan de Manejo general (denominado Plan de Manejo Integral, PMI, en Chile, y Plan de Manejo Ambiental, PMA, en Argentina), que definirá la gestión ambiental que se aplicará a todas las actividades de la obra, según se establece en el Volumen 9 del Manual de Carreteras, Capítulo 9.702.1, y en el Capítulo 3, Parte B, Sección I del MEGA II 2007.

El Contratista, dentro del Plan de Manejo general, deberá presentar los Planes de Manejo específicos y/o especiales señalados en los documentos que conforman estos Antecedentes de Licitación.

Parte de los costos que se derivan de la elaboración e implementación del PMI/PMA, incluyendo los planes de manejo específico y/o especial, se cargarán a las partidas de pago definidas específicamente en el contrato. El resto de los costos, como los que se refieren a la solicitud de permisos administrativos o a la seguridad de los trabajadores exigidos por la legislación vigente, se entienden cargados a los gastos generales del Contratista, aunque no existan partidas de pago específicas.

En caso de incumplimiento de cualquiera de las disposiciones señaladas, la Inspección Fiscal podrá ordenar su cumplimiento con cargo a las garantías del Contrato, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones que correspondan.

Las presentes Especificaciones Ambientales Generales (EAG), válidas para todo el contrato, constituyen un complemento de las Consideraciones Ambientales Generales (CAG) establecidas en el Manual de Carreteras chileno (Sección 5.003 del MC-V5 y de la Consideraciones Ambientales durante la Construcción de Obras Viales del Capítulo 9.700 del MC-V9) y el Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de obras argentino (MEGA II, Sección 1, Parte B, Capítulo 4).

Al igual que las otras exigencias del Proyecto, el cumplimiento de las EAG será controlado por la Inspección Fiscal o la Dirección Ambiental de Obra que tendrá la asesoría de los Departamentos de Medio Ambiente de las Direcciones de Vialidad chilena y argentina, de los Encargados Ambientales que nombren las Direcciones de Vialidad y de la empresa contratada para asesorar a la Inspección Fiscal.

El costo en que el Contratista incurra para dar cumplimiento a las exigencias establecidas en estas EAG, deberá incluirse en los gastos generales del contrato, salvo que se especifique una forma distinta.

En todas las Especificaciones que a continuación se detallan, se deberán tomar las medidas necesarias según las implicaciones que significa una obra en alta montaña.

IV.II.2. GESTIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El Contratista deberá procurar y asegurar la correcta gestión y seguimiento ambiental del Contrato, a objeto de velar por el adecuado resguardo de los componentes ambientales intervenidos por las obras y acreditar el cumplimiento de las especificaciones ambientales del Contrato.

Esta actividad deberá ser desarrollada por un Profesional Titulado con formación académica en el Área Ambiental (Biólogo, Geógrafo, Ingeniero Civil en Geografía, Ingeniero en Medioambiente, Ingeniero Forestal, Ingeniero Agrónomo), u otro Licenciado o Ingeniero con Postgrado en el Área Ambiental. Éste deberá haber obtenido el título o grado académico que le acredita formación en el Área Ambiental, al menos, hace 3 años y acreditar, al menos, 3 experiencias en evaluación y/o gestión ambiental de obras de proyectos de caminos e infraestructura. Deberá contar además con un curso de alta montaña, que le permita evaluar y enfrentar las condiciones extremas de trabajo en estas zonas.

La contratación del especialista a cargo de la gestión y seguimiento ambiental será autorizada por el Inspector Fiscal o la Dirección Ambiental de Obra, previo visto bueno de los especialistas ambientales de las Direcciones de Vialidad. Este deberá desempeñar, al menos, las siguientes funciones:

- ◆ Previo al inicio de las obras, deberá elaborar el Plan de Manejo general (denominado Plan de Manejo Integral, PMI, en Chile, y Plan de Manejo Ambiental, PMA, en Argentina), según lo estipulado en el Volumen 9 del Manual de Carreteras, Capítulo 9.702.1, y en el Capítulo 3, Parte B, Sección I del MEGA II 2007. En él se incluirá el plan de gestión ambiental a desarrollar durante la ejecución de la obra, tomando como base todas las especificaciones ambientales del contrato. Este Plan deberá contar con la aprobación de la Inspección Fiscal o la Dirección Ambiental de Obra, que para los efectos deberá asesorarse por los especialistas ambientales de las Direcciones de Vialidad. El Plan de Manejo deberá ser entregado para la aprobación de la Inspección Fiscal dentro de los primeros 15 días hábiles luego de efectuada la Entrega de Terreno.
- ◆ Efectuar visitas periódicas a la obra, de acuerdo con los requerimientos que se desprendan del Plan de Manejo general, los Planes de Manejo específicos, y de la Inspección Fiscal de la obra. En principio, se establece que estas visitas deberán tener una mayor frecuencia durante la ocupación de las zonas de trabajo y las instalaciones de las zonas de faena, y la apertura y uso de botaderos y empréstitos, al menos una visita semanal. Posteriormente podrán ser más espaciadas.
- ◆ Supervisar y proponer soluciones a los problemas ambientales no esperados que surjan durante la ejecución de las faenas.
- ◆ Elaborar los Planes de Manejo Ambiental para la Construcción, incluyendo los Planes de Manejo específicos para las Plazas de Trabajo y Campamentos, los Empréstitos, Plantas de Producción de Materiales y Botaderos, según las condiciones señaladas en el Capítulo 3.5 del MEGA II, y en el Capítulo 9.702.3 del MC.
- ◆ Elaborar los Planes de Manejo de Riesgo de desastres naturales, Plan de seguridad y Salud en el Trabajo, Plan de Salud y Seguridad Comunitaria, Procedimiento de atención de reclamos, y Plan de monitoreo ambiental.
- ◆ Elaborar informes de gestión mensual u otros cuando la Inspección Fiscal o la Dirección Ambiental de Obra lo requiera. Estos informes mensuales deberán considerar los siguientes contenidos mínimos:
 - ◆ Actividades de gestión ambiental realizadas en el período.
 - ◆ Estado de los componentes ambientales afectados por las actividades de las obras.
 - ◆ Ejecución de las medidas definidas en los planes de manejo ambiental y normas ambientales para la ejecución de faenas.

- ◆ Identificación de problemas ambientales surgidos una vez aplicado el plan de manejo respectivo y, en caso de ser necesario, proponer medidas adicionales para mitigarlos.
- ◆ Ejecución y resultados de las actividades de seguimiento, vigilancia y monitoreo ambiental desarrolladas en el periodo.
- ◆ Material gráfico de apoyo (fotos, planos, etc.).
- ◆ Realizar actividades de formación y capacitación al personal de la obra a objeto de informar y educar sobre el cumplimiento de las especificaciones ambientales del contrato y promover conductas de protección del medio ambiente y respeto a los usuarios de los túneles.
- ◆ Será responsable de las actividades de información al público que se detallan más adelante en las presentes especificaciones.
- ◆ Elaborar un Informe previo de la finalización de las Obras con un Plan de Cierre Ambiental, el cual deberá ser presentado junto con la solicitud de término de obras. En el informe se incluirán al menos los siguientes aspectos:
 - ◆ Unidades realmente ejecutadas y su posterior desarrollo.
 - ◆ Forma de ejecución de las medidas y materiales empleados.
 - ◆ Evolución de las medidas aplicadas.
 - ◆ Actuaciones pendientes de ejecución.
 - ◆ Identificación de los impactos reales producidos por la obra realizada y, en su caso, de los impactos residuales.
 - ◆ Estado y situación de las obras de protección y corrección ejecutadas.
 - ◆ Propuestas de mejoras.

IV.II.3. COORDINACIÓN

Previo al inicio de las obras, se deberá efectuar una reunión de trabajo a objeto de clarificar dudas acerca de los alcances de las presentes especificaciones y definir procedimientos para el adecuado cumplimiento de las mismas. En dicha reunión, deberán participar como mínimo:

Por la Empresa Contratista: Ingeniero Residente; Encargado Ambiental y Encargado Prevención de Riesgos.

Por las Direcciones de Vialidad de Chile y Argentina: Inspector Fiscal, Profesionales del Departamento de Medio Ambiente y los encargados ambientales de las Direcciones Regionales.

Durante la ejecución de las obras, se desarrollarán reuniones mensuales a objeto de controlar el avance de la gestión ambiental del proyecto, pudiendo tener lugar otras reuniones extraordinarias a solicitud del Inspector Fiscal.

IV.II.4. INFORMACIÓN CIUDADANA Y MANEJO DE QUEJAS Y RECLAMACIONES

El Contratista deberá asegurar la implementación de un proceso de información ciudadana, especialmente para los usuarios del Paso Internacional, pero también para los responsables de la Provincia de los Andes en Chile, y la Provincia de Mendoza, Argentina.

Este proceso estará orientado básicamente a mantener una adecuada comunicación y coordinación con los organismos técnicos relacionados con el proyecto y asegurar un correcto flujo de información hacia la comunidad y futuros usuarios de la ruta.

A menos que el Inspector Fiscal de Obra dictamine lo contrario, el Contratista diseñará cartelería y material específico para la información de los usuarios del Paso Internacional, mientras que la relación con las autoridades locales se realizará a través de las Direcciones de Vialidad de ambos países.

Además, se implementará un Procedimiento de atención de reclamos, para lo cual, en la cartelería y documentación se incluirá claramente la dirección física, teléfono de contacto y dirección email, (direcciones físicas y teléfonos propios en cada país), al que los usuarios o pobladores de la zona puedan presentar sugerencias, quejas o reclamaciones.

Al objeto de alcanzar tales objetivos, el Contratista deberá desarrollar, al menos, las siguientes actividades:

- ◆ Preparar un dossier informativo sobre el proyecto junto con una carta para ser enviados a las autoridades locales. En el dossier informativo se incluirá, al menos, un resumen de los objetivos de las obras, la fecha de inicio y la fecha final previstas, los posibles inconvenientes en el tráfico durante la obra, y cómo se prevé que se vean solventados.
- ◆ Preparar información de la obra para su publicación a través medios de difusión pública.
- ◆ Entregar información periódica, mensual o a requerimiento de la Inspección Fiscal, con antecedentes técnicos de fácil comprensión, sobre el avance de la obra. Se deberá disponer de respaldo fotográfico digital y audiovisual adecuado.
- ◆ Disponer en las Plazas de Obras o Instalación de Faenas de cada país, un Libro de Registro de sugerencias, quejas y reclamaciones, con hojas numeradas y selladas. Igualmente se dispondrá un número de teléfono en cada país, y una dirección de correo electrónico para este fin. Las observaciones que ameriten una respuesta, según se señala más adelante, y a juicio de la Dirección de Obra o Inspección Fiscal, se responderán por escrito.

- ◆ Siempre que se prevean cortes en el tráfico o en otros servicios (agua potable, electricidad, otros), se dará aviso a las autoridades locales con la suficiente antelación, preferentemente por escrito.
- ◆ Al término de los trabajos, se preparará un dossier informativo con las características principales de las obras realizadas, indicando sus beneficios. El dossier incluirá planos, fotografías y vídeos. Unido a este dossier, o en uno independiente, se dará información sobre la nueva fase que debe acometerse, así como el funcionamiento previsto del tráfico durante esta nueva fase de Refuncionalización del Paso Internacional.

Cartelería y señalética

Respecto a la cartelería necesaria durante las obras, se dispondrá al menos de lo siguiente:

- ◆ Un panel informativo en cada una de las Plazas de Obras, orientado hacia las personas usuarias de la vía y al público general, que indique al menos: el nombre del proyecto y el Contratista; la fecha de inicio y duración estimada de las obras; un teléfono de contacto para formular dudas o reclamos.
- ◆ Señalización de tráfico necesaria: reducción de la velocidad, precaución por presencia de maquinaria, desvíos provisionales, y cualquier toro que asegure la adecuada seguridad vial.
- ◆ Todas las zonas empleadas por las obras, incluidos los empréstitos y botaderos, estarán señalizadas indicando el nombre del proyecto, el nombre del Contratista, y el uso de la zona durante la obra.

Los contenidos y diseños de estos materiales deberán ser previamente aprobados por la Dirección de Obra o Inspección Fiscal, con la asesoría de los especialistas ambientales de las Direcciones de Vialidad.

Gestión de reclamos

Los reclamos recibidos serán categorizados de acuerdo a lo siguiente:

- ◆ **NO ADMISIBLE:** Las quejas o reclamaciones que no cumplan con uno o más de estos requisitos:
 - ◆ No está directamente relacionado con el Programa, sus contratistas o subcontratistas.
 - ◆ No hay una causa real de la acción.
 - ◆ Hay otros mecanismos formales e instituciones para presentar la queja.
 - ◆ Relacionadas con temas laborales deben ser dirigidas a la empresa constructora.

- ❖ **IMPORTANCIA BAJA:** Esta categoría corresponde a las quejas que no requieren resolución, sino que sólo requieren información o una cierta clarificación que debe facilitarse al demandante. Esta categoría incluye quejas que han sido previamente evaluadas y recibieron una respuesta definitiva del Programa.
- ❖ **MEDIANA IMPORTANCIA:** Las quejas y reclamaciones relacionadas con la salud, el medio ambiente, el transporte, y los contratistas y subcontratistas.
- ❖ **ALTA IMPORTANCIA:** Incluye las quejas relacionadas con la seguridad del personal, así como de aquellos relacionadas con la salud y seguridad de los frentistas de obra, daños a la propiedad privada, etc.

En función a la importancia de la queja será canalizada para su atención. Los reclamos de importancia baja serán atendidos en un plazo máximo de 30 días calendario, los reclamos de importancia media serán atendidos en un plazo de 15 días calendario y los reclamos de importancia alta serán atendidos en un plazo máximo de 7 días calendario.

Cuando sea posible, si se requiere información adicional para la correcta evaluación de la queja, el equipo de gestión social se pondrá en contacto con el demandante en un plazo máximo de diez días hábiles, para obtener la información necesaria. Una vez que la queja es completada y revisada, el personal del Proyecto procede a registrar y asignar un código a cada queja.

El expediente deberá incluir, junto a la queja, un resumen de la misma realizado por el Programa y el nombre de la persona que la recibió y la procesó. La información de registro se actualizará periódicamente para reflejar el estado actual del caso hasta que la queja se haya resuelto definitivamente.

En todos los casos, se redactará un acta de atención de queja que será suscrita por la persona que presentó la queja en conformidad de la atención de la misma. La DNV sistematizará los registros de queja y las actas de atención de las mismas. La información que se brinde será relevante y entendible de acuerdo a las características socioculturales de quien consulta.

Durante el proceso constructivo pueden producirse daños no previstos y/o no negociados previamente como daños en cultivos, accesos privados o en terrenos privados, daños en la infraestructura productiva, en las viviendas, etc.

Estos daños deberán ser verificados y evaluados a través del presente procedimiento de atención de quejas y, de ser comprobados, los propietarios deberán ser indemnizados o los daños en la infraestructura reparados. Si se trata de daños a cultivos producidos por las obras, la DNV a través del Contratista de obra realizara la indemnización correspondiente al propietario.

Si se trata de daños a la infraestructura productiva, vial o habitacional, éstos deberán ser reparados y devueltos en el mismo estado anterior al daño o en mejores condiciones. En ambos casos el proceso será cerrado con la firma de acta de conformidad por parte del propietario. La contratista trasladará las actas suscritas a la DNV para su registro y sistematización.

Solución de potenciales conflictos

La DNV promoverá la atención oportuna de los reclamos para minimizar la ocurrencia de conflictos con la población. En los casos que no se llegue a un acuerdo con la persona que presentó el reclamo, la DNV brindará la orientación para que la atención de la queja sea tratada en otra instancia superior.

Para el caso en el que la queja no pueda manejarse en el ámbito de la obra, el interesado podrá exponer su reclamo en sede administrativa, ante las instancias judiciales.

La DNV deberá asegurarse de que la atención de reclamos y la resolución de conflictos se lleven a cabo de una manera adecuada y amplia.

Monitoreo

La DNV recopilará los registros de reclamos recibidos, realizará el seguimiento de la atención de los reclamos de acuerdo al orden de importancia establecido. La DNV supervisará que la contratista realice las indemnizaciones y/o reparaciones comprometidas como parte de los acuerdos con los reclamantes. El registro de reclamos recibidos y los resultados de la atención de los mismos serán sistematizados en una tabla Excel, esta información servirá para identificar oportunidades de mejora en la ejecución de obras.

IV.II.5. PLANES DE MANEJO AMBIENTAL

Plan de Manejo Integral o Plan de Manejo Ambiental

Previo al inicio de las obras, deberá elaborar el Plan de Manejo general (denominado Plan de Manejo Integral, PMI, en Chile, y Plan de Manejo Ambiental, PMA, en Argentina), según lo estipulado en el Volumen 9 del Manual de Carreteras, Capítulo 9.702.1, y en el Capítulo 3, Parte B, Sección I del MEGA II 2007.

En él se incluirá el plan de gestión ambiental a desarrollar durante la ejecución de la obra, tomando como base todas las especificaciones ambientales del contrato. Este Plan deberá contar con la aprobación de la Inspección Fiscal o la Dirección Ambiental de Obra, que para los efectos deberá asesorarse por los especialistas ambientales de las Direcciones de Vialidad. El Plan de Manejo deberá ser entregado para la aprobación de la Inspección Fiscal dentro de los primeros 15 días hábiles luego de efectuada la Entrega de Terreno.

En el PMI/PMA se deberá incluir los siguientes requerimientos mínimos:

- ◆ Programación de obras, indicando fechas de inicio y de término.
- ◆ Procedimientos constructivos a desarrollar que garanticen una gestión ambiental apropiada de las obras.
- ◆ Medidas de mitigación de los impactos ambientales.

- ◆ Programa de desvíos de tránsito y cortes de camino, cambios de servicios; etc.
- ◆ Hitos más importantes de la gestión ambiental, asociados a las partidas de obras, indicando fecha de inicio y de término.
- ◆ Programa de Información Ciudadana para la Obra.
- ◆ Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.

Esta información se incorporará en un gráfico de planificación del tipo diagrama de Gantt, junto con la programación de la Obra. El gráfico carta se mantendrá actualizado en función de las modificaciones no previstas al inicio de la obra, revisándose al menos de forma trimestral.

Toda la documentación solicitada deberá venir firmada en original tanto por el encargado ambiental como por el profesional responsable de las obras.

Planes de Manejo Específicos

Se elaborarán los Planes de Manejo Ambiental para la Construcción, incluyendo los Planes de Manejo específicos para las Plazas de Trabajo y Campamentos, los Empréstitos, Plantas de Producción de Materiales y Botaderos, según las condiciones señaladas en el Capítulo 3.5 del MEGA II, y en el Capítulo 9.702.3 del MC

Estos planes deberán estar elaborados antes de emplazar las plazas de obra o instalaciones de faenas y las plantas de producción de materiales, de dar inicio a la explotación de empréstitos y la utilización de botaderos. El Contratista deberá presentar para la aprobación de la Inspección Fiscal, los respectivos Planes de Manejo Ambiental, los cuales se elaborarán conforme a los Manuales citados, considerando los siguientes contenidos como mínimo:

- ◆ Antecedentes Generales:
 - ◆ Nombre de la instalación.
 - ◆ Ubicación de zona de instalación: región, provincia, comuna, kilómetro de la ruta, accesos, distancia respecto al proyecto, distancia a zonas pobladas.
 - ◆ Implementación de la plaza de obras o zona de faenas y localización interna: oficinas, comedores, baños, laboratorio, talleres, bodegas, garitas, enfermería, sectores de suministro, almacén provisional de residuos peligrosos.
 - ◆ Insumos requeridos.
 - ◆ Plano de ubicación georeferenciado.
 - ◆ Planos de planta.
 - ◆ Fotografías panorámicas y/o aéreas de emplazamiento.

- ◆ Volúmenes de residuos sólidos a disponer (m³/día), promedio mensual y lugar de disposición de dichos residuos. Indicar los desechos líquidos que se generarán y su lugar de disposición (baños químicos, pozos sépticos).
- ◆ En el caso de los empréstitos, se deberán indicar los volúmenes estimados de extracción y rechazo de material; para los botaderos, se deberá señalar la cantidad de material a disponer en el lugar.
- ◆ Autorización del propietario: particular, fiscal.
- ◆ Permisos sectoriales que correspondan.
- ◆ Características del Entorno:
 - ◆ Identificación y caracterización de los componentes ambientales potencialmente afectados por la actividad.
- ◆ Descripción de Actividades:
 - ◆ Características de la actividad.
 - ◆ Equipos y maquinarias.
 - ◆ Horario de trabajo.
 - ◆ Flujos de camiones y maquinarias.
 - ◆ Manejo y disposición de residuos.
 - ◆ Número de trabajadores por tipo de mano de obra.
 - ◆ Tecnología a utilizar.
- ◆ Evaluación Ambiental:
 - ◆ Identificación de los efectos de las acciones sobre el medio ambiente y su correspondiente evaluación.
- ◆ Medidas de Prevención, Mitigación, Reparación y/o Compensación:
 - ◆ Determinación y aplicación de las medidas para eliminar, minimizar y/o compensar los impactos identificados, anteriormente.
- ◆ Plan de Seguimiento Ambiental:
 - ◆ Descripción de los parámetros y medidas a monitorear.
 - ◆ Frecuencia.

- ◆ Responsable del Plan de Seguimiento.
- ◆ Sistema de registro de la información.
- ◆ Condiciones para el Abandono:
 - ◆ Definición de las actividades y acciones conducentes a restaurar el área intervenida, con tal de no dejar vestigio de la actividad. En el caso de los botaderos y empréstitos, cuando sea posible, se deberá presentar un perfil topográfico proyectado al término de la actividad.

Plan de Manejo de Riberas, Cuerpos de Agua, Cauces y Usos de las Aguas Integrales

Previo al inicio de las faenas, el Contratista deberá presentar un Plan de Manejo de Riberas, Cuerpos de Aguas, Cauces y Uso de las Aguas, que garantice su buen funcionamiento, el uso de cauces y el uso de las aguas durante la ejecución y al abandono de las obras. Dicho plan deberá contemplar como mínimo los siguientes contenidos:

- ◆ Plano de Ubicación de los cuerpos de agua.
- ◆ Determinación del uso de las aguas que puedan verse potencialmente afectados por las obras.
- ◆ Programa de intervención en el Cuerpo de Agua, indicando las faenas a ejecutar y una descripción del método constructivo a utilizar.
- ◆ Análisis de estos métodos constructivos.
- ◆ Identificación de recursos ambientales (particularmente, flora y fauna), que puedan verse potencialmente afectados por la intervención y proposición de medidas tendientes a disminuir los efectos sobre aquellos.

IV.II.6. NORMATIVA ESPECÍFICA A CUMPLIR

La normativa expuesta no exime al Contratista del cumplimiento de normativa aplicable no citada.

El Contratista deberá dar cumplimiento a la siguiente normativa, en relación con las diferentes actividades de obras:

IV.II.6.1. CHILE

General

- ◆ Ley N° 17.288, Sobre Monumentos Nacionales.
- ◆ Ley N° 18.695 de 1988, Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades según D.S. N° 662.Ley N° 19.253, crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena

- ◆ Ley N° 19.300, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente.
- ◆ Ley N° 20.283, Sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal.
- ◆ D.S. N° 484, Reglamento sobre Excavaciones y/o Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas.
- ◆ D.L. N° 701 sobre Fomento Forestal y Ley de Bosques, y sus posteriores modificaciones.
- ◆ D.L. N° 2.186, Marco Legal de Expropiaciones.
- ◆ D.S. N° 47, Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.
- ◆ D.S. N° 40 del 2013, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Plazas de obra e Instalaciones de Faenas

- ◆ Ley N° 18.290 de 1984, Ley de Tránsito
- ◆ D.F.L. N° 725 de 1967, que aprueba el Código Sanitario.
- ◆ D.S. N° 47, Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.
- ◆ D.S. N° 90 de 1996, Aprueba Reglamento de Seguridad para Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio de al Publico de Combustibles Líquidos derivados del Petróleo.
- ◆ D.F.L. N° 1 de 1989 del Ministerio de Salud, Determina Materias que requieren Autorización Sanitaria Expresa.
- ◆ D.F.L. N° 725 de 1967. Aprueba el Código Sanitario. Título III, de la higiene y seguridad de los lugares de trabajo.
- ◆ D.F.L N° 850 de 1998, Fija Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N° 15.840 de 1964, y del D.F.L. N° 206 de 1960, Ley Orgánica del Ministerio de Obras Publicas.
- ◆ D.F.L. N° 1.122 de 1981 del Ministerio de Justicia que establece el Código de Aguas.
- ◆ D.L. N° 3.557 de 1981, Establece Normas sobre Protección de Aguas, Aire y Suelos a favor de la Agricultura y la Salud.
- ◆ Decreto Ley N° 16.744, establece normas sobre accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
- ◆ D.S. N° 55 de 1994, Establece las Normas de Emisión para Vehículos Motorizados Pesados.
- ◆ D.S. N° 59 de 1995, Establece Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable PM10.
- ◆ D.S. N° 75 de 1987, Establece Condiciones para el Transporte de Cargas.

- ◆ D.S. N° 144 de 1961, Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes de Cualquier Naturaleza.
- ◆ D.S. N° 38 de 2011, Reglamento sobre Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas.
- ◆ D.S. N° 288 de 1969, Reglamento sobre Sistema de Tratamiento Primario de Aguas Servidas mediante Estanques Sépticos Prefabricados.
- ◆ D.S. N° 4.740 de 1947, Reglamento sobre Normas Sanitarias Mínimas Municipales.
- ◆ D.S. N° 594 de 2001, que aprueba Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.
- ◆ NCh. 409 de 1984, Establece requisitos Físicos, Químicos, Radiactivos y Bacteriológicos para el Agua Potable.
- ◆ Resolución N° 1.215 de 1978, Normas Sanitarias Mínimas destinadas a Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosférica.

Empréstitos y Botaderos

- ◆ Ley N° 11.402, sobre Obras de Defensa y Regularización de las Riberas de los Cauces de los Ríos, Lagunas y Esteros.
- ◆ Ley N° 18.097 de 1982, sobre Concesiones Mineras.
- ◆ D.S. N° 30 de 1997 del MINSEGPRES, modificado por Decreto Supremo N° 95 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, D.O. 7 de diciembre de 2002, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, ingreso al sistema de esta actividad según lo establecido en artículo 10 letra i) que establece que ingresan al SEIA los "proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos estériles, así como la extracción industrial e áridos, turba o greda". El Reglamento en su artículo 3° letra i) fija los márgenes de extracción.

Manejo y Disposición Final de Residuos

- ◆ D.S. N° 148 (12 de Junio de 2003) Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos.
- ◆ Decreto 148/2004, por el que aprueba reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos
- ◆ D.S. N° 298 de 1994 y D.S. N° 75 de 1987, que Regulan el Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos.
- ◆ Resolución N° 5.081 de 1983, Establece Sistema de Declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales.
- ◆ Resolución 18/2013 del ISP, que aprueba protocolo para la determinación de la concentración de fibras de asbesto en aire, para efectos de contaminación comunitarias y de reingreso a áreas intervenidas, en base al método de microscopía de contraste de fase (PCM).
- ◆ Resolución 29/2013 del ISP, que aprueba protocolo para la determinación de la concentración de fibras de asbesto en aire, en ambientes laborales, en base al método de microscopía de contraste de fase (PCM).
- ◆ NCh 382 of.04 y NCh 2190 Of.03, en relación a señaléticas de riesgos.
- ◆ NCh 2245/03, en relación a Hoja de Seguridad de Transporte (HDST).

IV.II.6.2. ARGENTINA

General

- ◆ Ley de Mendoza 5961/93 de Preservación, Conservación, Defensa y Mejoramiento del Ambiente, modificada por la Ley 6649/99. Su Decreto Reglamentario es el Decreto 2109/94 de Evaluación de Impacto Ambiental, modificado por el Decreto 809/2013 (modifica el artículo 5 (Identificación y Valoración de Efectos).
- ◆ Ley 24.354/94 Evaluación de Impacto Ambiental Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos.
- ◆ Ley General del Ambiente (LGA) N° 25.675/02 sancionada en noviembre de 2002 y promulgada por el Decreto 2413/PEN/02.
- ◆ Ley 25.688/02, sobre el Régimen de la Gestión Ambiental de Aguas, sancionada en noviembre 2002 y promulgada por el Decreto 2707/02.
- ◆ Ley N° 25.831/03, establece el Régimen de Libre Acceso a la Información Pública Ambiental; sancionada en noviembre de 2003 y promulgada de hecho el 06/01/04.

- ◆ Ley N° 25.743/03 y Decreto Reglamentario N° 1.022/04: Protección Patrimonio Arqueológico y Paleontológico.
- ◆ Ley N° 24.449/94 y Decreto Reglamentario N° 779/95: Nacional de Tránsito.
- ◆ Ley N° 25.335: enmiendas a la Convención relativa a los Humedales.
- ◆ Ley N° 23.918/91: Aprueba Convención sobre conservación de las especies migratorias de animales silvestres.
- ◆ Decreto 1603/1982 Secretaría de Cultura de la Presidencia de la Nación Régimen legal aplicable en materia de patrimonio cultural
- ◆ Resolución AG N° 1604/07: actualización Manual de Evaluación y Gestión de Obras Viales: MEGA II / 2007.

Plazas de obra e Instalaciones de Faenas

- ◆ Ley 322 Mendoza. Administración general de aguas superficiales. Sancionada el 9 de Enero de 1905. Modificada por Ley 863, Ley 2503. Decreto N° 2021 de 28 de abril de 1958.
- ◆ Ley 430 Mendoza. Concesiones para el aprovechamiento de aguas públicas. 24 de Enero de 1908.
- ◆ Ley 6044/1993. Mendoza. Reordenamiento del sector sanitario y creación del Ente Provincial del Agua y de Saneamiento. Reglamenta la operación del servicio de abastecimiento humano, y la recolección, tratamiento y disposición de efluentes cloacales.
- ◆ Ley N° 24.557/95, Decreto Reglamentario N° 911/96: Higiene y Seguridad en el Trabajo y Decreto 170/1996: Reglamentación sobre de Riesgos del Trabajo. Obligaciones de los actores sociales en materia de Prevención
- ◆ Ley 26.773/92, Régimen de ordenamiento de la reparación de los daños derivados de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
- ◆ Resolución 953/2010 SRT: Criterios de seguridad respecto de las tareas ejecutadas en espacios confinados.
- ◆ Resolución 35.550/2011 SSN: Seguro de responsabilidad civil por accidentes del trabajo y enfermedades laborales complementario a riesgos amparados Ley N° 24.557.
- ◆ Resolución 84/2012 SRT: Protocolo para la Medición de la Iluminación en el Ambiente Laboral.
- ◆ Resolución 85/2012 SRT: Protocolo para la Medición del nivel de Ruido en el Ambiente Laboral. (B.O. 30/01/2012).

- ◆ Resolución 861/15 SRT: Protocolo para Medición de Contaminantes Químicos en el Aire de un Ambiente de Trabajo.
- ◆ Resolución 886/15 SRT: Protocolo de Ergonomía.
- ◆ Decreto 911/1996: Reglamento de Higiene y Seguridad para la Industria de la Construcción, reglamentado por la Resolución 231/1996 SRT.
- ◆ Resolución 51/1997 SRT: Establece que los empleadores de la construcción deberán comunicar la fecha de inicio de todo tipo de obra y confeccionar el Programa de Seguridad para cada obra que inicien según las características.
- ◆ Resolución 550/2011 SRT: Establece un mecanismo de intervención más eficiente para las etapas de demolición de edificaciones existentes, excavación para subsuelos y ejecución de submuraciones, con el fin de mejorar las medidas de seguridad preventivas, correctivas y de control en las obras en construcción.
- ◆ Resolución 503/2014 SRT: Establece que cuando se ejecuten trabajos de movimiento de suelos, excavaciones manuales o mecánicas a cielo abierto superiores a 1,20 m de profundidad, para la ejecución de zanjas y pozos y todo otro tipo de excavación no incluida en la Res. SRT 550/2011, el Empleador debe adoptar determinadas medidas de prevención.
- ◆ Resolución 900/15 SRT: Protocolo para la Medición del valor de puesta a tierra y la verificación de la continuidad de las masas en el Ambiente Laboral.
- ◆ Decreto N° 674/1989 de la Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Humano Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Humano, Reglamento Ley 13.577, pago de cuota de resarcimiento por parte de aquéllos que vuelcan efluentes industriales -vertidos residuales o barros-, en forma continua o discontinua a conductos cloacales, pluviales o a un curso de agua de jurisdicción de la SRNyDS.
- ◆ Ley 22.428 Decr.Regl.681/81 Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca Ley sobre fomento de la conservación y recuperación de los suelos.

Empréstitos y Botaderos

- ◆ Ley 24.585 de Protección Ambiental para la Actividad Minera, sancionada en 1995. Complementa el Código de Minería para añadir la evaluación de impacto ambiental de la actividad. Según esta Ley, todas las actividades mineras, a lo largo de sus etapas (prospección, explotación y explotación), deben presentar un Informe de Impacto Ambiental antes de su realización.
- ◆ Ley de Aguas Subterráneas de Mendoza, N° 4035 y su Reglamentación, Decreto 1839/1974.

Manejo y Disposición Final de Residuos

- ◆ Ley N° 24.051 y su decreto reglamentario N° 831/PEN/93 regulan la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos.
- ◆ Ley 25.916/03, de Gestión de Residuos Domiciliarios.
- ◆ Ley 25.670/02, sancionada en octubre de 2002, promulgada por Decreto 2328/PEN/02 y reglamentada por el Decreto N° 853/07, sobre Gestión y Eliminación de los PCBs.
- ◆ Ley N° 25.612/02, de Gestión Integral de Residuos Industriales y de Actividades de Servicios, sancionada en julio de 2002 y promulgada por Decreto 1343/02.
- ◆ Decreto N° 674/89: Vertidos residuales de establecimientos industriales.
- ◆ Resolución N° 577/91 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, referido al uso, manipuleo y disposición final del Amianto.
- ◆ Resolución 577/1991 MTSS: Normas sobre Amianto y sus desechos.
- ◆ Resolución 97/2001. Reglamento para el manejo sustentable de Barros generados en Plantas de Tratamiento de Efluentes Líquidos.
- ◆ Resolución 369/1991 MTSS: Normas para Uso, Manipuleo y Disposición Segura de Difenilos Policlorados y sus Desechos.

IV.II.7. CRITERIOS PARA LA LOCALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA

Con el fin de minimizar el impacto ocasionado por las instalaciones auxiliares de obra, los accesos a la misma y las zonas de botadero y de empréstito necesarias, se ha realizado una cartografía estableciendo zonas admisibles y zonas restringidas a la ubicación de estas instalaciones, tanto temporales como permanentes. Esta cartografía se incluye en el Informe Ambiental del Proyecto.

Se han considerado zonas restringidas las siguientes áreas:

- ◆ Por su calidad paisajística y ecológica:
 - ◆ Roquedos y cumbres
 - ◆ Laderas y rodados
 - ◆ Vegas: ríos, esteros y afloramientos de agua.
- ◆ Por su uso de suelo, incompatible con otras instalaciones:
 - ◆ Áreas urbanizadas. Se hace una excepción: en el lado chileno podrán ser utilizadas como zonas auxiliares la áreas explanadas y urbanizadas situadas entre las carreteras de entrada a Túnel Cristo Redentor, y Túnel Caracoles.

- ◆ Carreteras y caminos.
- ◆ Taludes de carreteras.
- ◆ Zonas de montículos de defensa ante avalanchas.

Las únicas áreas admisibles para la ubicación de zonas auxiliares son por tanto las zonas ya degradadas por su uso como empréstito o botadero que no hayan sido ya restaurados, o por el paso de maquinaria. Estas zonas presentan un suelo compactado o ya deteriorado, sin vegetación o con escasa vegetación, y por ello los impactos de su ocupación serán menores que en terreno natural.

Fuera de estas zonas sólo podrían permitirse aquellos tipos de utilización de carácter estrictamente puntual y momentáneo que resultaran de inexcusable realización para el desarrollo de las obras, lo que deberá ser debidamente justificado ante el Director de Obra o Inspector Fiscal, y autorizado por el mismo. En cualquier caso, su utilización quedará condicionada a la restitución íntegra e inmediata del espacio afectado a sus condiciones iniciales.

Una excepción a esta medida lo constituyen las **tomas para la provisión de agua a la obra**, que necesariamente deben situarse en ríos o esteros aguas arriba de la zona de obra. A lo largo de este documento se establecen las medidas de mitigación de la instalación de las tomas de agua y su conducción hasta la obra.

El Contratista debe instruir al personal de la obra acerca de la fragilidad del medio, haciendo hincapié que está estrictamente prohibido cortar la vegetación, realizar fogatas, cazar, arrojar desperdicios a los cauces existentes, como así mismo de contaminar los tranques existentes a lo largo del camino. También que está prohibido transitar, extraer piezas, excavar, rayar o alterar de cualquier manera los sitios arqueológicos descubiertos en el entorno del proyecto, así como también en el Túnel Caracoles.

IV.II.8. CONSIDERACIONES AMBIENTALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA

Previo al inicio de las obras, el lugar de emplazamiento del proyecto, su área de influencia directa e indirecta, y los sectores seleccionados para las actividades de obra, deberán ser inspeccionadas por el encargado ambiental de obra, un profesional titulado en áreas relacionadas con el Medio Ambiente, con experiencia demostrada en el seguimiento ambiental de obras, que elaborará un informe de certificación del área del proyecto. En el caso de encontrarse especies con problemas de conservación el Contratista propondrá a la Dirección de obra o Inspección Fiscal las medidas de mitigación que sean necesarias para la preservación de estos individuos. Si los ejemplares se ubicasen en zonas de ocupación temporal o permanente, o en sus inmediaciones, se evitará su ocupación y se protegerán mediante vallado durante las obras. Si las áreas son imprescindibles para el desarrollo de los trabajos, se emprenderán las medidas de rescate para su reubicación.

Todos los planes de manejo deberán venir visados y con el informe favorable del profesional especialista en medio ambiente solicitado.

IV.II.9. MEDIDAS GENERALES EN TODAS LAS ZONAS DE OBRA

Se deberán cumplir las siguientes medidas de prevención de impactos ambientales en todas las zonas ocupadas por alguna acción que se desarrolle para llevar a cabo una acción del Proyecto, incluyendo plazas obras y entorno de los portales del túnel, empréstitos y botaderos, y cualquier otra instalación.

Formación del personal de obra

Todo el personal de obra debe conocer cuáles son las medidas mínimas de protección ambiental. Al menos: la ubicación de los puntos de vertido de residuos y los diferentes tipos de residuos, las precauciones con las sustancias peligrosas y las medidas a tomar en caso de derrames accidentales y las medidas en caso de situaciones de emergencia.

Para ello se realizará una campaña de formación al inicio de la obra a la que deberá asistir la totalidad del personal.

Prevención de la afección a elementos arqueológicos y paleontológicos

Durante las excavaciones, explanaciones, o cualquier momento de la obra en la que se realicen retiradas del suelo y los materiales subyacentes, cabe la posibilidad de producir la destrucción de elementos arqueológicos o paleontológicos no conocidos.

Para evitarlo, las obras mencionadas, y especialmente la explanación de las zonas de ocupación temporal del parque de obra y el resto de instalaciones provisionales, la apertura de empréstitos y la excavación del Túnel y las galerías de emergencia, se realizarán bajo la supervisión de un equipo formado por al menos un arqueólogo y un paleontólogo con experiencia en el seguimiento de obras.

Con anterioridad al inicio de las obras y en coordinación con la autoridad administrativa de protección del patrimonio de cada país, el Contratista presentará sendos programas de actuación arqueológica y actuación paleontológica, redactados por un arqueólogo y un paleontólogo respectivamente, que sean compatibles con el plan de obra.

El programa arqueológico deberá considerar la inspección de todas las zonas en las que se estén realizando excavaciones a cielo abierto, por debajo de la cota natural de los terrenos. Se incluirán las zonas en las que se realicen explanaciones, es decir, remoción de las capas superficiales del terreno para dejar una superficie plana. Estas zonas serán principalmente las excavaciones en trinchera de los falsos túneles, las áreas de las plazas de obra, parques de maquinaria y los empréstitos, pero también cualquier remoción del terreno necesaria en la obra y que no esté incluida en la planificación inicial. El programa contendrá las iniciativas a adoptar en el caso de afloramiento de algún hallazgo, incluyendo la comunicación del mismo a las autoridades de protección patrimonial. El experto arqueólogo deberá realizar un informe de cada unidad de obra (empréstito, falso túnel, zona de obras) una vez que se finalicen los trabajos de excavación o remoción de tierras, dando cuenta de los resultados obtenidos y, en su caso, de las comunicaciones mantenidas con la autoridad de protección patrimonial.

El programa paleontológico deberá considerar la inspección inicial del Túnel Caracoles después de la retirada de los recubrimientos y antes del comienzo de las excavaciones y el análisis visual de muestras de material excavado en el túnel, de forma periódica, en aquellos tramos donde haya alguna probabilidad de encontrar restos paleontológicos, así como un plan de actuación en caso de hallazgo de restos. Los trabajos de paleontología se realizarán con la siguiente secuencia:

- ◆ Trabajo de escritorio, analizando la información geológica existente.
- ◆ Inspección inicial del Túnel y elaboración de informe de inspección.
- ◆ Tramificación del Túnel, en tramos de probabilidad de aparición de restos paleontológicos. A partir de esta tramificación, se propondrá las frecuencias de tomas de muestras, y las cantidades de material a muestrear en cada uno de los tramos, así como los análisis que deben ser realizados.
- ◆ De forma mensual, se elaborará un informe con el número de muestras realizadas, las cantidades de material analizado, los resultados obtenidos y en su caso, las comunicaciones con la autoridad de protección patrimonial.
- ◆ Los posibles hallazgos se informarán de inmediato a la autoridad de protección patrimonial, siguiéndose las indicaciones que ésta proporcione al respecto.

Los expertos arqueólogo y paleontólogo supervisarán las actuaciones en caso de hallazgo, cumpliendo las órdenes de las autoridades, y en coordinación con la Dirección de la obra. Los trabajos de inspección y en su caso, documentación y estudio de restos y recuperación de los mismos, se efectuarán con todas las garantías desde el punto de vista científico. En el caso de que el hallazgo se produzca en un empréstito, se dejará un margen de seguridad adecuado, o, a criterio de los expertos y de acuerdo con la Dirección de Obra, y dado que se han localizado varias zonas alternativas de posibles empréstitos, se parará totalmente la excavación en esta zona.

Los trabajos de seguimiento arqueológico y paleontológicos se realizarán con la mayor rapidez, de forma que sean compatibles con el Plan de Obra. También se coordinará con el responsable del Seguimiento Ambiental de la Obra, al que se mantendrá informado de todas las actuaciones, entregándole copia de los informes elaborados.

IV.II.9.1.1. Monitoreo superficial en las proximidades de glaciares para control de vibraciones producidas por voladuras

No se esperan movimientos apreciables en la superficie como consecuencia de las voladuras, y por tanto, no se esperan efectos negativos en las formaciones glaciares.

No obstante, y teniendo en cuenta la protección legal que ambos países prestan a los glaciares, por su interés paisajístico y ecológico y como reservorio de agua, se propone como medida de prevención el seguimiento de los movimientos en superficie originados por las voladuras en las proximidades de los tres glaciares más próximos a los túneles, que se ubican en la parte chilena.

Con suficiente antelación al inicio de las voladuras en el Túnel Caracoles el contratista propondrá un plan de monitoreo mediante registro sismográfico en superficie que permita garantizar la ausencia de afecciones en los glaciares ubicados en el sector chileno. Dicho plan deberá ser aprobado por la Inspección Fiscal, y ser plenamente operativo en el momento de inicio de la excavación mediante el sistema de perforación y voladura

El registro sismográfico se tomará en superficie, en puntos próximos a los glaciares, durante la excavación con voladuras en el interior de los túneles. Se establecerán unos umbrales de actuación y se informará regularmente a la Dirección de Obra de los resultados obtenidos. Los informes correspondientes se unirán a la documentación del seguimiento ambiental de la obra.

Vallado de las zonas de actividad

Todas las zonas con actividad de obra se vallarán mediante vallado opaco con un doble fin: limitar los movimientos del personal y la maquinaria restringiéndolo a las zonas aprobadas y así minimizar la afección a las superficies adyacentes, y mantener una imagen adecuada hacia la población cercana y los usuarios del Paso Fronterizo.

Jalonamiento en zonas que no puedan ser valladas

Las zonas como empréstitos o botaderos que no puedan ser valladas, se jalonarán para evitar la explotación o vertido en zonas limítrofes. El jalonamiento se efectuará mediante colocación de jalones (barras metálicas de unos 1,50 m de altura) cada 8 m y de malla de cerramiento de plástico entre ellos. El jalonamiento provisional será claramente visible, consistente y de difícil desplazamiento.

La circulación de personal y de maquinaria se restringirá a la zona acotada y no se permitirá en las zonas exteriores a ella. Será preciso, en particular, un control de la actividad de la maquinaria, restringiendo ésta a la franja de actuación establecida, de manera que se evite que las alteraciones se produzcan más allá de la zona comprendida por la obra.

El jalonamiento será retirado una vez situado el cerramiento definitivo de la zona, y en todo caso, al final de la obra no deberán quedar rastros de la cinta o los jalones.

Accesos

Dada la amplia red de caminos existentes, en principio no será necesaria la utilización de accesos temporales de obra. Por lo tanto, no podrán abrirse nuevos viales de acceso y se utilizarán únicamente como accesos y rutas de movimiento de las obras, los viales y caminos preexistentes. Si por cualquier motivo se requiere el acceso a zonas sin camino, se deberá justificar la no afección a sus recursos naturales y se implementarán medidas de mitigación necesarias.

La salida de vehículos desde zonas de obra, empréstitos o botaderos que estén embarradas, hacia las carreteras públicas precisará la limpieza de sus ruedas con el fin de no llenar de lodo las vías públicas. En caso necesario, se implementará un sistema a la salida de estas zonas, con sistemas de remoción y limpieza del barro de las ruedas, bien de forma mecánica, mediante rejillas en el suelo, o limpieza mediante agua.

Los caminos preexistentes deteriorados por la circulación de vehículos de las obras durante la fase de obra, deberán ser restaurados por cuenta del contratista a sus condiciones originales.

Protección atmosférica

◆ Humectación de superficies pulverulentas

Con el fin de prevenir y minimizar el efecto del polvo sobre la vegetación y las propiedades cercanas y no dificultar el tránsito por la carretera, se mantendrán húmedas las superficies susceptibles de producir emisiones de polvo.

Para ello se realizarán riegos periódicos de caminos de paso de maquinaria, acopios, y en general en aquellas zonas en las que tengan lugar movimientos de maquinaria y vehículos o de tierras, incluyendo todos los caminos de acceso a obra.

Se realizará con la frecuencia necesaria, dependiendo de las características del suelo y de las condiciones climatológicas y de humedad del suelo, durante las operaciones que impliquen la excavación y carga de materiales y el transporte de los mismos, así como el movimiento de maquinaria y vehículos de transporte sobre viales de tierra.

Si es necesario, y con el fin de ahorrar agua, se emplearán aditivos humectantes y apelmazantes.

Se trata en definitiva de mantener el sustrato en las condiciones de humedad requeridas para evitar la formación de polvo cuando se produzcan las operaciones de obra que la puedan ocasionar.

◆ Transporte de materiales pulverulentos

Los materiales susceptibles de emitir polvo a la atmósfera se transportarán y acopiarán tapados. Las posibles tolvas de material pulverulento incluirán mangas o sistemas de contención de materiales durante el llenado de camiones.

◆ Barreras temporales de filtrado de polvo

Si a lo largo de la obra existen momentos de excesiva producción de polvo, a pesar de las medidas mencionadas anteriormente, se instalarán barreras temporales de filtrado del polvo (mallas tipo Raschel) en zonas puntuales.

Riego de zonas vegetales cubiertas de polvo

Si en las inspecciones se comprueba que la vegetación adyacente a una zona de producción de polvo se ha contaminado con éste, se realizará un riego con agua de toda la vegetación contaminada. El riego se realizará con precaución de forma que no se dañen los ejemplares.

Prevención de aumento de niveles sonoros

El ruido esperable durante la ejecución de las obras analizadas tiene como fuentes fundamentales, las siguientes:

- ◆ La voladura de materiales rocosos y retirada de materiales arrancados.
- ◆ La maquinaria de movimiento de tierras, carga y transporte de materiales sobrantes de excavación, maquinaria de acomodo, extensión y compactación de tierras, niveladoras y traillas, excavadoras, dumpers, etc.
- ◆ El movimiento de vehículos auxiliares de obra, como automóviles, vehículos de transporte de personal, maquinaria auxiliar de control de obra, etc.
- ◆ La actividad de instalaciones auxiliares de obra como plantas de machaqueo y clasificación de áridos, parques de maquinaria, talleres, etc.

Elección y mantenimiento de la maquinaria

Para prevenir posibles afecciones, se proponen las siguientes medidas:

- ◆ La maquinaria de obra estará homologada según la normativa vigente que regula los niveles de emisión de ruidos de la maquinaria de obra. Se aplicarán las medidas pertinentes de mantenimiento de la maquinaria, haciendo especial incidencia en el empleo de silenciadores homologados por las empresas constructoras de los mismos y en el paso por revisión técnica en los plazos reglamentarios.
- ◆ Se realizarán las revisiones y labores de mantenimiento en la maquinaria de obra para asegurar una emisión de ruido dentro de los niveles aceptables.
- ◆ Se utilizará preferentemente maquinaria con especificaciones de bajos niveles de ruido en funcionamiento en los regímenes normales de obra (a partir de los datos aportados por los fabricantes) e insonorizada, en lo posible, según normativa específica.

Apantallamiento móvil perimetral

Si se comprueba que es necesario, se instalarán dispositivos de protección en el interior del túnel durante las labores de excavación mediante explosivos. Este apantallamiento se colocará en las cercanías del frente de extracción de áridos.

Apantallamiento en elementos ruidoso de la plaza de obras

Si se comprueba que es necesario, se instalarán dispositivos de protección sonora en los elementos más ruidosos de las plantas auxiliares de obra. Los citados dispositivos procurarán protección a la transmisión del ruido situándose alrededor de las tolvas de descarga, la maquinaria de trituración de áridos, las unidades dosificadoras y amasadoras, etc.

Restricción de actividades de obra por motivo de ruido

Se limitará la velocidad máxima de los vehículos y de la maquinaria utilizados.

Limpieza y mantenimiento de las zonas de obra

Todas las zonas se mantendrán limpias y ordenadas, tanto en su interior como en su exterior. Para ello se establecerán claramente la división de trabajos en el interior de las zonas, señalando las vías de tránsito, las zonas de almacenaje de residuos, etc.

Todas las medidas de vallado, jalonamiento, almacén de residuos peligrosos, etc., precisan de labores de mantenimiento a lo largo de la obra. Deberá establecerse una inspección periódica que compruebe su estado.

Señalización

Con el fin de mantener informado al público en general y a los usuarios del Paso Internacional en particular, se ubicarán carteles a la entrada de las plazas de obras con el nombre del Proyecto y otros datos de interés.

Se mantendrán señalados adecuadamente las áreas de obras, restricción del paso a personal autorizado, desvíos provisionales, tramos de velocidad restringida.

Mantenimiento de servicios y pasos

La obra debe ser compatible con el uso del Paso Internacional.

Se establecerán Planes de Manejo para las situaciones de desvíos y cortes de tránsito.

Se cuidará de que la obra no interrumpa accesos a otros caminos.

IV.II.10. MEDIDAS EN LAS PLAZAS DE OBRA

Antes del comienzo de la obra, el Contratista establecerá un Plan de Manejo de Plaza de obras o Instalaciones de faena, que incluirá la gestión de los residuos de obra y el seguimiento arqueológico en caso de excavaciones o retirada de suelos.

Instalación de una zona impermeabilizada

Las instalaciones de obra que presenten riesgo de derrames de líquidos contaminantes se deberán ubicar sobre un terreno impermeabilizado, con el fin de evitar que los derrames accidentales pasen a ser absorbidos por el suelo.

Algunas de las instalaciones con peligro de derrames son las zonas de acopio de materiales con sustancias peligrosas, la zona de estacionamiento de maquinaria o parque de maquinaria, los puntos de suministro de combustibles, los talleres y el almacén de RILES.

En el caso en que las instalaciones de obra se ubiquen sobre suelo natural, antes del establecimiento de instalaciones se construirá una base impermeable, que puede ser una losa de hormigón, o situando geotextiles adecuados sobre suelo compactado.

Una vez finalizadas las obras, se procederá al desmantelamiento de estas superficies, retirando los elementos extraños, y procediendo a la restauración morfológica de la zona afectada.

Gestión de residuos

Todos los residuos generados por la obra, con la excepción de las tierras limpias de la excavación, serán llevados a botaderos controlados y autorizados en el exterior de la zona de estudio. En el ámbito de las obras no podrán establecerse botaderos de ningún tipo de carácter permanente. Cualquier acumulación de residuos se deberá retirar al finalizar las obras.

En las plazas de obras se habilitarán espacios para el almacenaje adecuado de los residuos generados por la obra. Los residuos se separarán en origen con el fin de facilitar en lo posible el reciclaje de los mismos. Para ello se dispondrá de todos los contenedores adecuados, con una señalización sencilla que indique a qué tipo de residuo corresponde cada uno de los contenedores. Se separarán al menos metales, madera, papel y cartón y plásticos.

Los residuos peligrosos serán separados en origen, almacenados siguiendo la normativa para el almacén temporal de residuos peligrosos, y gestionados directamente por un gestor autorizado.

Los residuos peligrosos se dispondrán en un alojamiento especial, protegido de las condiciones meteorológicas, con el suelo impermeabilizado. Los residuos peligrosos líquidos se dispondrán en barriles sobre cubetos de recogida de vertidos en caso de accidente.

En ningún caso se realizarán vertidos directos al terreno.

Los residuos asimilables a urbanos deberán ser trasladados al botadero o planta de reciclaje más próxima, para lo cual se deberán pedir los necesarios permisos municipales o de la autoridad competente.

A lo largo de todas las fases de la obra se llevará el archivo documental de la gestión de los diferentes tipos de residuo: contratos con gestores autorizados, y los resguardos y facturas correspondientes a cada uno de los servicios realizados durante la obra, en los que se haga constar al menos la fecha de retirada del residuo, la naturaleza del mismo, su peso o volumen, y la gestión final que se prevé.

Retirada de residuos de fibrocemento con asbestos

Al inicio de las obras, durante la etapa de desmontaje del revestimiento del túnel, será preciso retirar las placas de fibrocemento empleado para impermeabilizar el túnel en 533 m de longitud. Se estima que debe retirarse un total de 7.462 m² de placas de fibrocemento, unas 90 toneladas, que ocupan un volumen aproximado de 70 m³.

Debido a que se trata de asbestos en estado friable (material en mal estado de conservación, que se rompe fácilmente liberando fibras de asbestos al ambiente), su retirada es una actividad peligrosa, y se debe realizar con un equipo especial de seguridad. Su retirada, almacén temporal, transporte y disposición final precisan de autorización administrativa previa, y solo puede ser realizada por agentes autorizados, normalmente empresas especializadas en la retirada, manejo y transporte de este tipo de residuos, que cuentan con trabajadores capacitados y equipaciones adecuadas.

Las acciones que deben llevarse a cabo son las siguientes:

- ◆ Solicitud de autorización para la realización del trabajo.
- ◆ Una vez resuelta la autorización, se realizará una inspección para documentar la cantidad de placas a retirar y las formas de sujeción a las paredes del túnel y señalar las zonas.
- ◆ En el lugar sólo podrán encontrarse los trabajadores que realizarán dichas faenas, que serán especialistas capacitados.
- ◆ Se deberán utilizar Elementos de Protección Personal (EPP): Protección respiratoria como máscara de medio rostro con filtro P100 o tipo P3 u otra de igual o mejor calidad; ropa de trabajo que cubra completamente el cuerpo, como buzo desechable con capucha y cubre calzado; zapatos de seguridad; guantes de seguridad; lentes o gafas de seguridad; casco de seguridad. Los EPP estarán certificados para trabajos en altura o bajo tierra.
- ◆ Humectar materiales de asbestos-cemento previo a su retiro con solución jabonosa o solución acuosa de líquido encapsulante como disolución de agua y látex vinílico al 20%, utilizando equipo que permita aplicación de agua a baja presión (ejemplo: bomba manual de espalda) para evitar desprendimiento de fibra.
- ◆ Para mover materiales de asbestos-cemento, ya sea para izarlos o bajarlos, se deben utilizar cuerdas, eslingas u otros equipos de amarre o maquinaria, de manera de evitar su rompimiento, especialmente no se deben tirar ni dejar caer a distinto nivel. No se deben utilizar máquinas de alta velocidad ya que estas acciones generan liberación de fibra.
- ◆ Las planchas no se deben: aserrar, lijar, cortar, golpear o taladrar.

- ❖ Una vez retirados los materiales de asbesto-cemento, deben ser envueltos en plástico de al menos 80µm de espesor, u otro tipo de envoltorio o encapsulado, pero de igual o mejor calidad, y ser etiquetados: En todo caso, las bolsas u otros sistemas utilizados deben ser suficientemente resistentes de manera de permitir el transporte y disposición final de estos residuos sin su rompimiento.
- ❖ Tras ser retirados los materiales, las estructuras donde se encontraban afianzadas deben ser cuidadosamente limpiadas con paños húmedos o aspiradoras con filtros HEPA de manera de que no quede fibra de asbesto. Tanto los paños como los filtros HEPA deben ser eliminados como residuos en bolsas etiquetadas de igual forma que el resto de los residuos de materiales con asbesto.
- ❖ Respecto de la zona utilizada para el almacenamiento temporal de las planchas de asbesto cemento estas deberán ser señalizadas para evitar que personas ajenas transiten por el lugar.
- ❖ Todos los elementos de protección personal “desechables” deberán ser eliminados junto con el resto de residuos generados
- ❖ Los residuos generados deben ser transportados por empresas autorizadas para transportar residuos.
- ❖ Para la disposición final de residuos, se debe solicitar Autorización.
- ❖ Los residuos de asbesto-cemento no se deben disponer como material inerte de relleno en la recuperación de pozos de áridos.

Mantenimiento de la maquinaria

Durante todas las fases de la obra las operaciones de mayor riesgo contaminante, que son en general las de mantenimiento de maquinaria, se llevarán a cabo en instalaciones apropiadas, acondicionadas para este fin.

Las instalaciones estarán dotadas de una plataforma completamente impermeabilizada, con los fosos, drenajes y arquetas necesarios para la recogida de vertidos accidentales. Las aguas residuales procedentes de ellas se someterán a sistemas para desbaste y decantación de sólidos y sólo podrán ser vertidas a los cauces de agua si no igualan o sobrepasan los valores establecidos por la legislación vigente en materia de vertidos. El seguimiento de la calidad de estas aguas se efectuará a través del Programa de Vigilancia Ambiental.

Se respetarán estrictamente los plazos de revisión de motores y maquinaria, y el repostaje y los cambios de aceite se efectuarán únicamente en las instalaciones previstas para este fin.

De la misma forma, el lavado de la maquinaria se realizará exclusivamente en los lugares destinados al efecto, dotados de suelo impermeabilizado y de sistema de recogida de las aguas utilizadas.

Medidas de protección de los suelos y las aguas

En el recinto en el que se ubicarán las instalaciones de la obra, pueden producirse vertidos líquidos que deben controlarse para evitar contaminaciones. Los vertidos que pueden producirse tienen diversos orígenes: arrastres por aguas pluviales, aguas sanitarias de las instalaciones de obra, aguas procedentes de la limpieza de los elementos del hormigonado y de su fabricación (amasadora, cubas de transporte de hormigón, canaletas de vertido, etc.). Este tipo de agua, con partículas de cemento en suspensión, tiene un pH muy alto que será necesario corregir antes de su vertido a cauces. vertidos accidentales de residuos peligrosos procedentes de las labores de mantenimiento de la maquinaria (aceites, grasas, combustibles, etc.) y agua contaminada procedente de las bocas del túnel.

Para evitar el deterioro de la calidad de las aguas por el riesgo de vertido de sustancias potencialmente contaminantes se llevarán a cabo las siguientes medidas de prevención:

Los vertidos accidentales de aceites, combustibles u otras sustancias serán recogidos de forma inmediata y almacenados en depósitos, bidones o cualquier otro sistema apropiado, para su gestión como residuo peligroso. Para la recogida de derrames se preverá la existencia en obra de trapos o tierras absorbentes de tipo sepiolita, que se emplearán de forma inmediata para prevenir la extensión de la contaminación. En caso de derrames sobre tierra, se almacenará como residuo toda la tierra que contenga el contaminante.

Se habilitará una superficie impermeabilizada y aislada del resto de las superficies para el lavado de cubetas con hormigón, que permita la recogida de los residuos del lavado. La limpieza de la canaleta para el vertido de hormigón se realizará de forma manual, sin empleo de agua. El lavado de las cubas de hormigón solo se realizará dentro de la zona impermeabilizada con solera de hormigón.

Los servicios higiénicos del personal almacenarán los residuos en compartimentos estancos, de forma que un gestor de residuos autorizado pueda recoger las aguas fecales periódicamente para su gestión. Para ello pueden emplearse depuradoras móviles o baños-compost.

Las aguas de salida del túnel se conducirán a una balsa de decantación de sólidos a la que el agua de escorrentía llegará tras atravesar una arqueta separadora de grasas. Periódicamente se limpiará la arqueta desengrasante de forma manual, almacenando los residuos generados como residuos peligrosos. También de forma periódica se recogerá el agua del decantador de sólidos, mediante camión cisterna y, a menos que se determine que contiene sustancias peligrosas, se reutilizará para la humectación de instalaciones y caminos de acceso. Los sólidos depositados en el fondo de la balsa; de naturaleza inorgánica e inertes, se trasladarán periódicamente en la zona de acopio de materiales inertes.

Medidas de protección del patrimonio histórico-cultural

La Estación de Caracoles (lado chileno) será protegida durante la obra mediante un vallado similar al colocado en el perímetro de la plaza de obras, con el fin de protegerlo durante la obra, sobre todo del paso de la maquinaria pesada.

Se respetará a lo largo de la obra el acceso al inicio del tramo del Camino del Inca (lado chileno) de forma que se mantenga abierto. Si en algún momento esto no fuera posible, se debería crear un acceso secundario de forma temporal.

IV.II.11. MEDIDAS EN EMPRÉSTITOS Y BOTADEROS

El Contratista establecerá un Plan de Manejo de empréstitos y botaderos que establezca como van a ser utilizados a lo largo de la obra. Para ello se tendrá en cuenta que algunas de estas zonas deben quedar operativas para su utilización durante la Fase 2 del Proyecto de Refuncionalización del Paso Internacional.

Estos Planes de Manejo deberán ser aprobados por la autoridad ambiental de los respectivos países.

Paso sobre el río Juncalillo

Si se precisa el uso de los botaderos ubicados al otro lado del río Juncalillo, se deberá instalar un paso seco sobre el río para los camiones. Este paso tendrá dimensiones adecuadas al volumen del caudal del río, tanto en anchura como en altura. Para la realización del paso se elegirá un punto de cruce que haya sido utilizado previamente, con el fin de no alterar el cauce, y para dañar lo menos posible a la vegetación de los ríos.

Este paso deberá ser desmantelado al final de las obras, y sus materiales llevados a un botadero controlado.

Medidas de protección del patrimonio histórico-cultural.

Con el fin de no dañar el patrimonio arqueológico, los Planes de Manejo deberán incluir el seguimiento arqueológico de las obras de excavación y un plan de actuación ante el hallazgo fortuito de ruinas, yacimientos o piezas de carácter histórico, arqueológico o paleontológico. Este plan debe darse a conocer especialmente a los maquinistas y resto de personal que deba trabajar en los empréstitos.

Jalonamiento de las áreas de extracción y vertido.

Antes de su aprovechamiento, las zonas de empréstito y botadero se jalonarán adecuadamente.

Protección de los acuíferos

Durante la extracción de áridos en los empréstitos E-2 (lado chileno) y E-1 y E-2 (lado argentino) se debe dejar un margen de precaución al operar en los empréstitos situados junto a los ríos, sin llegar a agotar el material sobre el nivel freático.

Esto debe ser tenido en cuenta en los Planes de Manejo correspondientes.

En el caso de que se llegue por error a la capa freática, se deberá cubrir rápidamente con material procedente de otras zonas del mismo empréstito, para evitar cuanto antes la formación de una lámina de agua

Disposición general de los materiales y restauración morfológico-paisajística

Los materiales de los botaderos se dispondrán en capas para ir elevando la superficie, cuidando de no crear taludes con demasiada pendiente y por tanto, inestables.

Igualmente, la extracción de los empréstitos se realizará de forma que no se inestabilice la zona. En ambos casos existe el riesgo de crear taludes de mayor pendiente a la admitida por el tipo de depósito, con el problema de erosión y arrastres de tierras hacia cursos de agua y carreteras, o de superar la altura de los terrenos colindantes.

Se evitará la creación de puntos de acumulación de agua sin drenaje.

Al final de su utilización se debe conseguir un acabado del relieve que realice un buen desagüe de las precipitaciones, sin procesos erosivos, y con formas acordes con las de los terrenos circundantes.

La restauración morfológico-paisajística tendrá en cuenta que algunas de estas zonas podrán utilizadas en la Fase 2 del Proyecto de Refuncionalización del Paso Internacional, cuyo proyecto deberá tener en cuenta la adecuada restauración y acabado de los botaderos y empréstitos utilizados.

Compensación de tierras en los botaderos-empréstitos

Las áreas que van a ser manejadas a la vez como botaderos y como empréstitos precisan de una planificación especial con el fin de que se boten al menos tantas tierras como se extraigan del empréstito.

Debido a que en obra se precisa primero del botadero para depositar los materiales de la excavación, y posteriormente del empréstito, deberá delimitarse una zona como botadero en la que se acumule todo el material que después rellenará el empréstito, en terraplén de una altura que la altura final deseada. También será relevante conocer cuáles son las mejores zonas para el empréstito, de forma que queden libres de los rellenos del botadero, al menos hasta que finalice la obra. La sucesión de los trabajos sería la siguiente:

- ◆ Señalización de la zona de botadero.
- ◆ Relleno del botadero hasta gran altura.
- ◆ Extracción de las tierras de empréstito
- ◆ Extensión de los materiales acumulados en el botadero provisional por la superficie del empréstito.
- ◆ Restauración morfopaisajística del área dejando un acabado similar a los terrenos limítrofes.

IV.II.12. MEDIDAS EN TOMAS DE AGUA

Medidas preventivas

Las tomas de agua requerirán el permiso previo de la autoridad responsable de aguas.

Para minimizar los efectos ambientales de esta acción será necesario que tanto el punto de toma como el camino de acceso a la misma sea inspeccionado previamente por un especialista ambiental, que seleccione puntos de toma y accesos sin vegetación de interés, utilizar siempre el mismo acceso a la toma, extremar las precauciones al introducir la toma en cauce con el fin de no producir turbidez o alteración del lecho, y retirar cualquier resto de tubería o cualquier otro material una vez finalizadas las obras.

Monitoreo de cursos de agua durante las obras

El monitoreo de los cursos de agua forma parte del Seguimiento Ambiental de la Obra y por tanto será el técnico responsable del seguimiento ambiental el encargado de realizar o hacer que se realicen correctamente estos trabajos, siempre en coordinación con el Director de Obra.

Con anterioridad al inicio de las obras se inspeccionarán los cursos de agua para seleccionar las zonas de los puntos provisionales de toma, de forma que la pequeña obra afecte en la menor medida posible a la vegetación de ribera y al cauce. Antes de situar la instalación de la toma y de inicio de las obras se tomarán las primeras muestras de agua, cuyas analíticas servirán como línea base de este recurso ambiental.

El punto de toma de muestras para verificar la toma provisional será siempre el mismo para cada cauce muestreado, y será una zona de fácil acceso, con la menor densidad vegetal posible, y aguas abajo del punto de toma provisional.

Un segundo punto de toma de muestras se establecerá aguas abajo de la obra, en los cauces paralelos a la carretera, es decir, el río de las Cuevas, en Argentina, y el Juncalito, en Chile, de forma que se puedan monitorear posible contaminación debida a derrames.

A lo largo de la obra se tomarán las siguientes muestras:

- ◆ Chile. En total 10 muestras, distribuidas de la siguiente forma:
 - ◆ Una muestra al inicio de la obra, antes de la instalación de la toma provisional de agua, en cada uno de los dos cauces en los que se colocará la instalación.
 - ◆ Una muestra en el Juncalito, a unos 100 m aguas abajo de la entrada al Túnel, antes del inicio de las obras.
 - ◆ Una muestra a lo largo de la obra, aguas abajo de la toma provisional.
 - ◆ Dos muestras a lo largo de la obra, de forma periódica, en el río Juncalito.

- ◆ Tres muestras al final de la obra, después de la retirada de la instalación de la toma provisional de agua, respectivamente en los cauces de la toma provisional, y en el río Juncalito.
- ◆ Argentina. En total 8 muestras, distribuidas de la siguiente forma:
 - ◆ Una muestra al inicio de la obra, antes de la instalación de la toma provisional de agua, en el cauce en el que se colocará la instalación.
 - ◆ Una muestra en el río de las Cuevas, a unos 100 m aguas abajo de la entrada al Túnel, antes del inicio de las obras.
 - ◆ Dos muestras a lo largo de la obra, aguas abajo de la toma provisional.
 - ◆ Dos muestras a lo largo de la obra, de forma periódica, en el río de Las Cuevas.
 - ◆ Dos muestras al final de la obra, después de la retirada de la instalación de la toma provisional de agua, respectivamente en el cauce de la toma provisional, y en el río de Las Cuevas.

Las analíticas incluirán al menos:

- ◆ pH.
- ◆ Salinidad.
- ◆ Sólidos en suspensión.
- ◆ Hidrocarburos totales.
- ◆ Aceites.
- ◆ DBO (carga orgánica)

Los resultados de los análisis se incluirán en los informes de seguimiento ambiental.

En el caso de que alguno de los parámetros analizados esté por encima de los niveles permitidos por la legislación, o se aleje de la línea base que se ha establecido, el responsable del seguimiento ambiental de obra deberá analizar el origen de la posible contaminación, comunicando al Director de Obra la necesidad de implementar las medidas adecuadas para eliminar la fuente de contaminación y si es necesario, remediar la contaminación causada.

IV.II.13. CONSIDERACIONES PARA EL ABANDONO DE LAS ACTIVIDADES DE OBRAS

Una vez finalizadas las obras se procederá a la retirada de sobrantes y residuos de obra para dejar los terrenos ocupados completamente desocupados de restos de la obra.

La medida consistirá en la retirada y transporte a un botadero autorizado, de todos los residuos y sobrantes de obra existentes en las zonas de actuación como consecuencia de las obras; y los restos procedentes de la ejecución de las distintas unidades de obra: embalajes, restos de materiales, piezas o componentes de maquinaria, restos de utensilios, herramientas o equipo de labores manuales, envases y restos de envases, etc.

La retirada de los residuos se considera necesaria como medida para favorecer la integración ambiental del Proyecto y conseguir la solución estética favorable del conjunto propia de un buen acabado de obra.

Los excedentes de tierras limpias podrán ser empleados para conseguir que los terrenos previamente explanados recuperen formas onduladas más parecidas a las naturales de las áreas circundantes.

La medida es de aplicación a la totalidad de las zonas de obra, tanto en el ámbito de las plazas de obra como en empréstitos y botaderos, y cualquier otra zona utilizada para situar elementos auxiliares de obra.

IV.II.13.1. MANEJO DE PASIVOS AMBIENTALES

Tal como se indica en el Inventario ambiental, los pasivos ambientales localizados en el área de estudio son antiguos empréstitos y/o botaderos, cuyo manejo se describe en el punto IV.II.10 (Medidas en las Plazas de Obra) y IV.II.11 Medidas en empréstitos y botaderos.

De cualquier forma, la restauración morfológico-paisajística de algunas de estas zonas no podrá finalizarse hasta la Fase 2 del Proyecto de Refuncionalización del Paso Internacional, debido a que seguirán siendo utilizadas en esta segunda Fase del Proyecto.

IV.II.13.2. MANEJOS DEL RIESGO DE DESASTRES NATURALES

El área de desarrollo del Proyecto de Refuncionalización Integral del Paso Sistema Cristo Redentor se sitúa enteramente en una zona de alta montaña, con altitud entorno a los 3.100 msnm. En esta área se presentan fundamentalmente dos tipos de riesgos naturales: Eventos de remoción en masa, ocasionados por la actividad sísmica y avalanchas de nieve, produciéndose en las épocas de precipitaciones y derretimientos de nieve flujos de detritos y barro que pueden alcanzar la carretera.

El Contratista deberá desarrollar anteriormente al inicio de las obras, y sujeto a la supervisión de las Direcciones de Vialidad y del BID, un **Plan de Manejo de Riesgos de Desastres Naturales**.

Los objetivos de este Plan serán los siguientes:

- ◆ Promover medidas preventivas y mitigatorias para potenciales impactos de desastres y amenazas naturales y suministrar los medios necesarios para llevar a cabo dichas medidas.
- ◆ Preparar las medidas necesarias para salvar vidas y evitar daños; responder antes, durante y después de las emergencias y establecer un sistema que permita la recuperar la situación y volver a la normalidad en un tiempo razonable.

- ❖ Divulgar información relevante y oportuna a los trabajadores del proyecto y a las comunidades afectadas, sobre los potenciales riesgos asociados a desastres naturales, así como las medidas preventivas y mitigatorias para reducir los impactos.
- ❖ Establecer los lineamientos del Programa de Iniciación y Entrenamiento en prevención y atención de emergencias dirigido a los trabajadores del Proyecto.

Las Direcciones Nacionales de Vialidad (DNV) son las responsables, a través del Contratista, de llevar a cabo la implementación de las acciones descritas en el Plan de Manejo de Riesgos de Desastres Naturales, para lo que deberá realizar una supervisión adecuada de las acciones del Contratista. Las DNV de cada país serán responsables de la coordinación con las autoridades municipales y provinciales en caso de emergencias por desastres naturales.

Los servicios municipales de Defensa Civil deberán actuar en caso de desastres naturales, con el fin de proveer los recursos y las acciones necesarias para dar respuesta a dichas emergencias, en conjunto con la Dirección Nacional de Vialidad. En caso de que los recursos de los servicios municipales de Defensa Civil no sean suficientes para dar respuesta a los hechos, o que el desastre o amenaza natural afecte más de un municipio y se considere necesario, los servicios provinciales de Defensa Civil tomarán acción. Si el desastre tuviera afectación a nivel nacional, intervendrá la Dirección General de Defensa Civil y el resto de los organismos previstos por la normativa de respuesta a desastres de ambos países.

El Plan de Manejo de Riesgo de Desastres Naturales incluirá la siguiente información:

- ❖ Análisis del riesgo: estudio sistemático y previo a la ocurrencia del hecho que consiste en la reunión y el procesamiento de la información suficiente y necesaria para caracterizar tanto a la amenaza como a la población vulnerable, el momento, lugar y lapso de la interacción, para una escala espacial dada y para una magnitud determinada.
- ❖ Acciones de Prevención del riesgo, dirigidas a eliminar el riesgo, ya sea evitando la ocurrencia del evento o impidiendo los daños.
- ❖ Acciones de Respuesta ante la ocurrencia del riesgo para reducir, atenuar o limitar los efectos generados por la ocurrencia de un evento.
- ❖ Acciones tras el episodio de emergencia.
- ❖ Recuperación y reconstrucción: Conjunto de acciones posteriores a un evento adverso que busca el restablecimiento de condiciones adecuadas.
- ❖ Entrenamiento en respuestas de emergencia.
- ❖ Monitoreo y mejora del Plan.

A continuación, se analiza esta información para el Proyecto de Refuncionalización Integral del Paso Sistema Cristo Redentor.

Análisis de riesgos

Los principales riesgos naturales identificados en la zona están relacionados con la acumulación de nieve y los sismos. Se pueden producir avalanchas de nieve y, durante los momentos de deshielo, avalanchas o corrimientos con barro y rocas. Los sismos constituyen un riesgo en sí mismos, además de propiciar o empeorar los anteriores.

La comunidad más cercana se trata de Las Cuevas, aunque también se deberá tener en cuenta, en caso de desastres naturales, las personas que trabajan en los edificios de Vialidad a ambos lados del paso, y en el peaje y el restaurante cercano en el lado argentino, así como los usuarios de la carretera.

En el Inventario Ambiental del Informe Ambiental se han identificado, a partir de informes históricos, la configuración del relieve y la geología de la zona, las principales rutas de avalanchas, que se deberán tener en cuenta para la redacción del Plan. Se prevé que, en caso de ocurrencia de avalanchas en estas rutas, no supondrán problemas directos en la obra.

El Contratista tendrá identificados estos riesgos, así como a las autoridades locales, provinciales y nacionales que deberán intervenir para disminuir las consecuencias negativas de un potencial desastre natural. El Contratista tendrá canales de comunicación directa, o través de las autoridades de vialidad, con los responsables en caso de ocurrencia de desastres naturales.

Procedimiento y medidas de prevención del riesgo

Los procedimientos y medidas de prevención más importantes son las siguientes:

- ◆ Situar las zonas de trabajo fuera de las rutas de avalancha. Identificar el resto de los factores de riesgo.
- ◆ A lo largo de toda la obra, y especialmente en los meses invernales, el Contratista dispondrá de medidas alternativas de prevención y mitigación que reduzcan la vulnerabilidad ante los problemas de nieve y hielo en la calzada, en coordinación con las Direcciones de Vialidad, y de acuerdo con la red de emergencia de la zona. Las medidas incluirán el seguimiento de las previsiones meteorológicas, la retirada de nieve de la calzada, la aplicación de arena, sal u otros elementos antihielo, la realización de tareas de mantenimiento tras las tormentas, etc.
- ◆ Las vías de evacuación de todas las zonas de obra deben estar siempre despejadas de obstáculos.
- ◆ En los campamentos de la obra, se tendrán mochilas de emergencia para los trabajadores con agua para consumo humano, linternas, radio portátil y radioemisores, baterías de repuesto, mantas y botiquín de primeros auxilios.
- ◆ En los campamentos existirán medios de protección ante caída de avalanchas de nieve (gorras, camisas manga larga, sombreros, anteojos, pañuelos, etc.).

- ◆ Al inicio de la obra se designarán una serie de personas responsables de trabajos relacionados con la respuesta a eventos de emergencia o el mantenimiento, así como al coordinador de la seguridad y respuesta ante eventos. Cada responsable tendrá como mínimo dos personas suplentes. Se designarán al menos:
 - ◆ Responsable de la realización de cursos de formación y simulacros de emergencia.
 - ◆ Responsable de coordinación entre las autoridades y el personal.
 - ◆ Responsable del corte de energía eléctrica y suministro de gas, si existiera.
 - ◆ Responsable de los botiquines de primeros auxilios.
- ◆ Se designarán Zonas de Seguridad dentro de las zonas de obra, que todo el personal deberá conocer. Igualmente, el personal conocerá las rutas de evacuación y las zonas de reunión, así como los teléfonos de aviso de emergencia.
- ◆ Todo el personal deberá participar en los simulacros realizados en el Proyecto y asistirán a los cursos de capacitación que ofrezca la unidad de Defensa Civil.
- ◆ Se establecerán las medidas a seguir en caso de diversas alertas.
- ◆ Se verificará que las señales de evacuación se encuentran en buenas condiciones.
- ◆ Se verificará trimestralmente las condiciones y funcionamiento del sistema de alarma y equipos de respuesta a desastres naturales.

Acciones de Respuesta ante la ocurrencia de desastres

Existen dos niveles de alerta ante la previsión de desastres:

- ◆ Alerta verde: Cuando las autoridades informen de alerta verde, el personal realizará sus funciones manteniéndose alerta y siguiendo las indicaciones del coordinador general; Todos los trabajadores deberán conocer los centros de reunión establecidos, para facilitar un posible traslado a lugares seguros, así como el refugio temporal o albergue que corresponda.
- ◆ Alerta amarilla: Cuando las autoridades informen de alerta amarilla, las instalaciones del proyecto serán evacuadas. Todos los trabajadores seguirán las instrucciones de las brigadas de evacuación hacia los albergues asignados. Luego de realizar la evacuación de las instalaciones del Proyecto, se colocará una tela blanca en la garita de ingreso para indicar que la instalación ha sido evacuada.

Si la emergencia ocurre sin aviso desde el exterior, y no es posible comunicar con las autoridades (por falta de tiempo o corte en las comunicaciones) será el responsable de las actuaciones de emergencia la persona encargada de lanzar los avisos y tomar la decisión de evacuar la zona.

Todo el personal debe conocer las acciones a tomar en los siguientes casos:

- ◆ En caso de haber quedado atrapado, conservar la calma y tratar de comunicarse al exterior golpeando con algún objeto.
- ◆ Tras un episodio de sismo, verificar si hay lesionados y, de ser necesario, buscar ayuda. Estar alerta ante posibles siguientes eventos sísmicos.
- ◆ Todo el personal se dirigirá al punto de reunión, donde la brigada de evacuación y comunicación pasará lista para verificar que los trabajadores están al completo y permanecerán en el lugar hasta que el Coordinador general brinde las indicaciones correspondientes.
- ◆ Evitar pisar o tocar cualquier cable caído o suelto.
- ◆ Reportar cualquier caso de incendio al Coordinador o a las brigadas de emergencias.
- ◆ En caso de derrame: Evitar que se siga derramando (cierre de grifo, ubicar una bandeja o contenedor de contención, etc), si fuera necesario; pedir ayuda inmediatamente; añadir absorbente al líquido derramado y recogerlo inmediatamente; reportarlo a la Dirección de Obra, que verificará si es necesario terminar la limpieza o retirar suelo como material contaminado.

Acciones tras el episodio de emergencia

- ◆ En caso de haber evacuado el área, solo las autoridades pueden indicar cuándo será seguro regresar al área de obras.
- ◆ Se deberá realizar una evaluación de daños en las instalaciones y comunicará a los trabajadores la fecha de reinicio de actividades.
- ◆ El comité de atención de emergencias coordinará las actividades de limpieza y rehabilitación en las instalaciones.
- ◆ Una vez reiniciada las actividades el personal se mantendrá alerta a las recomendaciones del comité de protección civil.

Recuperación y reconstrucción

Cuando ocurriera un desastre natural que afectará el área de estudio, la DNV actuará en consonancia con las autoridades involucradas, con el objetivo común de restaurar las condiciones a su estado previo a la ocurrencia del desastre. El Contratista colaborará siguiendo las instrucciones de la DNV y las autoridades en la reconstrucción de las zonas de obras para continuar canto antes con los trabajos.

Entrenamiento en respuestas a emergencias

Anualmente, la DNV y sus contratistas realizarán un programa de capacitación de sus trabajadores con la finalidad de brindar retroalimentación a los trabajadores y evaluar si el Plan requiere ser actualizado con mejores prácticas de gestión de desastres. La DNV y sus contratistas realizarán coordinaciones con la autoridad local para que los trabajadores reciban capacitación del Plan en la atención de desastres y estén en capacidad de brindar soporte a la autoridad en los casos que sea necesario.

LA DNV y sus contratistas realizarán simulacros 1 vez al año sobre ocurrencia de sismos, aludes, deslizamiento de suelo en áreas aledañas, desprendimiento de rocas, y evaluar los mecanismos de actuación y comunicación que persistieron durante la ejecución de los simulacros.

Concluidos los simulacros, el Coordinador general realizará un informe de resultados para medir la efectividad del Plan. Es importante que en los simulacros y su evaluación estén integrados miembros del comité municipal de emergencia.

Monitoreo y Mejora del Plan

El Plan deberá ser revisado y actualizado cuando se cuente con nueva información sobre los potenciales desastres naturales, y luego de ocurrido algún incidente o desastre natural. En caso de que exista un cambio en las acciones operativas del proyecto que pudieran incrementar dichos riesgos (movimientos de suelos en áreas de alto riesgo sísmico o de desprendimiento de masa), también se deberá considerar y realizar una nueva evaluación de dichos riesgos.

Se deberán revisar y mantener actualizados los datos sobre fenómenos que pudieran generar situaciones de potencial riesgo, como ser movimientos sísmicos, lluvias significativas esperadas, movimientos de suelos, entre otros. Esto es necesario ya que permite desarrollar acciones de prevención al contar con la mayor cantidad de información y establecer una comunicación fluida con las autoridades y las comunidades que puedan ser afectadas.

Se deberán mantener capacitados a los actores y principalmente a los trabajadores del proyecto y al Comité encargado de coordinar la respuesta ante emergencias.

En caso de ocurrir un desastre natural, se evaluará el desempeño del Plan de Manejo de Riesgos de Desastres Naturales mediante la eficiencia y eficacia de las medidas definidas y desarrolladas, analizando el grado de cumplimiento de las acciones de manejo tomadas con las acciones definidas en el Plan.

IV.II.13.3. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El Contratista deberá desarrollar anteriormente al inicio de las obras, y sujeto a la supervisión de las Direcciones de Vialidad y del BID, un **Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo**, válido a lo largo de toda la fase de obra del Proyecto.

Por otro lado, las Direcciones de Vialidad llevarán a cabo un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo aplicable a los trabajos de mantenimiento durante toda la vida útil de la carretera.

Los objetivos de este Plan serán los siguientes:

- ◆ Proporcionar lineamientos marco para una adecuada gestión de seguridad y salud de los trabajadores la obra.
- ◆ Promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la identificación de peligros, evaluación de riesgo e implementación de las medidas de control.
- ◆ Estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.
- ◆ Definir los mecanismos para gestionar de manera integrada los riesgos de seguridad y salud de los trabajadores que pudieran generarse durante la ejecución del programa.
- ◆ Proteger la seguridad y salud de los trabajadores directos e indirectos.
- ◆ Incrementar la seguridad de todo el personal en obra, incluyendo las empresas subcontratistas mediante la implementación y mantenimiento de un sistema de gestión que cubrirá los procesos requeridos en temas de SST.
- ◆ Garantizar el cumplimiento de la legislación nacional de temas de seguridad y salud de los trabajadores y las mejores prácticas internacionales del sector.
- ◆ Dar a conocer las funciones y responsabilidades de las entidades y grupo relacionados al desarrollo del Programa.

El Plan de Seguridad y Salud se dará a conocer entre todo el personal de la obra.

Las Direcciones Nacionales de Vialidad (DNV) son las responsables, a través del Contratista, de llevar a cabo la implementación de las acciones descritas en el Plan, para lo que deberá realizar una supervisión adecuada de las acciones del Contratista, de forma directa o a través de una empresa consultora. Es recomendable que al menos se realice una auditoría anual presencial.

El Plan incluirá el cumplimiento de la legislación nacional al respecto.

El Contratista será el responsable de que los Subcontratistas cumplan el Plan de Seguridad y Salud como parte de su contrato.

Se prevé que las obras de construcción incurrirán en riesgos de seguridad y salud para sus trabajadores directos, trabajadores de las empresas contratistas y subcontratistas, así como de los pobladores cercanos a las obras de construcción. En lo que corresponde a las obras de construcción, que incluyan uso de maquinaria pesada, obras de excavación, voladura y obras de perforación (túnel) se consideran de mayor riesgo, por lo que se deberán de implementar controles de seguridad de alto estándares.

Los siguientes requerimientos mínimos a ser aplicados al Plan de Seguridad y Salud de los trabajadores son los siguientes:

- ◆ Difusión de los requerimientos del plan de seguridad y salud en el trabajo Todos los trabajadores de las obras del programa deberán de recibir una inducción sobre el contenido del Plan SST, esta información deberá de ser brindada previo al inicio de las actividades, tal como una inducción de empleado nuevo de la obra. Esta difusión incluye al personal de las empresas contratistas y subcontratistas.
- ◆ Comunicación de eventos o peligro inminente de seguridad y salud en el trabajo Vialidad deberá de definir los canales de comunicación según los niveles de eventos o peligros, con el fin de que la empresa contratista realice el reporte oportuno. Este diagrama de comunicación deberá de incluir a todas las empresas involucradas.
- ◆ Seguros requeridos Todos los trabajadores de las obras deberán de contar con los seguros requeridos para las actividades que realizan en el programa, así como sus dependientes de aplicar.
- ◆ Equipo de Protección Personal (EPP): Todo trabajador deberá de recibir EPP adecuado para controlar los riesgos asociados a sus tareas, estos deberán de cumplir con los estándares de la industria.

El contenido del Plan de Seguridad y Salud en el trabajo partirá con la identificación de peligros y evaluación de riesgo, para posteriormente identificar los controles necesarios para eliminar, disminuir o mitigar dichos riesgos:

- ◆ Identificación de peligros, evaluación de riesgos y definición de controles La empresa a cargo de la ejecución de las obras del programa deberá de definir un procedimiento para identificar y gestionar sus riesgos, teniendo en cuenta los siguientes:
- ◆ Identificar los peligros generados por las actividades de la obra.
- ◆ Definir los criterios de probabilidad y consecuencia para la evaluación de riesgos.
- ◆ Definir una escala de evaluación de riesgos, con el fin de clasificarlos cualitativamente como bajo, medio, alto o significativos; como mínimo.
- ◆ Establecer requerimientos mínimos y específicos para los riesgos altos o significativos.
- ◆ Definir los tipos de controles a ser aplicados.

- ◆ Los controles aplicables deberán ser como mínimo: modificación, sustitución o eliminación de las condiciones peligrosas.
- ◆ También se podrán definir controles administrativos para controlar de manera preventiva los riesgos, tales como: capacitación y entrenamientos, procedimientos y señalización.
- ◆ Como último control, en caso ninguno de los controles anteriores asegure la no ocurrencia de un evento se tendrá que implementar el del uso de EPP.

Esta identificación de peligros y evaluación deberá de ser registrada y actualizada, se deberán de definir mecanismos para retroalimentar dicho registro con la información del día a día del trabajo, así como de nuevos peligros y riesgos identificados durante la totalidad de la obra.

Las Condiciones mínimas de seguridad se enmarcarán en la reglamentación nacional existentes. Algunas condiciones que se deben cumplir (sin ser exhaustivas), son las siguientes:

Características constructivas de los establecimientos: Establece las características que debe reunir todo establecimiento con el fin de contar con un adecuado funcionamiento en la distribución y características de sus locales de trabajo previendo condiciones de higiene y seguridad.

Provisión de agua potable: Todo establecimiento debe contar con provisión y reserva de agua para uso humano y eliminar toda posible fuente de contaminación y polución de las aguas que se utilicen y mantener los niveles de calidad establecidos por la legislación vigente.

Control de carga térmica: El objetivo de controlar la carga térmica es determinar la exposición o no del trabajador a calor excesivo en los puestos de trabajo que se consideren conflictivos.

Contaminantes químicos en ambiente de trabajo: en aquellos lugares de trabajo donde se realizan tareas o procesos que dan origen a gases, vapores, humos, nieblas, polvos, fibras, aerosoles y otros se deben efectuar análisis de aire periódicos a intervalos tan frecuentes como las circunstancias lo aconsejen.

Control de radiaciones: en caso de exposición del personal a radiaciones ionizantes y no ionizantes se deberán de definir medidas de control tales como: monitoreos de exposición, medición in-situ, EPP, otros.

Ventilación: La ventilación en los locales de trabajo debe contribuir a mantener condiciones ambientales que no perjudiquen la salud del trabajador. A su vez los locales deben poder ventilarse perfectamente en forma natural.

Iluminación y Color: Las estaciones y puestos de trabajo deberán de cumplir con el valor mínimo de iluminación en lux según el tipo de edificio, local y tarea indicadas en la legislación.

Ruidos y vibraciones: se debe monitorear a través de la realización de mediciones de ruido en las diferentes fuentes sonoras y a través de un cálculo a determinar por local de trabajo. Si los niveles hallados superan el máximo establecido, se sugerirán las medidas correspondientes.

Señalización: se deberá de señalizar los diferentes riesgos existentes, precauciones, obligaciones a través de colores y señales. Los caminos de circulación, las salidas normales y de emergencia también deberán de ser señalizadas. De manera especial todos los elementos del sistema contra incendio también deberán de ser señalizados.

Instalaciones eléctricas: las obras deberán de cumplir con las características constructivas según lo dispuesto en la reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. En esta reglamentación se determinan los materiales, equipos y aparatos eléctricos que se deben utilizar.

Máquinas y herramientas: las maquinarias y herramientas deberán de cumplir las condiciones de seguridad requeridas en la legislación.

Aparatos que puedan desarrollar presión interna: definir mantenimiento preventivo y la realización de ensayos periódicos de control. Las características y periodicidad del plan de mantenimiento y ensayos dependerán de las características del aparato y de la legislación vigente.

Trabajos con riesgos especiales: En el proceso de fabricación se emplearán las sustancias menos nocivas. Su almacenamiento, manipulación o procesamiento se efectuará en lugares aislados, con personal capacitado para su manejo. El uso de dichas sustancias se realizará en circuitos cerrados. Deberán de cumplir los requerimientos del tipo de envase requeridos y otras medidas de seguridad de la normativa aplicable.

Protección contra incendios: con el fin de evitar la iniciación de un incendio se deberá de evitar la propagación del fuego y los efectos de los gases tóxicos, asegurar la evacuación de las personas, facilitar el acceso y las tareas de extinción del personal de bomberos, proveer las instalaciones de detección y extinción del fuego.

Equipos de Protección Personal: La empresa debe determinar la necesidad de uso de equipos y elementos de protección personal, las condiciones de utilización y vida útil. Una vez determinada la necesidad de usar un determinado EPP su utilización debe ser obligatoria por parte del personal. Los EPP deben ser de uso individual y no intercambiable cuando razones de higiene y practicidad así lo aconsejen.

Selección y capacitación del personal: La selección e ingreso de personal en relación con los riesgos de las respectivas tareas, operaciones y manualidades profesionales, deberá efectuarse por intermedio de los Servicios de Medicina, Higiene y Seguridad y otras dependencias relacionadas, que actuarán en forma conjunta y coordinada. El empleador está obligado a capacitar a su personal en materia de higiene y seguridad, y en prevención de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo, de acuerdo a las características y riesgos propios, generales y específicos de las tareas que desempeña.

Estadísticas de accidentes y enfermedades de trabajo: es requerido un análisis estadístico de los accidentes de trabajo, ya que de las experiencias ocurridas surgen los datos para determinar los planes de prevención y reflejar a su vez la efectividad y el resultado de las normas de seguridad adoptadas. Las empresas están obligadas a reportar los accidentes a la Aseguradoras de Riesgos del Trabajo y la autoridad sobre Riesgos del Trabajo.

IV.II.13.4. PLAN DE SEGURIDAD COMUNITARIA

La población del área de influencia directa del Programa durante la ejecución de obras podrá estar expuesta al incremento de emisión de material particulado y ruidos molestos, y posiblemente a molestias como cortes temporales de tráfico.

La población más cercana a las obras, y probablemente la única que puede verse afectada es la pequeña localidad de Las Cuevas, con unos 30 habitantes y situada a casi dos kilómetros d de la entrada del túnel en el lado argentino. También se deberá tener en cuenta, para el Plan de Seguridad Comunitaria, las personas que trabajan en los edificios de Vialidad a ambos lados del paso, y en el peaje y el restaurante cercano en el lado argentino, así como los usuarios de la carretera.

Con la finalidad de prevenir los impactos y riesgos identificados, se han diseñado una serie de medidas de mitigación que formarán parte del **Plan de Salud y Seguridad Comunitaria** que deberá elaborar el Contratista antes del inicio de las obras.

A continuación, se describen los lineamientos de gestión para los principales riesgos que podrían afectar a las comunidades.

El objetivo general del Plan es prevenir, controlar y mitigar los riesgos a la salud y seguridad de las comunidades localizadas en el área de influencia de las obras del Programa.

Los objetivos específicos son:

- ◆ Evitar o minimizar los riesgos e impactos sobre la salud, la seguridad y la seguridad de la comunidad durante las actividades constructivas del Programa.
- ◆ Establecer mecanismos eficaces para proteger la salud y la seguridad de las comunidades cercanas de los riesgos y peligros directos e indirectos relacionados con el Proyecto.
- ◆ Asegurar el cumplimiento de la legislación nacional y de las mejores prácticas internacionales.
- ◆ Divulgar información relevante y oportuna sobre el Programa a las Comunidades Afectadas para que estos comprendan los riesgos, impactos y oportunidades asociados.

Las Direcciones Nacionales de Vialidad (DNV) son las responsables, a través del Contratista, de llevar a cabo la implementación de las acciones descritas en el Plan, para lo que deberá realizar una supervisión adecuada de las acciones del Contratista, de forma directa o a través de una empresa consultora. Es recomendable que al menos se realice una auditoría anual presencial.

El Plan incluirá el cumplimiento de la legislación nacional al respecto.

El Contratista será el responsable de que los Subcontratistas cumplan el Plan de Seguridad Comunitaria como parte de su contrato.

Durante la redacción del Proyecto se ha realizado la identificación de las Comunidades Afectadas, que, como ya se ha mencionado, será la población de Las Cuevas, las personas que trabajan en los edificios de Vialidad a ambos lados del paso, y en el peaje y el restaurante cercano en el lado argentino, así como los usuarios de la carretera.

Se ha llevado a cabo también la evaluación de los impactos ambientales sobre esta población cercana, proponiendo medidas de mitigación para la emisión de ruidos y polvo, y de minimización de las molestias por cortes de tráfico.

El Plan de Salud y Seguridad Comunitaria tendrá en cuenta a los representantes locales.

Se establecerán los siguientes procedimientos:

Procedimiento de Respuesta a Emergencias con las comunidades

La DNV desarrollará, a través del Contratista, un procedimiento de respuesta a emergencia con las comunidades, que incluirá la participación de la comunidad (frentista de las obras) cuando se presenten los siguientes escenarios de riesgo:

- ◆ Derrame de materiales peligrosos en la vía (combustibles, explosivos, etc.).
- ◆ Liberación de sustancias peligrosas.
- ◆ Terremotos, deslizamientos o avalanchas.
- ◆ Explosiones o riesgo latente de explosiones.

El procedimiento incluirá la participación de la población organizada a través de brigadas de emergencia, por lo que se realizarán cursos de capacitación y entrenamiento de los brigadistas de la comunidad.

El procedimiento de respuesta a emergencias incluirá como mínimo lo siguiente:

- ◆ Roles y responsabilidades.
- ◆ Matriz de identificación de actividades de alto riesgo.
- ◆ El desarrollo de un sistema eficaz de alerta de emergencia.
- ◆ Los mecanismos de comunicación con las comunidades, gobiernos locales y grupos de respuesta de emergencia.
- ◆ Procedimiento de actuación para cada escenario de riesgo identificado.
- ◆ Programa de entrenamiento y de simulacros de respuesta a la emergencia.
- ◆ Indicadores de gestión.

El procedimiento de respuesta a emergencias se comunicará a todas las personas involucradas en el Programa, incluyendo empleados, contratistas, servicios de emergencia, gobierno local y comunidades en el área de influencia directa.

Procedimiento de Gestión del Tráfico

La DNV elaborará un procedimiento de gestión de tráfico que incluirá el programa de bloqueos de vía previstos y las rutas de desvíos que serán habilitados como alternativa para mantener el flujo del tránsito. Este Plan será validado con las autoridades locales de los municipios afectados por los desvíos.

El Programa de bloqueos y desvío de vías será comunicado a la comunidad a través de anuncios radiales, carteles en la vía u otro medio masivo que facilite la comunicación de las medidas que serán implementadas. Estos anuncios se realizarán con por lo menos 15 días de anticipación antes del inicio de las actividades.

El procedimiento incluirá la señalética preventiva, informativa y obligatoria que será colocada en las vías, así como las velocidades que serán establecidas en cada ruta y otras medidas de seguridad vial para reducir los riesgos para los usuarios de las vías.

Las señales serán colocadas al lado derecho de la vía teniendo en cuenta el sentido de circulación del tránsito y que se visualicen fácilmente. En caso el volumen de tránsito sea alto, regular el tránsito de vehículos en frentes de trabajo (nocturnos o de alto tráfico) usando dos personas con sus respectivos avisos portátiles.

Cuando se realicen trabajos nocturnos, asegurar la iluminación adecuada de todas las señales y protecciones durante la noche con dispositivos de luz fija y/o intermitente, para guiar la circulación. La obra deberá estar programada de tal forma que se facilite el tránsito peatonal, definiendo senderos y/o caminos peatonales de acuerdo con el tráfico estimado.

Procedimiento de Comunicación

La DNV desarrollará un procedimiento de comunicación dirigido a la comunidad, que describirá los mecanismos de comunicación que se establecerá entre la DNV, el contratista y los frentistas de obra. La DNV supervisará que el contratista de obra, antes de iniciar sus actividades realice la comunicación a los afectados. La comunicación de las actividades a las comunidades reducirá las molestias entre los vecinos que serán afectados por las obras, así como los usuarios de la vía, reduciendo los riesgos de conflictos sociales y mejorando las condiciones de seguridad para los vecinos.

Capacitación

La DNV realizará un programa de inducción y capacitación dirigido a los contratistas sobre la implementación del Plan los mecanismos de comunicación y coordinación que serán empleados durante la ejecución de obras. Además, requerirá al contratista de obra, la inclusión de los temas del Plan en el Programa de inducción y capacitación dirigido a los trabajadores.

Seguimiento y Monitoreo

La DNV realizará el seguimiento y monitoreo de la aplicación del Plan por parte de su personal, de los contratistas y las comunidades afectadas. El seguimiento consistirá en inspecciones periódicas a los frentes de trabajo, trimestralmente se realizará el monitoreo del cumplimiento de los procedimientos establecidos en este Plan, los resultados de las inspecciones y de los monitoreos serán documentadas (formatos de verificación, informes, etc.) y sistematizadas. Se realizará el monitoreo al cumplimiento de los siguientes indicadores:

- ◆ N° de trabajadores de contratistas capacitados /N° de trabajadores de contratistas;
- ◆ Registro de reuniones informativas ejecutadas con los frentistas de obra/cantidad de reuniones planificadas;
- ◆ Registro de simulacros ejecutados/cantidad de simulacros planificados.

IV.II.13.5. IGUALDAD DE GÉNERO EN EL DESARROLLO

Atendiendo a la Política de Igualdad de Género en el Desarrollo, la fase de obra del Proyecto buscará promover la igualdad de oportunidades independientemente del género, por lo que se tomarán las siguientes medidas:

- ◆ Se fomentará la incorporación de mujeres durante la ejecución del contrato en todos los puestos de trabajo, en las mismas condiciones de trabajo y salario que los de los varones.
- ◆ Las áreas de obra estarán preparadas para poder ser utilizadas por mujeres, con vestuarios, aseos o zonas de descanso diferenciadas en masculinos y femeninos.
- ◆ El Contratista atenderá todas las normas existentes en cada país para la conciliación familiar y laboral, ofreciéndolas de la misma forma a todo el personal, sin hacer distinciones por géneros que no estén previstos en esta normativa.
- ◆ Los materiales utilizados para informar a las personas usuarias de la carretera y al público general (cartas y notas informativas, cartelera y señalización) deberán tener en cuenta un enfoque de género, evitándose discriminaciones para cualquier grupo humano.



**REPÚBLICA DE CHILE – MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE VIALIDAD REPÚBLICA ARGENTINA – MINISTERIO DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD**

PROYECTO RGT-T2878

REFUNCIONALIZACIÓN INTEGRAL DEL PASO SISTEMA CRISTO REDENTOR

ANTECEDENTES DE LICITACIÓN

IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS IV.III. ESPECIFICACIONES AMBIENTALES ESPECIALES



ANTECEDENTES DE LICITACIÓN

IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

IV.III. ESPECIFICACIONES AMBIENTALES ESPECIALES

ÍNDICE

IV.III.1.	INTRODUCCIÓN.....	1
IV.III.2.	INSTALACIONES DE OBRA Y CAMPAMENTOS	1
IV.III.2.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE OBRA Y CAMPAMENTOS	2
IV.III.2.2.	MEDICIÓN Y ABONO DE LA INSTALACIÓN DE OBRA Y CAMPAMENTOS	2
IV.III.3.	JALONAMIENTO TEMPORAL	3
IV.III.3.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL JALONAMIENTO TEMPORAL	3
IV.III.3.2.	MEDICIÓN Y ABONO DEL JALONAMIENTO TEMPORAL	4
IV.III.4.	DESMONTAJE DE REVESTIMIENTO DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO	4
IV.III.4.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL DESMONTAJE DE REVESTIMIENTO DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO	5
IV.III.4.2.	MEDICIÓN Y ABONO DEL DESMONTAJE DE REVESTIMIENTO DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO	6
IV.III.5.	TRANSPORTE DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO	6
IV.III.5.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL TRANSPORTE DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO	6
IV.III.5.2.	MEDICIÓN Y ABONO DEL TRANSPORTE DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO	7
IV.III.6.	TASA DE DISPOSICIÓN FINAL POR ENTREGA A GESTOR AUTORIZADO DE RESIDUOS PELIGROSOS DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO	7
IV.III.7.	GESTIÓN DE RESIDUOS DE OBRA.....	8
IV.III.7.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN OBRA.....	8
IV.III.7.2.	MEDICIÓN Y ABONO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN OBRA.....	9
IV.III.8.	HUMECTACIÓN DE SUELOS EN ÉPOCAS SECAS.....	10
IV.III.9.	SISTEMA DE CONTROL ACÚSTICO Y DE POLVO EN SUSPENSIÓN MEDIANTE PANELES MÓVILES	11
IV.III.9.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACÚSTICO Y DE POLVO EN SUSPENSIÓN MEDIANTE PANELES MÓVILES.....	11
IV.III.9.2.	MEDICIÓN Y ABONO DEL SISTEMA DE CONTROL ACÚSTICO Y DE POLVO EN SUSPENSIÓN MEDIANTE PANELES MÓVILES.....	11
IV.III.10.	PLAN DE CONTROL AMBIENTAL.....	12
IV.III.10.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL PLAN DE CONTROL AMBIENTAL	12
IV.III.10.2.	MEDICIÓN Y ABONO DEL PLAN DE CONTROL AMBIENTAL	13
IV.III.11.	SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE LAS EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO: PORTALES Y EMPRÉSTITOS	13
IV.III.11.1.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO.....	13
IV.III.11.2.	MEDICIÓN Y ABONO DEL SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO.....	14

IV.III.12. SEGUIMIENTO PALEONTOLÓGICO DE LAS EXCAVACIONES EN SUBTERRÁNEO: TÚNEL Y GALERÍAS.....	15
IV.III.12.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL SEGUIMIENTO PALEONTOLÓGICO.....	15
IV.III.12.2. MEDICIÓN Y ABONO DEL SEGUIMIENTO PALEONTOLÓGICO.....	16
IV.III.13. TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN CAUCES NATURALES (MONITOREO DE CURSOS DE AGUA)	16
IV.III.13.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL MONITOREO DE CURSOS DE AGUA.....	16
IV.III.13.2. MEDICIÓN Y ABONO DE TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN CAUCES NATURALES.....	18
IV.III.14. MONITOREO SUPERFICIAL EN LAS PROXIMIDADES DE GLACIARES PARA CONTROL DE VIBRACIONES PRODUCIDAS POR VOLADURAS	19

IV.III.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se presentan las especificaciones técnicas correspondientes a las medidas ambientales y su puesta en obra.

IV.III.2. INSTALACIONES DE OBRA Y CAMPAMENTOS

La obra requiere la ubicación de una zona auxiliar o plaza de obras cerca de cada una de las entradas al túnel, con el fin de instalar los campamentos, oficinas provisionales, áreas de almacén de materiales, parque de maquinaria, planta de hormigones, almacén temporal de residuos, depósitos de agua, depósitos de combustibles, y otras instalaciones temporales necesarias para la realización de las obras.

La presente partida incluye la correcta instalación, mantenimiento y abandono de estas plazas de obra desde el punto de vista de la protección del entorno natural y el bienestar del personal de la obra, los usuarios de la carretera y los habitantes de las poblaciones más cercanas.

El Contratista elaborará un Plan de Manejo específico para cada Plaza de obra, que deberá ser aprobado por la Dirección Ambiental de obra. Las instalaciones se ajustarán a lo especificado a estos Planes de Manejo, que solo podrán ser modificados por causa mayor y con el acuerdo de la Dirección Ambiental de la obra.

Se incluyen en esta partida:

- ◆ Permisos y Autorización, adecuados a las normativas de de los países en los que se sitúe la Plaza de obra.
- ◆ Cierre exterior malla Raschel. Se ubicará una malla tupida, con al menos un 80% de opacidad, de forma continua sobre un vallado metálico firmemente instalado. Su objeto es evitar la visión de la zona de obra desde el exterior, con el fin de ayudar en su integración paisajística.
- ◆ Instalación de provisión de agua para la obra.
- ◆ Instalación fosa séptica y absorbente, adecuada a la cantidad de personas que trabajan en obra.
- ◆ Instalación de calefones
- ◆ Instalación de cloradores en artefactos de baños y cocina para la obtención de agua potable.
- ◆ Instalación de una zona impermeabilizada mediante hormigón o geotextiles en las zonas con riesgo de derrames accidentales de líquidos contaminantes, sean materiales, combustibles o RILES.
- ◆ Otras actividades según opción constructiva.

IV.III.2.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE OBRA Y CAMPAMENTOS

Los trabajos de instalación, mantenimiento y abandono y retirada de las instalaciones de obra y campamento se ejecutarán de conformidad a los Planes de Manejo elaborados, y de acuerdo a las normativas de cada país.

Todas las instalaciones de protección del entorno y el bienestar del personal de la obra (cierre opaco, calefones, fosa séptica, agua clorada, etc.), se implementarán al inicio de la ocupación de la zona, y estarán completamente instaladas antes del inicio de las retiradas de los recubrimientos del Túnel Caracoles.

Todas las instalaciones se mantendrán en buen estado, reparándolas en caso necesario, a lo largo de toda la fase de obra. Todas las zonas se mantendrán limpias y ordenadas.

Al finalizar los trabajos se deberán retirar todos los residuos, restos de instalaciones incluso los vallados y los hormigones y geotextiles de las zonas de impermeabilización del terreno ejecutadas de forma provisional. Una vez efectuada la limpieza, parte de los excedentes de tierras limpias podrán ser empleados para conseguir que los terrenos previamente explanados recuperen formas onduladas más parecidas a las naturales de las áreas circundantes.

IV.III.2.2. MEDICIÓN Y ABONO DE LA INSTALACIÓN DE OBRA Y CAMPAMENTOS

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como Unidad (Ud.) de instalaciones de obra y campamentos.

El precio incluye el suministro de instalaciones de obra y campamentos, incluye permisos, autorización, cierre exterior, malla Raschel, instalación de fosa séptica y absorbente, instalación de calefones y cloradores en baños y cocinas y todas las operaciones y materiales necesarios.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de instalación de obra y campamentos, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG0901	PARTIDA ALZADA: INSTALACIONES DE OBRA Y CAMPAMENTOS i/ PERMISOS Y AUTORIZACIÓN, CIERRE EXTERIOR MALLA RASCHEL ,INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE, INSTALACIÓN FOSA SÉPTICA Y ABSORBENTE, INSTALACIÓN DE CALEFONES , INSTALACIÓN CLORADORES EN ARTEFACTOS DE BAÑOS Y COCINA, OTRAS ACTIVIDADES SEGÚN OPCIÓN CONSTRUCTIVA	Ud.

IV.III.3. JALONAMIENTO TEMPORAL

Esta unidad tiene por objeto delimitar el perímetro de actividad de obra en empréstitos y botaderos mediante un jalonamiento temporal, de forma que el tráfico de vehículos y maquinaria se ciñan obligatoriamente al interior de la zona acotada, las instalaciones auxiliares y caminos de obra.

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- ◆ Replanteo del jalonamiento.
- ◆ Suministro y transporte a la obra de los materiales necesarios.
- ◆ Colocación de los soportes y cuerda con banderolas.
- ◆ Revisión y reposición sistemática del jalonamiento deteriorado.
- ◆ Retirada del mismo a la terminación de las obras.

El jalonamiento estará constituido por barras corrugadas de acero de 15 mm de diámetro y 1,5 m de altura, clavadas firmemente en el terreno cada 8-10 m, unidos entre sí mediante una malla plástica de colores vivos o cuerda con banderolas plásticas. Las barras metálicas irán protegidas en su extremo superior mediante una cubierta plástica llamativa que evite posibles accidentes

IV.III.3.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL JALONAMIENTO TEMPORAL

La malla o cuerda con banderola se ata en el extremo superior de la barra metálica, de forma que delimita de forma continua y bien visible la zona de paso de maquinaria.

El jalonamiento se instalará siguiendo el límite de las zonas de ocupación de obra en empréstitos y botaderos, incluyendo caminos de acceso. También se instalará en otras zonas de obra, como acopios temporales de tierra.

El jalonamiento protegerá especialmente las riberas de los ríos, las quebradas, las zonas con vegetación y otras zonas de interés, a juicio del Director Ambiental de Obra.

Será competencia de la Supervisión de Obra la determinación de zonas nuevas que deban jalonarse, a fin de señalizar la prohibición de acceso a maquinaria o incluso del personal que intervenga en la ejecución de las obras.

El jalonamiento deberá estar totalmente instalado antes de que se inicie la explotación de los empréstitos, o el transporte de tierras sobrantes. El contratista será responsable del adecuado mantenimiento del mismo hasta la emisión del Acta de recepción de las obras, y de su desmantelamiento y retirada posterior.

IV.III.3.2. MEDICIÓN Y ABONO DEL JALONAMIENTO TEMPORAL

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad metro (m) de Jalonamiento Temporal para la limitación de empréstitos y botadero, compuesto por redondos de ferralla y malla plástica, con instalación, mantenimiento y retirada.

El precio incluye el JALONAMIENTO TEMPORAL PARA LA LIMITACIÓN DE EMPRÉSTITOS Y VERTEDERO, COMPUESTO POR REDONDOS DE FERRALLA Y MALLA PLÁSTICA, CON INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y RETIRADA y todas las operaciones y materiales necesarios para su ejecución y puesta en obra.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos del jalonamiento temporal, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG0902	JALONAMIENTO TEMPORAL PARA LA LIMITACIÓN DE EMPRÉSTITOS Y VERTEDERO, COMPUESTO POR REDONDOS DE FERRALLA Y MALLA PLÁSTICA, CON INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y RETIRADA	m

IV.III.4. DESMONTAJE DE REVESTIMIENTO DE PLACHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO

La partida incluye la retirada, por parte de especialistas y siguiendo todas las medidas de precaución establecidas por la normativa, de todas las planchas de fibrocemento con amianto/asbesto que protegen actualmente las paredes del Túnel Caracoles en algunos de sus tramos, incluyendo la retirada de sus elementos de fijación, el plastificado, etiquetado y paletizado de los residuos generados, y su transporte hasta un almacén temporal de residuos peligrosos en la Plaza de Obras.

Se incluye la obtención de autorización administrativa previa.

IV.III.4.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL DESMONTAJE DE REVESTIMIENTO DE PLACAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO

La retirada de las planchas de fibrocemento con amianto/asbesto es una actividad peligrosa, y se debe realizar por especialistas autorizados, capacitados para este trabajo y equipados con elementos de protección personal adecuadas.

Las acciones que deben llevarse a cabo son las siguientes:

- ◆ Solicitud de autorización administrativa para la realización del trabajo.
- ◆ Una vez resuelta la autorización, se realizará una inspección para documentar la cantidad de placas a retirar y la forma de sujeción a las paredes del túnel y señalar las zonas.
- ◆ En el lugar sólo podrán encontrarse los trabajadores que realizarán dichas faenas, que serán especialistas capacitados.
- ◆ Se deberán utilizar Elementos de Protección Personal (EPP): Protección respiratoria como máscara de medio rostro con filtro P100 o tipo P3 u otra de igual o mejor calidad; ropa de trabajo que cubra completamente el cuerpo, como buzo desechable con capucha y cubre calzado; zapatos de seguridad; guantes de seguridad; lentes o gafas de seguridad; casco de seguridad. Los EPP estarán certificados para trabajos en altura o bajo tierra.
- ◆ Humectar materiales de asbesto-cemento previo a su retiro con solución jabonosa o solución acuosa de líquido encapsulante como disolución de agua y látex vinílico al 20%, utilizando equipo que permita aplicación de agua a baja presión (ejemplo: bomba manual de espalda) para evitar desprendimiento de fibra.
- ◆ Para mover materiales de asbesto-cemento, ya sea para izarlos o bajarlos, se deben utilizar cuerdas, eslingas u otros equipos de amarre o maquinaria, de manera de evitar su rompimiento, especialmente no se deben tirar ni dejar caer a distinto nivel. No se deben utilizar máquinas de alta velocidad ya que estas acciones generan liberación de fibra.
- ◆ Las planchas no se deben aserrar, lijar, cortar, golpear o taladrar.
- ◆ Una vez retirados los materiales de asbesto-cemento, deben ser envueltos en plástico de al menos 80µm de espesor, u otro tipo de envoltorio o encapsulado, pero de igual o mejor calidad, y ser etiquetados. Las bolsas u otros sistemas utilizados deben ser suficientemente resistentes de manera que permita el transporte y disposición final de estos residuos sin su rompimiento.
- ◆ Tras ser retirados los materiales, las estructuras donde se encontraban afianzadas deben ser cuidadosamente limpiadas con paños húmedos o aspiradoras con aspiradoras con filtros HEPA de manera de que no quede fibra de asbesto. Tanto los paños como los filtros HEPA deben ser eliminados como residuos en bolsas etiquetadas de igual forma que el resto de los residuos de materiales con asbesto.

- ◆ Respecto de la zona utilizada para el almacenamiento temporal de las planchas de asbesto cemento estas deberán ser señalizadas para evitar que personas ajenas transiten por el lugar.
- ◆ Todos los elementos de protección personal “desechables” deberán ser eliminados junto con el resto de residuos generados.

IV.III.4.2. MEDICIÓN Y ABONO DEL DESMONTAJE DE REVESTIMIENTO DE PLACAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cuadrado (m²) de desmontaje de revestimiento de planchas de fibrocemento con amianto y elementos de fijación, plastificado, etiquetado y paletizado.

El precio incluye el DESMONTAJE DE REVESTIMIENTO DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN, PLASTIFICADO, ETIQUETADO Y PALETIZADO todas las operaciones y materiales necesarios.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de desmontaje de revestimiento de placas de fibrocemento con amianto, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG0903	DESMONTAJE DE REVESTIMIENTO DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN, PLASTIFICADO, ETIQUETADO Y PALETIZADO	m ²

IV.III.5. TRANSPORTE DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO

La partida incluye el transporte de elementos de fibrocemento con amianto procedentes del desmontaje de las planchas de recubrimiento del Túnel Caracoles, a botadero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos externa a la obra, considerando el transporte y la descarga de los residuos.

IV.III.5.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL TRANSPORTE DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO

Los residuos con amianto/asbestos se encontrarán plastificados, etiquetados y paletizados antes de su carga en el transporte.

El encargado del transporte verificará que el plastificado de los residuos es lo suficientemente fuerte para su transporte, y que no tiene ningún zona rota o despegada a través de la que se puedan liberar fibras al ambiente.

Las vías de circulación utilizadas durante el transporte quedarán completamente limpias de cualquier tipo de restos.

IV.III.5.2. MEDICIÓN Y ABONO DEL TRANSPORTE DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de planchas de fibrocemento con amianto, procedentes de desmontaje, a instalación de tratamiento de residuos externa a la obra.

El precio incluye el TRANSPORTE DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO PROCEDENTES DE DESMONTAJE, A INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS EXTERNA A LA OBRA y todas las operaciones y materiales necesarios para su ejecución.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de transporte de planchas de fibrocemento con amianto, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG0904	TRANSPORTE DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO PROCEDENTES DE DESMONTAJE, A INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS EXTERNA A LA OBRA	m ³

IV.III.6. TASA DE DISPOSICIÓN FINAL POR ENTREGA A GESTOR AUTORIZADO DE RESIDUOS PELIGROSOS DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO

La partida incluye la tasa de disposición final por entrega de elementos de fibrocemento con amianto/asbesto, procedentes del desmontaje del recubrimiento del Túnel Caracoles. Esta tasa la cobrará el gestor autorizado al que se le hace la entrega final de estos residuos.

En el momento de su entrega, los residuos se encontrarán plastificados, etiquetados y paletizados.

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de disposición final por entrega a gestor autorizado de residuos peligrosos de planchas de fibrocemento con amianto, procedentes de desmontaje.

El precio incluye la TASA DE DISPOSICION FINAL POR ENTREGA A GESTOR AUTORIZADO DE RESIDUOS PELIGROSOS DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO, PROCEDENTES DE DESMONTAJE todas las operaciones y materiales necesarios para su ejecución, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de tasa de disposición final por entrega a gestor autorizado de residuos peligroso de planchas de fibrocemento con amianto, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG0905	TASA DE DISPOSICION FINAL POR ENTREGA A GESTOR AUTORIZADO DE RESIDUOS PELIGROSOS DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CON AMIANTO, PROCEDENTES DE DESMONTAJE	m ³

IV.III.7. GESTIÓN DE RESIDUOS DE OBRA

La partida incluye la gestión integral de todos los residuos generados durante la obra, con excepción de los residuos con amianto/asbesto, objetos de otras partidas. Los trabajos incluidos son:

- ◆ Instalación de una zona de almacén temporal de residuos.
- ◆ Separación en origen de los diferentes tipos de residuos.
- ◆ Transporte y tasa de entrega de cada tipo de residuo a un gestor autorizado para el tipo de residuo, ya sea botadero controlado o planta de reciclaje autorizada.
- ◆ Registro documental de los residuos generados y retirados a gestor autorizado.

IV.III.7.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

Todos los residuos generados por la obra, con la excepción de las tierras limpias de la excavación, serán llevados a botaderos controlados y autorizados en el exterior de la zona de estudio. En el ámbito de las obras no podrán establecerse botaderos de ningún tipo de carácter permanente. Cualquier acumulación de residuos se deberá retirar al finalizar las obras.

En cada una de las plazas de obra se habilitará una zona de almacén temporal de residuos, incluyendo una zona para RILES y otros residuos peligrosos, con superficies, contenedores y bidones adecuados a la naturaleza y volumen previsto de cada uno de los residuos generados.

Los residuos peligrosos se dispondrán en un alojamiento especial, protegido de las condiciones meteorológicas. Los residuos líquidos se dispondrán en barriles sobre cubetos de recogida de vertidos en caso de accidente. El almacén de RILES estará situado sobre una superficie impermeable, de forma que los posibles escapes o derrames accidentales puedan ser absorbidos sin que lleguen a filtrarse hacia el suelo o las aguas. Para ello se situarán en estas zonas bidones con materiales absorbentes, como trapos o tierras como la sepiolita. El personal de obra deberá tener una formación mínima que incluya la actuación en caso de derrames accidentales.

Los residuos se separarán en origen con el fin de facilitar en lo posible el reciclaje de los mismos. Para ello se dispondrá de todos los contenedores adecuados, con una señalización sencilla que indique a qué tipo de residuo corresponde cada uno de los contenedores. Se separarán al menos metales, madera, papel y cartón y plásticos.

Los residuos peligrosos serán separados en origen, almacenados siguiendo la normativa para el almacén temporal de residuos peligrosos, y gestionados directamente por un gestor autorizado

En ningún caso se realizarán vertidos directos al terreno.

Los residuos asimilables a urbanos deberán ser trasladados al botadero o planta de reciclaje más próxima, para lo cual se deberán pedir los necesarios permisos municipales o de la comunidad autónoma.

A lo largo de todas las fases de la obra se llevará el archivo documental de la gestión de los diferentes tipos de residuo: contratos con gestores autorizados, y resguardos y facturas correspondientes a cada uno de los servicios realizados durante la obra, en los que se haga constar al menos la fecha de retirada del residuo, la naturaleza del mismo, su peso o volumen, y la gestión final que se prevé.

IV.III.7.2. MEDICIÓN Y ABONO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá como unidad (Ud.) de gestión de residuos de obra incluyendo clasificación en origen, transporte a botadero controlado y tasa correspondiente.

El precio incluye la GESTION DE RESIDUOS DE OBRA, CLASIFICACIÓN EN ORIGEN, TRASPORTE A BOTADERO CONTROLADO Y TASA CORRESPONDIENTE y todas las operaciones y materiales necesarios para llevarla a cabo durante la ejecución de las obras.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de la gestión de residuos en obra, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG0906	GESTION DE RESIDUOS DE OBRA i/ CLASIFICACIÓN EN ORIGEN, TRASPORTE A BOTADERO CONTROLADO Y TASA CORRESPONDIENTE	Ud.

IV.III.8. HUMECTACIÓN DE SUELOS EN ÉPOCAS SECAS

La partida incluye el riego de los materiales que produzcan polvo en su carga y descarga y de los caminos y zonas de paso que produzcan polvo debido al paso de vehículos. Se considera que el riego solo será necesario en los meses en los que las condiciones de humedad ambiental sean bajas.

Se incluye también la limpieza mediante el riego con agua de las superficies de vegetación natural o de los elementos artificiales que hayan sido cubiertos de polvo.

Se efectuarán riegos preventivos mediante mangueras con boquillas aspersoras, con instalaciones temporales de riego localizado, o con cubas o camiones regadores. La cantidad de agua empleada será la mínima imprescindible para humectar los materiales, de forma que no desprendan polvo al cargar y descargar, o con el paso de vehículos.

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá como mes de humectación de suelos en épocas secas.

El precio incluye la HUMECTACIÓN DE SUELOS EN ÉPOCAS SECAS y todas las operaciones y materiales necesarios, para realizarla, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de humectación de suelos en épocas secas, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG0907	HUMECTACIÓN DE SUELOS EN ÉPOCAS SECAS	mes

IV.III.9. SISTEMA DE CONTROL ACÚSTICO Y DE POLVO EN SUSPENSIÓN MEDIANTE PANELES MÓVILES

La partida incluye el uso de pantallas de protección acústica y/o de polvo en todas las zonas en las éstas sean necesarias a juicio del Director Ambiental de Obra. Se prevé que estas zonas sean las de arranque de materiales en túnel, planta de producción de materiales (machaqueo) y zonas de carga y descarga y tierras.

El contratista presentará un modelo de pantalla provisional para su aprobación por la Dirección Ambiental de Obra. Se recomienda una pantalla autoportante portátil confeccionadas con tableros estructurales de viruta aglomerada de madera prensada o similar, de densidad superficial superior a 10 Kg/m, forrada con lana mineral (en pantallas acústicas), y malla Raschel al 80%, en su parte superior (en pantallas de retención de polvo), con altura mínima de 1,5 m. Cada paño tendrá un ancho de unos 1,20 m, y estarán unidos entre sí de forma herméticamente, con el objeto de rodear a la fuente de ruido o de polvo.

IV.III.9.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACÚSTICO Y DE POLVO EN SUSPENSIÓN MEDIANTE PANELES MÓVILES

Las pantallas deben ser diseñadas con el objetivo de disminuir la propagación de ruido y polvo desde las fuentes generadoras a los receptores sensibles cercanos y se irán disponiendo en las áreas necesarias, modificando su situación según el avance de las obras.

Existen diferentes posibilidades de pantallas que pueden dar cumplimiento a estas especificaciones, para lo cual se deben seguir ciertas condiciones de diseño, como las referidas a la masa de la pantalla y la configuración geométrica. Además, el Contratista deberá velar en todo momento por el buen estado de estos elementos, en términos estéticos y de funcionalidad, así como por la correcta mitigación de ruidos para garantizar que los Niveles de Presión Sonora cumplan con lo establecido en la normativa vigente.

Se debe tener en cuenta que la eficacia de la pantalla será mayor cuanto más cercana esté de la fuente de ruido y/o polvo.

IV.III.9.2. MEDICIÓN Y ABONO DEL SISTEMA DE CONTROL ACÚSTICO Y DE POLVO EN SUSPENSIÓN MEDIANTE PANELES MÓVILES

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá como unidad (Ud.) de control acústico y de polvo en suspensión mediante paneles móviles.

El precio incluye el SISTEMA DE CONTROL ACUSTICO Y DE POLVO EN SUSPENSION MEDIANTE PANELES MOVILES y todas las operaciones y materiales necesarios, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos del sistema de control acústico y de polvo en suspensión mediante paneles móviles, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG0908	SISTEMA DE CONTROL ACUSTICO Y DE POLVO EN SUSPENSION MEDIANTE PANELES MOVILES	Ud.

IV.III.10. PLAN DE CONTROL AMBIENTAL

La partida incluye las labores necesarias para el control de los trabajos ambientales durante las obras, con inspecciones semanales tomas de muestras y elaboración de informes correspondientes.

IV.III.10.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL PLAN DE CONTROL AMBIENTAL

El Contratista presentará antes del inicio de las obras un documento de Plan de Manejo Ambiental de la obra, que tendrá en cuenta todos los Planes de Manejo elaborados para las plazas de obra, empréstitos y botaderos y otros de obligado cumplimiento. Tendrá en cuenta también los controles de seguimiento incluidos en el Plan de Gestión y Seguimiento Ambiental que incluye el Informe Ambiental que forma parte del Proyecto de Construcción del Proyecto de Refuncionalización Integral del Paso Cristo Redentor, Fase I. Los objetivos del Plan de Manejo Ambiental serán:

- ◆ Controlar el cumplimiento de la legislación aplicable.
- ◆ Comprobar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras propuestas.
- ◆ Comprobar y verificar que las medidas propuestas son realmente eficaces y reducen la magnitud de los impactos detectados. En el caso que las medidas propuestas no fueran eficaces, diseñar otras para paliar las posibles afecciones al medio.
- ◆ Identificar impactos no previstos.

El comienzo del seguimiento y vigilancia ambiental será simultáneo a la primera ocupación de la obra.

Este seguimiento ambiental o autocontrol ambiental del Contratista estará realizado por un técnico con experiencia en medio ambiente encargado de la vigilancia ambiental y de la realización de estudios e informes que se presentarán a la Dirección Ambiental de Obra.

El técnico responsable del seguimiento ambiental elaborará los informes necesarios para la realización de este control. Al menos un informe de inicio de obra, informes mensuales ordinarios de seguimiento, informe previo a la finalización de las obras, y los informes extraordinarios necesarios ante circunstancias no previstas.

IV.III.10.2. MEDICIÓN Y ABONO DEL PLAN DE CONTROL AMBIENTAL

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá por mes de Plan de control ambiental con inspecciones semanales tomas de muestras y elaboración de informes correspondientes.

El precio incluye el PLAN DE CONTROL AMBIENTAL CON INSPECCIONES SEMANALES TOMAS DE MUESTRAS Y ELABORACION DE INFORMES CORRESPONDIENTES y todas las operaciones y materiales necesarios.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de Plan de Control Ambiental, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG0909	PLAN DE CONTROL AMBIENTAL CON INSPECCIONES SEMANALES TOMAS DE MUESTRAS Y ELABORACION DE INFORMES CORRESPONDIENTES	mes.

IV.III.11. SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE LAS EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO: PORTALES Y EMPRÉSTITOS

La partida incluye el seguimiento a pie de obra por parte de una persona o un equipo especialista en arqueología durante todas las fases de excavación a cielo abierto, con el fin de detectar posibles nuevos hallazgos, así como la elaboración de un informe de valoración de los posibles restos arqueológicos, su comunicación a la autoridad de protección del patrimonio, y la coordinación con ésta para establecer las estrategias a seguir.

IV.III.11.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO

Con anterioridad al inicio de las obras y en coordinación con la autoridad administrativa de protección del patrimonio, el Contratista presentará un programa de actuación arqueológica, redactado por el especialista arqueólogo, que sea compatible con el plan de obra y que considere la inspección de todas las zonas en las que se estén realizando excavaciones a cielo abierto, por debajo de la cota natural de los terrenos, así como un plan de actuación en caso de hallazgos. Se incluyen las zonas en las que se realicen explanaciones, es decir, remoción de las capas superficiales del terreno para dejar una superficie plana. Estas zonas serán principalmente las excavaciones en trinchera de los falsos túneles, las áreas de las plazas de obra, parques de maquinaria y los empréstitos, pero también se incluye cualquier remoción del terreno necesaria en la obra y que no esté incluida en la planificación inicial.

El programa de actuación arqueológica incluirá las iniciativas a adoptar en el caso de afloramiento de algún hallazgo, incluyendo la comunicación del mismo a las autoridades de protección patrimonial.

El experto arqueólogo supervisará las actuaciones en caso de hallazgo, cumpliendo las órdenes de las autoridades, y en coordinación con la Dirección de la obra. Los trabajos de inspección y en su caso, documentación y estudio de restos y recuperación de los mismos, se efectuarán con todas las garantías desde el punto de vista científico. En el caso de que el hallazgo se produzca en un empréstito, se dejará un margen de seguridad adecuado, o, a criterio del experto arqueólogo y de acuerdo con la Dirección de Obra, y dado que se han localizado varias zonas de posibles empréstitos, se parará totalmente la excavación en esta zona.

Los trabajos arqueológicos se realizarán con la mayor rapidez, de forma que sean compatibles con el Plan de Obra.

El experto arqueólogo deberá realizar un informe de cada unidad de obra (empréstito, falso túnel, zona de obras) una vez que se finalicen los trabajos de excavación o remoción de tierras, dando cuenta de los resultados obtenidos y, en su caso, de las comunicaciones mantenidas con la autoridad de protección patrimonial.

El experto en arqueología se coordinará con el responsable del Seguimiento Ambiental de la Obra, al que mantendrá informado de todas las actuaciones, entregándole copia de los informes elaborados.

IV.III.11.2. MEDICIÓN Y ABONO DEL SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá por mes de seguimiento arqueológico, teniendo en cuenta que cada mes la superficie a inspeccionar puede ser diferente, e incluyendo la elaboración de informes correspondientes y la coordinación con las autoridades de protección patrimonial.

El precio incluye el SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE LAS EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO: PORTALES Y EMPRÉSTITOS y todas las operaciones y materiales necesarios.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de Seguimiento Arqueológico, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG0910	SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE LAS EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO: PORTALES Y EMPRÉSTITOS	mes.

IV.III.12. SEGUIMIENTO PALEONTOLÓGICO DE LAS EXCAVACIONES EN SUBTERRÁNEO: TÚNEL Y GALERÍAS

La partida incluye el seguimiento a pie de obra por parte de una persona o un equipo especialista en paleontología que realice una primera inspección del Túnel Caracoles una vez retirados los recubrimientos y antes del comienzo de la excavación y la inspección de muestras de material excavado durante toda la fase de excavación en mina que supone la ampliación del Túnel Caracoles, con el fin de detectar posibles restos paleontológicos; así como los informes de valoración de los posibles restos paleontológicos, su comunicación a la autoridad de protección del patrimonio, y la coordinación con ésta para establecer las estrategias a seguir.

IV.III.12.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL SEGUIMIENTO PALEONTOLÓGICO

Con anterioridad al inicio de las obras y en coordinación con la autoridad administrativa de protección del patrimonio, el Contratista presentará un programa de actuación paleontológica, redactado por el especialista paleontólogo, que sea compatible con el plan de obra y que considere la inspección inicial del Túnel Caracoles después de la retirada de los recubrimientos y antes del comienzo de las excavaciones y el análisis visual de muestras de material excavado en el túnel, de forma periódica, en aquellos tramos donde haya alguna probabilidad de encontrar restos paleontológicos, así como un plan de actuación en caso de hallazgo de restos.

Los trabajos se realizarán con la siguiente secuencia:

- ◆ Trabajo de escritorio, analizando la información geológica existente.
- ◆ Inspección inicial del Túnel y elaboración de informe de inspección.
- ◆ Tramificación del Túnel, en tramos de probabilidad de aparición de restos paleontológicos. A partir de esta tramificación, se propondrá las frecuencias de tomas de muestras, y las cantidades de material a muestrear en cada uno de los tramos, así como los análisis que deben ser realizados.
- ◆ De forma mensual, se elaborará un informe con el número de muestras realizadas, las cantidades de material analizado, los resultados obtenidos y en su caso, las comunicaciones con la autoridad de protección patrimonial.
- ◆ Los posibles hallazgos se informarán de inmediato a la autoridad de protección patrimonial, siguiéndose las indicaciones que ésta proporcione al respecto.

El experto paleontólogo supervisará las actuaciones en caso de hallazgo, cumpliendo las órdenes de las autoridades, y en coordinación con la Dirección de la obra. Los trabajos de inspección y en su caso, documentación y estudio de restos y recuperación de los mismos, se efectuarán con todas las garantías desde el punto de vista científico, y con la mayor rapidez posible, de forma que se pueda retomar cuanto antes el Plan de Obra.

El experto en paleontología se coordinará con el responsable del Seguimiento Ambiental de la Obra, al que mantendrá informado de todas las actuaciones, entregándole copia de los informes elaborados.

IV.III.12.2. MEDICIÓN Y ABONO DEL SEGUIMIENTO PALEONTOLÓGICO

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá por mes de seguimiento paleontológico, incluyendo en este precio la elaboración del informe inicial al comienzo de las obras, y teniendo en cuenta que cada mes puede variar el número de muestras analizadas y la cantidad de materiales, e incluyendo la elaboración de informes correspondientes y la coordinación con las autoridades de protección patrimonial.

El precio incluye el SEGUIMIENTO PALEONTOLÓGICO DE LAS EXCAVACIONES EN SUBTERRÁNEO: TÚNEL Y GALERÍAS y todas las operaciones y materiales necesarios.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de Seguimiento Paleontológico, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG0911	SEGUIMIENTO PALEONTOLÓGICO DE LAS EXCAVACIONES EN SUBTERRÁNEO: TÚNEL Y GALERÍAS	mes.

IV.III.13. TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN CAUCES NATURALES (MONITOREO DE CURSOS DE AGUA)

La partida incluye la toma de muestras en los cursos de agua en los que se van a situar las tomas provisionales de agua de obra, aguas abajo de las tomas, así como en los cursos de agua más cercanos a las obras, y el análisis de las muestras para comprobar la ausencia de los contaminantes más probables debido a la obra (hidrocarburos, aceites y sólidos en suspensión), y la realización de los informes correspondientes que serán integrados dentro del Seguimiento Ambiental de la obra.

IV.III.13.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL MONITOREO DE CURSOS DE AGUA

El monitoreo de los cursos de agua forma parte del Seguimiento Ambiental de la Obra y por tanto será el técnico responsable del seguimiento ambiental el encargado de realizar o hacer que se realicen correctamente estos trabajos, siempre en coordinación con el Director de Obra.

Con anterioridad al inicio de las obras se inspeccionarán los cursos de agua para seleccionar las zonas de los puntos provisionales de toma, de forma que la pequeña obra afecte en la menor medida posible a la vegetación de ribera y al cauce. Antes de situar la instalación de la toma y de inicio de las obras se tomarán las primeras muestras de agua, cuyas analíticas servirán como línea base de este recurso ambiental.

El punto de toma de muestras para verificar la toma provisional será siempre el mismo para cada cauce muestreado, y será una zona de fácil acceso, con la menor densidad vegetal posible, y aguas abajo del punto de toma provisional.

Un segundo punto de toma de muestras se establecerá aguas abajo de la obra, en los cauces paralelos a la carretera, es decir, el río de las Cuevas, en Argentina, y el Juncalillo, en Chile, de forma que se puedan monitorear posible contaminación debida a derrames.

A lo largo de la obra se tomarán las siguientes muestras:

◆ Chile. En total 10 muestras, distribuidas de la siguiente forma:

- ◆ Una muestra al inicio de la obra, antes de la instalación de la toma provisional de agua, en cada uno de los dos cauces en los que se colocará la instalación.
- ◆ Una muestra en el Juncalillo, a unos 100 m aguas abajo de la entrada al Túnel, antes del inicio de las obras.
- ◆ Una muestra a lo largo de la obra, aguas abajo de la toma provisional.
- ◆ Dos muestras a lo largo de la obra, de forma periódica, en el río Juncalillo.
- ◆ Tres muestras al final de la obra, después de la retirada de la instalación de la toma provisional de agua, respectivamente en los cauces de la toma provisional, y en el río Juncalillo.

◆ Argentina. En total 8 muestras, distribuidas de la siguiente forma:

- ◆ Una muestra al inicio de la obra, antes de la instalación de la toma provisional de agua, en el cauce en el que se colocará la instalación.
- ◆ Una muestra en el río de las Cuevas, a unos 100 m aguas abajo de la entrada al Túnel, antes del inicio de las obras.
- ◆ Dos muestras a lo largo de la obra, aguas abajo de la toma provisional.
- ◆ Dos muestras a lo largo de la obra, de forma periódica, en el río de Las Cuevas.
- ◆ Dos muestras al final de la obra, después de la retirada de la instalación de la toma provisional de agua, respectivamente en el cauce de la toma provisional, y en el río de Las Cuevas.

Las analíticas incluirán al menos:

- ◆ pH.
- ◆ Salinidad.
- ◆ Sólidos en suspensión.
- ◆ Hidrocarburos totales.
- ◆ Aceites.
- ◆ DBO (carga orgánica)

Los resultados de los análisis se incluirán en los informes de seguimiento ambiental.

En el caso de que alguno de los parámetros analizados esté por encima de los niveles permitidos por la legislación, o se aleje de la línea base que se ha establecido, el responsable del seguimiento ambiental de obra deberá analizar el origen de la posible contaminación, comunicando al Director de Obra la necesidad de implementar las medidas adecuadas para eliminar la fuente de contaminación y si es necesario, remediar la contaminación causada.

IV.III.13.2. MEDICIÓN Y ABONO DE TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN CAUCES NATURALES

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá por unidad de toma de muestra más análisis realizado, incluyendo en este precio la elaboración de los informes correspondientes al inicio, durante y al final de la obra y la coordinación con la Dirección de Obra en caso de incumplimiento.

El precio incluye la TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN CAUCES NATURALES (MONITOREO DE CURSOS DE AGUA) y todas las operaciones y materiales necesarios.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de Monitoreo de Cursos de Agua, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG0912	TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN CAUCES NATURALES (MONITOREO DE CURSOS DE AGUA)	Unidad.

IV.III.14. MONITOREO SUPERFICIAL EN LAS PROXIMIDADES DE GLACIARES PARA CONTROL DE VIBRACIONES PRODUCIDAS POR VOLADURAS

Se incluye en este concepto la partida alzada para el Registro sismográfico en superficie para el control de vibraciones en las proximidades de glaciares, durante la excavación con voladuras en el interior de los túneles i/ personal, estudio previo de determinación de umbrales, instrumental, mediciones, medios auxiliares e informe de resultados obtenidos.

Con suficiente antelación al inicio de las voladuras en el Túnel Caracoles el contratista propondrá el plan de monitoreo que permita garantizar la ausencia de afecciones en los glaciares ubicados en el sector chileno. Dicho plan deberá ser aprobado por la Inspección Fiscal, y ser plenamente operativo en el momento de inicio de la excavación mediante el sistema de perforación y voladura.

Se medirán y pagarán exclusivamente los costes justificados mediante las correspondientes facturas por las unidades incluidas en este concepto.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicará para valorizar la Partida Alzada correspondiente a este concepto, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG0914	PARTIDA ALZADA: REGISTRO SISMOGRÁFICO EN SUPERFICIE PARA EL CONTROL DE VIBRACIONES EN LAS PROXIMIDADES DE GLACIARES, DURANTE LA EXCAVACIÓN CON VOLADURAS EN EL INTERIOR DE LOS TÚNELES I/ PERSONAL, ESTUDIO PREVIO DE DETERMINACIÓN DE UMBRALES, INSTRUMENTAL, MEDICIONES, MEDIOS AUXILIARES E INFORME DE RESULTADOS OBTENIDOS.	Ud.



**REPÚBLICA DE CHILE – MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE VIALIDAD REPÚBLICA ARGENTINA – MINISTERIO DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD**

PROYECTO RGT-T2878

REFUNCIONALIZACIÓN INTEGRAL DEL PASO SISTEMA CRISTO REDENTOR

ANTECEDENTES DE LICITACIÓN

IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS IV.IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESPECIALES



IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

IV.I. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESPECIALES

ÍNDICE

IV.IV.1.	ESTRUCTURA DE ESTAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	1
IV.IV.2.	EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES EN EXTERIOR.....	1
IV.IV.2.1.	DEMOLICIONES EN EXTERIOR	1
IV.IV.2.1.1.	Equipos.....	2
IV.IV.2.1.2.	Procedimiento de operación.....	2
IV.IV.2.1.2.1.	Actividades preliminares.....	3
IV.IV.2.1.2.2.	Protección.....	3
IV.IV.2.1.3.	Control de calidad	4
IV.IV.2.1.4.	Medición y pago	4
IV.IV.2.2.	EXCAVACIONES CON MEDIOS MECÁNICOS EN EL EXTERIOR.....	5
IV.IV.2.2.1.	Procedimiento de operación.....	6
IV.IV.2.2.1.1.	Excavación de tierra vegetal.....	7
IV.IV.2.2.1.2.	Excavación con medios mecánicos.....	8
IV.IV.2.2.2.	Control de calidad	11
IV.IV.2.2.3.	Medición y pago	11
IV.IV.3.	EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES EN TÚNEL	12
IV.IV.3.1.	EXCAVACIONES POR MEDIOS MECÁNICOS EN TÚNEL	12
IV.IV.3.1.1.	Materiales de la excavación por medios mecánicos en túnel.....	12
IV.IV.3.1.2.	Equipos para la excavación con medios mecánicos en túnel.....	13
IV.IV.3.1.3.	Procedimiento constructivo para la excavación con medios mecánicos en túnel	13
IV.IV.3.1.4.	Control de calidad de la excavación con medios mecánicos en túnel.....	15
IV.IV.3.1.5.	Medición y pago de la excavación con medios mecánicos en túnel.....	16
IV.IV.3.2.	EXCAVACIÓN CON EXPLOSIVOS EN TÚNEL.....	17
IV.IV.3.2.1.	Proceso de ejecución	17
IV.IV.3.2.2.	Control de calidad para la excavación con explosivos en túnel.....	18
IV.IV.3.2.3.	Medición y pago de la excavación con explosivos en túnel.....	18
IV.IV.3.3.	EXCAVACIÓN CON EXPLOSIVOS O MEDIOS MECÁNICOS EN GALERÍAS	19
IV.IV.4.	ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL TÚNEL.....	19
IV.IV.4.1.	PERNOS AUTOPERFORANTES.....	19
IV.IV.4.1.1.	Condiciones de ejecución y equipos para colocar pernos autoperforantes	20
IV.IV.4.1.2.	Control de calidad de los pernos autoperforantes	21
IV.IV.4.1.3.	Medición y pago de los pernos autoperforantes	22
IV.IV.4.2.	PERNO MACIZO Ø32 PARA PARAGUAS.....	22
IV.IV.4.2.1.	Materiales para pernos macizos ø32 para paraguas.....	23
IV.IV.4.2.2.	Procedimiento de ejecución de los pernos macizos ø32 para paraguas	23
IV.IV.4.2.3.	Control de calidad de los pernos macizos ø32 para paraguas.....	24
IV.IV.4.2.4.	Medición y pago de los pernos macizos ø32 para paraguas.....	24
IV.IV.4.3.	PERNO DE ACERO SWELLEX MN24.....	25
IV.IV.4.3.1.	Materiales de los pernos SWELLEX MN24	25
IV.IV.4.3.2.	Condiciones de ejecución de los pernos SWELLEX MN24.....	26
IV.IV.4.3.3.	Control de calidad de los pernos SWELLEX MN24.....	28
IV.IV.4.3.4.	Medición y pago de los pernos SWELLEX MN24.....	29
IV.IV.4.4.	PERNOS DE FIBRA DE VIDRIO Ø32	29
IV.IV.4.4.1.	Materiales y equipos para los pernos de fibra de vidrio ø32	29
IV.IV.4.4.2.	Procedimiento de ejecución para los pernos de fibra de vidrio ø32	30

IV.IV.4.4.3.	Control de calidad de los pernos de fibra de vidrio $\phi 32$	31
IV.IV.4.4.4.	Medición y pago de los pernos de fibra de vidrio $\phi 32$	32
IV.IV.4.5.	ACERO PARA ARMADURAS Y MALLAS ELECTROSOLDADAS	32
IV.IV.4.5.1.	Materiales para acero para armaduras y mallas electrosoldadas	32
IV.IV.4.5.2.	Procedimiento constructivo para armaduras y mallas electrosoldadas	33
IV.IV.4.5.3.	Control de calidad de aceros para armaduras y mallas electrosoldadas	35
IV.IV.4.5.4.	Medición y pago de aceros para armaduras y mallas electrosoldadas	35
IV.IV.4.6.	MARCOS METÁLICOS RETICULADOS.....	36
IV.IV.4.6.1.	Materiales para marcos metálicos reticulados	37
IV.IV.4.6.2.	Puesta en obra de los marcos metálicos reticulados.....	37
IV.IV.4.6.3.	Control de calidad de los marcos metálicos reticulados	38
IV.IV.4.6.4.	Medición y pago de los marcos metálicos reticulados	39
IV.IV.5.	HORMIGONES Y COMPLEMENTOS	39
IV.IV.5.1.	HORMIGÓN ARMADO G35/H-35.....	39
IV.IV.5.1.1.	Componentes del hormigón armado G35/H-35	40
IV.IV.5.1.1.1.	Cemento	40
IV.IV.5.1.1.2.	Agua	40
IV.IV.5.1.1.3.	Agregado fino	40
IV.IV.5.1.1.4.	Agregado grueso	42
IV.IV.5.1.1.5.	Aditivos para mejorar la trabajabilidad del hormigón	43
IV.IV.5.1.2.	Especificaciones del hormigón G35/H-35	44
IV.IV.5.1.2.1.	Influencia de la exposición a bajas temperaturas	44
IV.IV.5.1.2.2.	Consistencia	48
IV.IV.5.1.2.3.	Durabilidad	48
IV.IV.5.1.2.4.	Ensayos iniciales	48
IV.IV.5.1.2.5.	Medición del peso del cemento y agregados.....	48
IV.IV.5.1.3.	Fabricación del hormigón G35/H-35	49
IV.IV.5.1.4.	Transporte del hormigón a obra	51
IV.IV.5.1.5.	Equipos para la colocación del hormigón	51
IV.IV.5.1.5.1.	Vibradores	51
IV.IV.5.1.5.2.	Equipos varios	51
IV.IV.5.1.6.	Puesta en obra	51
IV.IV.5.1.6.1.	Personal	52
IV.IV.5.1.6.2.	Preparación de la zona a hormigonar.....	52
IV.IV.5.1.6.3.	Almacenamiento de materiales	53
IV.IV.5.1.6.4.	Acarreo, transporte y colocación del hormigón hasta el lugar de puesta en obra	53
IV.IV.5.1.6.5.	Juntas en el hormigón	55
IV.IV.5.1.6.6.	Curado del hormigón	55
IV.IV.5.1.6.7.	Tratamiento de defectos superficiales	57
IV.IV.5.1.6.8.	Reparación de grietas, fisuras y/o coqueras.....	57
IV.IV.5.1.7.	Control de calidad del hormigón.....	57
IV.IV.5.1.7.1.	Control de calidad del material	57
IV.IV.5.1.7.2.	Control de calidad de ejecución.....	60
IV.IV.5.1.7.3.	Control de calidad del producto terminado	60
IV.IV.5.1.8.	Medición y pago del hormigón G35/H-35.....	62
IV.IV.5.2.	HORMIGÓN PROYECTADO EN SOSTENIMIENTO O REVESTIMIENTO	62
IV.IV.5.2.1.	Materiales para fabricar hormigón proyectado.....	63
IV.IV.5.2.1.1.	Cemento	63
IV.IV.5.2.1.2.	Agua	64
IV.IV.5.2.1.3.	Agregados	64
IV.IV.5.2.1.4.	Aditivos	64
IV.IV.5.2.1.5.	Dosificación de cemento y resistencia.....	65
IV.IV.5.2.2.	Equipos para la proyección de hormigón.....	66
IV.IV.5.2.3.	Puesta en obra del hormigón proyectado	67
IV.IV.5.2.3.1.	Mezclado de los componentes	67
IV.IV.5.2.3.2.	Temperatura	67
IV.IV.5.2.3.3.	Humedad de los agregados.....	67
IV.IV.5.2.3.4.	Transporte del hormigón proyectado	67
IV.IV.5.2.3.5.	Preparación del soporte.....	68
IV.IV.5.2.3.6.	Proyección del hormigón	68
IV.IV.5.2.4.	Control de calidad del hormigón proyectado.....	69
IV.IV.5.2.4.1.	Control previo de la calidad de los materiales	70

IV.IV.5.2.4.2.	Control de calidad de ejecución del hormigón proyectado	71
IV.IV.5.2.5.	Medición y pago del hormigón proyectado	76
IV.IV.5.3.	HORMIGÓN SIMPLE G20/H-20	76
IV.IV.5.4.	HORMIGÓN POBRE Y DE LIMPIEZA (FC'=10 MPA)	77
IV.IV.5.4.1.	Materiales	77
IV.IV.5.4.2.	Condiciones de ejecución	78
IV.IV.5.4.3.	Medición y pago	78
IV.IV.5.5.	ARLITA CON CEMENTO PARA FORMACIÓN DE RELLENO COMPRESIBLE	78
IV.IV.5.5.1.	Condiciones de ejecución de arlita con cemento para relleno compresible	79
IV.IV.5.5.2.	Medición y pago de arlita con cemento para relleno compresible	79
IV.IV.5.6.	ENCOFRADOS EN TÚNEL	80
IV.IV.5.6.1.	Materiales y equipos de los encofrados	80
IV.IV.5.6.2.	Puesta en obra de los encofrados	81
IV.IV.5.6.3.	Control de calidad de los encofrados	83
IV.IV.5.6.4.	Medición y pago de los encofrados	83
IV.IV.5.7.	JUNTAS DE DILATACIÓN EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES	84
IV.IV.5.7.1.	Materiales de las juntas de dilatación	84
IV.IV.5.7.2.	Procedimiento de ejecución de las juntas de dilatación	85
IV.IV.5.7.3.	Control de calidad de las juntas de dilatación	85
IV.IV.5.7.4.	Medición y pago de las juntas de dilatación	85
IV.IV.5.8.	INYECCIÓN DE RELLENO DE CLAVE CON LECHADA DE CEMENTO	86
IV.IV.5.8.1.	Materiales para la inyección de lechada	86
IV.IV.5.8.2.	Equipos para la inyección de lechada	86
IV.IV.5.8.3.	Puesta en obra de la inyección de lechada	87
IV.IV.5.8.4.	Control de calidad de la inyección de lechada	89
IV.IV.5.8.5.	Medición y pago de la inyección de lechada	90
IV.IV.5.9.	FIBRA DE ACERO ESTRUCTURAL	90
IV.IV.5.9.1.	Materiales para fabricar las fibras de acero	90
IV.IV.5.9.2.	Medición y pago de las fibras de acero	91
IV.IV.5.10.	MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO	92
IV.IV.5.10.1.	Materiales para fabricar las microfibras de polipropileno	92
IV.IV.5.10.2.	Adición de las microfibras al hormigón	92
IV.IV.5.10.3.	Control de calidad de las microfibras	92
IV.IV.5.10.4.	Medición y pago de las microfibras	93
IV.IV.5.11.	HORMIGÓN RESISTENTE AL ATAQUE POR SULFATOS	93
IV.IV.6.	RELLENOS	94
IV.IV.6.1.	RELLENO GRANULAR SELECCIONADO	94
IV.IV.6.1.1.	Materiales para relleno seleccionado	95
IV.IV.6.1.2.	Puesta en obra del relleno seleccionado	95
IV.IV.6.1.3.	Control de calidad del relleno seleccionado	96
IV.IV.6.1.4.	Medición y pago del relleno seleccionado	96
IV.IV.6.2.	RELLENO SIN GRUESOS SOBRE TÚNEL FALSO	97
IV.IV.6.2.1.	Materiales para relleno sobre túnel falso	97
IV.IV.6.2.2.	Puesta en obra del relleno sobre túnel falso	98
IV.IV.6.2.3.	Medición y pago del relleno sobre túnel falso	99
IV.IV.6.3.	RELLENO HASTA COTA DEL TERRENO SOBRE TÚNEL FALSO	99
IV.IV.6.3.1.	Materiales para relleno hasta cota de terreno sobre túnel falso	99
IV.IV.6.3.2.	Procedimiento de ejecución del relleno hasta cota de terreno sobre túnel falso	99
IV.IV.6.3.3.	Medición y pago del relleno hasta la cota de terreno sobre túnel falso	100
IV.IV.6.4.	MATERIAL DE FILTRO PARA DREN BAJO CUNETAS	100
IV.IV.6.4.1.	Materiales para tipo de dren bajo cunetas	100
IV.IV.6.4.2.	Ejecución del filtro de dren bajo cunetas	101
IV.IV.6.4.3.	Medición y pago del filtro de dren bajo cunetas	101
IV.IV.7.	PORTALES Y TÚNELES FALSOS	102
IV.IV.7.1.	MALLA ELECTROSOLDADA PARA TALUDES	102
IV.IV.7.2.	HORMIGÓN PROYECTADO G35/H-35 EN TALUDES	103
IV.IV.7.3.	PERNO AUTOPERFORANTE EN TALUDES	104

IV.IV.7.4.	CHAPA NERVADA TIPO BERNOLD	105
IV.IV.7.4.1.	Materiales para fabricar las chapas Bernold	105
IV.IV.7.4.2.	Control de calidad de las chapas Bernold	105
IV.IV.7.4.3.	Medición y pago de las chapas Bernold	105
IV.IV.7.5.	ESCOLLERA CEMENTADA	106
IV.IV.7.5.1.	Materiales para construir la escollera cementada	106
IV.IV.7.5.2.	Procedimiento de ejecución de la escollera cementada	107
IV.IV.7.5.3.	Control de calidad de la escollera cementada	107
IV.IV.7.5.4.	Medición y pago de la escollera cementada	107
IV.IV.7.6.	TUBO DREN CALIFORNIANO EN TALUDES	108
IV.IV.7.6.1.	Procedimiento de instalación del tubo dren Californiano en taludes	108
IV.IV.7.6.2.	Medición y pago del tubo dren Californiano en taludes	109
IV.IV.8.	IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE	110
IV.IV.8.1.	IMPERMEABILIZACIÓN PRIMARIA	110
IV.IV.8.2.	LÁMINA DE PVC PARA IMPERMEABILIZACIÓN	111
IV.IV.8.2.1.	Materiales de las láminas de PVC para impermeabilización	111
IV.IV.8.2.2.	Procedimiento constructivo de las láminas de PVC para impermeabilización	111
IV.IV.8.2.3.	Control de calidad de las láminas de PVC para impermeabilización	112
IV.IV.8.2.4.	Medición y pago de las láminas de PVC para impermeabilización	112
IV.IV.8.3.	GEOTEXTIL PARA DRENAJE PRINCIPAL	113
IV.IV.8.3.1.	Materiales del geotextil para drenaje principal	113
IV.IV.8.3.2.	Procedimiento constructivo del geotextil para drenaje principal	114
IV.IV.8.3.3.	Control de calidad del geotextil para drenaje principal	114
IV.IV.8.3.4.	Medición y pago del geotextil para drenaje principal	114
IV.IV.8.4.	LÁMINA DRENANTE EN FALSO TÚNEL	115
IV.IV.8.4.1.	Materiales de la lámina drenante en falso túnel	115
IV.IV.8.4.2.	Medición y pago de la lámina drenante en falso túnel	116
IV.IV.8.5.	LÁMINA IMPERMEABILIZANTE VISTA	116
IV.IV.8.5.1.	Materiales de la lámina impermeabilizante vista	116
IV.IV.8.5.2.	Medición de la lámina impermeabilizante vista	118
IV.IV.8.6.	TUBOS COLECTORES DE HORMIGÓN	118
IV.IV.8.6.1.	Materiales de los tubos colectores de hormigón	118
IV.IV.8.6.2.	Procedimiento constructivo de instalación de tubos colectores de hormigón	119
IV.IV.8.6.2.1.	Manipulación de los tubos colectores de hormigón en obra	120
IV.IV.8.6.2.2.	Colocación de las juntas de goma entre los tubos colectores de hormigón	120
IV.IV.8.6.2.3.	Instalación de los tubos colectores de hormigón	121
IV.IV.8.6.2.4.	Hormigonado del dado de recubrimiento de los tubos colectores de hormigón	121
IV.IV.8.6.2.5.	Pruebas de estanqueidad en obra de los tubos colectores de hormigón	121
IV.IV.8.6.3.	Control de calidad de los tubos colectores de hormigón	122
IV.IV.8.6.4.	Medición y pago de los tubos colectores de hormigón	123
IV.IV.8.7.	TUBO COLECTOR DE POLIETILENO ESTRUCTURADO SN8 Ø400 MM	124
IV.IV.8.7.1.	Materiales del tubo colector de polietileno estructurado SN8 Ø400 mm	124
IV.IV.8.7.2.	Procedimiento de ejecución del tubo colector de polietileno estructurado SN8 Ø400 mm	124
IV.IV.8.7.2.1.	Uniones entre tubos colectores de polietileno estructurado SN8 Ø400 mm	125
IV.IV.8.7.2.2.	Uniones entre tubos y arquetas del tubo colector de polietileno estructurado SN8 Ø400 mm	126
IV.IV.8.7.2.3.	Hormigonado del dado de recubrimiento del tubo colector de polietileno estructurado SN8 Ø400 mm	126
IV.IV.8.7.3.	Medición y pago del tubo colector de polietileno estructurado SN8 Ø400 mm	126
IV.IV.8.8.	TUBO DREN CALIFORNIANO PARA FRENTE DE EXCAVACIÓN	127
IV.IV.8.9.	TUBOS DE PVC PARA EL SISTEMA DE DRENAJE	127
IV.IV.8.9.1.	Materiales de los tubos de PVC para el sistema de drenaje	128
IV.IV.8.9.2.	Procedimiento constructivo de los tubos de PVC para el sistema de drenaje	129
IV.IV.8.9.3.	Control de calidad de los tubos de PVC para el sistema de drenaje	129
IV.IV.8.9.4.	Medición y pago de los tubos de PVC para el sistema de drenaje	129
IV.IV.8.10.	CUNETA EN HORMIGÓN DE 20 MPA	130
IV.IV.8.10.1.	Materiales de la cuneta en hormigón de 20 MPA	130
IV.IV.8.10.2.	Procedimiento de ejecución de la cuneta en hormigón de 20 MPA	131
IV.IV.8.10.3.	Medición y pago de la cuneta en hormigón de 20MPA	131

IV.IV.8.11.	BAJANTE PREFABRICADA EN HORMIGÓN.....	132
IV.IV.8.11.1.	<i>Materiales de la bajante prefabricada en hormigón.....</i>	132
IV.IV.8.11.2.	<i>Procedimiento de ejecución de la bajante prefabricada en hormigón.....</i>	132
IV.IV.8.11.3.	<i>Medición y pago de la bajante prefabricada en hormigón.....</i>	132
IV.IV.8.12.	IMPERMEABILIZACIÓN BITUMINOSA.....	133
IV.IV.8.12.1.	<i>Materiales de la impermeabilización bituminosa.....</i>	133
IV.IV.8.12.2.	<i>Procedimiento de ejecución de la impermeabilización bituminosa.....</i>	134
IV.IV.8.12.3.	<i>Medición y pago de la impermeabilización bituminosa.....</i>	135
IV.IV.8.13.	SELLADO DE IMPERMEABILIZACIÓN.....	136
IV.IV.8.14.	MEMBRANA PROYECTADA.....	137
IV.IV.8.14.1.	<i>Materiales de fabricación de la membrana proyectada.....</i>	137
IV.IV.8.14.2.	<i>Procedimiento constructivo de la membrana proyectada.....</i>	137
IV.IV.8.14.3.	<i>Control de calidad de la membrana proyectada.....</i>	139
IV.IV.8.14.4.	<i>Medición y pago de la membrana proyectada.....</i>	139
IV.IV.8.15.	CAZ PREFABRICADO Ø300 MM.....	140
IV.IV.8.15.1.	<i>Procedimiento de ejecución del caz prefabricado ø300 MM.....</i>	140
IV.IV.8.15.2.	<i>Medición y pago del caz prefabricado ø300 MM.....</i>	140
IV.IV.8.16.	HORMIGÓN ARMADO G35/H-35 EN ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO,.....	141
IV.IV.8.16.1.	<i>Materiales para el hormigonado en arquetas y pozos de registro.....</i>	141
IV.IV.8.16.2.	<i>Procedimiento de ejecución y control de calidad para el hormigonado en arquetas y pozos de registro.....</i>	141
IV.IV.8.16.3.	<i>Medición y pago para el hormigonado en arquetas y pozos de registro con tapa.....</i>	142
IV.IV.8.17.	REJILLA TIPO TRAMEX PARA CANALETA DE DRENAJE.....	142
IV.IV.8.17.1.	<i>Materiales de la rejilla tipo Tramex para canaleta de drenaje.....</i>	142
IV.IV.8.17.2.	<i>Medición y pago de la rejilla tipo Tramex para canaleta de drenaje.....</i>	143
IV.IV.9.	PAVIMENTOS Y ACABADOS.....	143
IV.IV.9.1.	SUBBASE GRANULAR.....	144
IV.IV.9.1.1.	<i>Materiales para la fabricación de la subbase granular.....</i>	144
IV.IV.9.1.2.	<i>Puesta en obra de la subbase granular.....</i>	145
IV.IV.9.1.3.	<i>Medición y pago de la subbase granular.....</i>	146
IV.IV.9.2.	BASE HORMIGÓN POBRE 5 MPA, DE ESPESOR 20 CM.....	146
IV.IV.9.2.1.	<i>Materiales para fabricar la base de hormigón pobre 5 MPA.....</i>	146
IV.IV.9.2.2.	<i>Procedimiento de ejecución de la base de hormigón pobre 5 MPA.....</i>	146
IV.IV.9.2.3.	<i>Medición y pago la base de hormigón pobre 5 MPA.....</i>	146
IV.IV.9.3.	PAVIMENTO DE HORMIGÓN.....	147
IV.IV.9.3.1.	<i>Materiales para la fabricación del pavimento de hormigón.....</i>	147
IV.IV.9.3.1.1.	<i>Cemento hidráulico.....</i>	147
IV.IV.9.3.1.2.	<i>Áridos.....</i>	148
IV.IV.9.3.1.3.	<i>Aditivos y agua.....</i>	149
IV.IV.9.3.2.	<i>Procedimiento de ejecución y control de calidad de la fabricación de pavimentos de hormigón.....</i>	149
IV.IV.9.3.2.1.	<i>Ejecución del pavimento.....</i>	150
IV.IV.9.3.2.2.	<i>Ejecución de las juntas.....</i>	151
IV.IV.9.3.3.	<i>Control de calidad de la fabricación de pavimentos de hormigón.....</i>	152
IV.IV.9.3.4.	<i>Medición y pago de la fabricación de pavimentos de hormigón.....</i>	152
IV.IV.9.4.	ACERO DE BARRAS DE TRASPASO DE CARGA Y AMARRE.....	152
IV.IV.9.5.	JUNTAS DE EXPANSIÓN EN PAVIMENTO.....	153
IV.IV.9.5.1.	<i>Materiales para la fabricación de juntas de expansión en pavimento.....</i>	153
IV.IV.9.5.2.	<i>Puesta en obra para la fabricación de juntas de expansión en pavimento.....</i>	154
IV.IV.9.5.3.	<i>Control de calidad para la fabricación de juntas de expansión en pavimento.....</i>	154
IV.IV.9.5.4.	<i>Medición y pago para la fabricación de juntas de expansión en pavimentos.....</i>	155
IV.IV.9.6.	DUCTOS PARA INSTALACIONES.....	155
IV.IV.9.6.1.	<i>Materiales de los ductos para instalaciones.....</i>	155
IV.IV.9.6.2.	<i>Procedimiento de ejecución de los ductos para instalaciones.....</i>	156
IV.IV.9.6.2.1.	<i>Tubos para la instalación eléctrica.....</i>	156
IV.IV.9.6.2.2.	<i>Tubos PCI.....</i>	157
IV.IV.9.6.3.	<i>Medición y pago de los ductos para instalaciones.....</i>	157
IV.IV.9.7.	PLACA REFLECTANTE DE ACABADO.....	158
IV.IV.9.7.1.	<i>Materiales de la placa reflectante de acabado.....</i>	158

IV.IV.9.7.2.	<i>Procedimiento de ejecución de la instalación de la placa reflectante de acabado.....</i>	159
IV.IV.9.7.3.	<i>Medición y pago de la placa reflectante de acabado.....</i>	160
IV.IV.9.8.	PANTALLA DEFLECTORA DE ACERO GALVANIZADO	160
IV.IV.9.9.	PATES DE ACERO.....	161
IV.IV.9.9.1.	<i>Materiales de las partes de acero.....</i>	161
IV.IV.9.9.2.	<i>Procedimiento de ejecución de la instalación de las partes de acero</i>	161
IV.IV.9.9.3.	<i>Medición y pago de las partes de acero</i>	162
IV.IV.9.10.	ACERO EN CHAPAS Y PERFILES LAMINADOS	162
IV.IV.9.10.1.	<i>Materiales del acero en chapas y perfiles laminados</i>	162
IV.IV.9.10.2.	<i>Procedimientos de ejecución del acero en chapas y perfiles laminados.....</i>	164
IV.IV.9.10.3.	<i>Medición y pago del acero en chapas y perfiles laminados.....</i>	164
IV.IV.9.11.	REVESTIMIENTO ANTIÁCIDO EN PARAMENTOS DE HORMIGÓN	165
IV.IV.9.11.1.	<i>Materiales del revestimiento antiácido en paramentos de hormigón.....</i>	165
IV.IV.9.11.2.	<i>Procedimiento de ejecución para la fabricación del revestimiento antiácido en paramentos de hormigón</i>	165
IV.IV.9.11.3.	<i>Medición y pago del revestimiento antiácido en paramentos de hormigón.....</i>	166
IV.IV.9.12.	ANCLAJE DE BARRA CORRUGADA INYECTADA CON RESINA EPOXI.....	167
IV.IV.9.12.1.	<i>Procedimiento de ejecución del anclaje de barra corrugada inyectada con resina Epoxi</i>	167
IV.IV.9.12.2.	<i>Medición y pago del anclaje de barra corrugada inyectada con resina Epoxi.....</i>	167
IV.IV.9.13.	MAMPOSTERIA DE LADRILLO	168
IV.IV.9.13.1.	<i>Materiales de la mampostería de ladrillo</i>	168
IV.IV.9.13.2.	<i>Procedimiento de ejecución de la mampostería de ladrillo.....</i>	168
IV.IV.9.13.3.	<i>Medición y pago de la mampostería de ladrillo.....</i>	169
IV.IV.10.	MONITOREO	170
IV.IV.10.1.	DEFINICIONES Y ALCANCE DEL MONITOREO	170
IV.IV.10.2.	MATERIALES QUE CONSTITUYEN LOS DISPOSITIVOS DE MONITOREO	171
IV.IV.10.2.1.	<i>Puntos de convergencia (PCC) y descenso de clave (PN)</i>	171
IV.IV.10.2.2.	<i>Extensómetros de varillas</i>	173
IV.IV.10.2.3.	<i>Hitos de nivelación topográfica</i>	174
IV.IV.10.2.4.	<i>Puntos de control topográfico.....</i>	174
IV.IV.10.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL MONITOREO	175
IV.IV.10.3.1.	<i>Instalación de dispositivos de monitoreo</i>	175
IV.IV.10.3.2.	<i>Realización de las medidas de monitoreo</i>	176
IV.IV.10.3.3.	<i>Calibración de los aparatos de medida.....</i>	177
IV.IV.10.3.4.	<i>Seguimiento del monitoreo.....</i>	177
IV.IV.10.4.	CONTROL DE CALIDAD DEL MONITOREO.....	178
IV.IV.10.5.	MEDICIÓN Y PAGO DEL MONITOREO	178
IV.IV.11.	OTROS.....	180
IV.IV.11.1.	LETREROS DE IDENTIFICACION DE LAS OBRAS	180
IV.IV.11.2.	PROVISIÓN DE HONORARIOS, MANUTENCIÓN Y TRANSPORTE DEL PERSONAL DE LA INSPECCIÓN FISCAL DE LAS OBRAS	180

IV.IV.1. ESTRUCTURA DE ESTAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Como es habitual las Especificaciones Técnicas se han agrupado por capítulos, que incluyen las especificaciones técnicas sobre materiales y trabajos análogos o relacionados, que corresponden a los conceptos que se indican a continuación.

- ◆ Excavaciones y demoliciones en el exterior.
- ◆ Excavaciones y demoliciones en túnel.
- ◆ Elementos estructurales en túnel.
- ◆ Hormigones y complementos.
- ◆ Rellenos.
- ◆ Portales y Túneles falsos.
- ◆ Impermeabilización y drenaje.
- ◆ Pavimentos y acabados.
- ◆ Monitoreo.
- ◆ Aspectos ambientales.

IV.IV.2. EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES EN EXTERIOR

Esta partida incluye dos unidades de abono; una la referente a Demoliciones en el Exterior y la otra que permite el abono de las Excavaciones con medios mecánicos en exterior.

IV.IV.2.1. DEMOLICIONES EN EXTERIOR

Los trabajos objeto de esta especificación comprenden la mano de obra, los equipos y el control de calidad necesarios para ejecutar y completar las tareas de demolición que sean requeridas para el desarrollo de los trabajos de demolición en exterior.

La unidad incluye el desescombro, carga y transporte de material demolido a botadero o gestor autorizado, cuyos requerimientos se incluyen.

El Contratista deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la normativa nacional correspondiente y con las presentes Especificaciones Técnicas.

IV.IV.2.1.1. Equipos

Los equipos que emplee el Contratista en esta actividad deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las especificaciones y del programa de trabajo y cumplir con las especificaciones de normas ambientales.

El empleo de compresores, martillos neumáticos, eléctricos o cualquier medio auxiliar que produzca vibraciones deberá ser previamente autorizado; tras comprobar que sus características permiten cumplir con lo previsto en estas especificaciones.

Los equipos para la carga, transporte y descarga de materiales, deberán ser apropiados para garantizar el cumplimiento de lo establecido en el Proyecto y el programa de trabajo; deberán estar provistos de los elementos necesarios para evitar problemas de seguridad vial, contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.

Todos los equipos para la carga, transporte y descarga de los materiales, deberán cumplir con las disposiciones legales referentes al control de la contaminación ambiental.

Ningún vehículo de los utilizados por el Contratista podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas en la normativa vigente. En cada vehículo debe indicarse claramente su capacidad máxima.

Todos los vehículos deberán tener incorporados en los contenedores o tolvas apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad en forma tal que se evite el derrame o pérdida del material durante el transporte. Estas tolvas deberán estar constituidas por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios y deberá mantenerse en buen estado de mantenimiento.

Para evitar los efectos de la posible dispersión y derrame de los materiales granulares, excedentes, derrumbes y otros, éstos deben de ser humedecidos y cubiertos antes de ser transportados. La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y deberá estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva.

Los equipos de carga y descarga deberán estar provistos de los accesorios necesarios para realizar adecuadamente tales labores, entre las cuales pueden mencionarse las alarmas acústicas, ópticas y otras.

IV.IV.2.1.2. Procedimiento de operación

La demolición de las estructuras preexistentes deberá hacerse dejando la zona libre de cualquier obstáculo que pudiera dificultar la construcción.

Los trabajos se llevarán a cabo empleando medios mecánicos, por lo que, salvo aprobación de la Supervisión de Obra, no se permitirá el uso de explosivos en ninguno de los trabajos de demolición requeridos. El trabajo comprende también la demolición de todas las estructuras temporales que interfieran con el avance de las obras.

El material de demolición quedará como propiedad del Contratista, que deberá alejarlo del lugar lo antes posible; evitando que la acumulación de material de demolición interrumpa el avance de los trabajos.

IV.IV.2.1.2.1. Actividades preliminares

Previo al inicio de los trabajos de demolición se deberá contar con planos o croquis que deberán ser presentados al Supervisor, con las dimensiones y características de las estructuras a demoler.

Para proceder con la demolición se deberá presentar al Supervisor el alcance del trabajo a ejecutar y los métodos propuestos.

En el plan de demolición se indicarán, en caso de que existan, los elementos susceptibles de ser recuperados a fin de hacerlo de forma manual.

IV.IV.2.1.2.2. Protección

Mientras duren los trabajos de demolición se seguirá un exhaustivo control de medidas de protección que sean necesarias a fin de mitigar los efectos sobre el revestimiento del Túnel ya terminado y otros elementos estructurales adyacentes, así como sobre los propios trabajadores. Los aspectos a considerar serán los siguientes:

- ◆ De cada demolición se establecerán las medidas de protección a utilizar para garantizar la seguridad y salud de los obreros y de las personas involucradas, para un área de influencia adecuada alrededor de la obra.
- ◆ El área alrededor de la demolición deberá mantenerse segura para el tránsito de personas y equipos. Las operaciones de demolición deberán conducirse de manera que no se cause daño a partes adyacentes de la obra. La zona alrededor de los trabajos deberá ser adecuadamente señalada.
- ◆ Deberán utilizarse medidas de control del polvo, como por ejemplo nebulización de agua.

Los escombros y materiales procedentes de la demolición, que sean aptos y necesarios para ejecutar rellenos en otras partes del Proyecto, se deberán utilizar para este fin. Todos los demás materiales excedentes deberán ser transportados fuera de la obra y colocados en los Depósitos de Materiales Excedentes (DME), habilitados a tal efecto, y separados en función del tipo de material para su posterior retirada.

La remoción de escombros deberá conducirse de manera que no cause interferencia con las instalaciones existentes en operación.

La carga y evacuación de los escombros puede llevarse a cabo por medios mecánicos, con empleo de palas o retroexcavadoras, que tras las maniobras pertinentes depositarán los mismos sobre la plataforma de un camión o dumper.

El traslado a los depósitos de materiales excedentes, como norma universal, se llevará a cabo mediante el empleo de camión o dumper.

Todas las labores de disposición de materiales se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del Proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

IV.IV.2.1.3. Control de calidad

Se deberán presentar planos / croquis con las dimensiones de las estructuras a demoler. El Supervisor deberá validarlo identificando correctamente la estructura a demoler.

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ◆ Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos.
- ◆ Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- ◆ Identificar todos los elementos que deban ser demolidos o removidos y/o trasladados.
- ◆ Señalar los elementos que deban permanecer en el sitio y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.
- ◆ Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- ◆ Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

El Supervisor considerará terminados los trabajos de demolición, según lo indicado en las Especificaciones Técnicas cuando hayan sido terminados satisfactoriamente los trabajos correspondientes, de manera que permita continuar con las otras actividades programadas, y los materiales sobrantes hayan sido adecuadamente dispuestos de acuerdo con lo que establece la presente especificación. Se medirá los volúmenes de trabajo ejecutado por el Contratista de acuerdo con las especificaciones técnicas.

IV.IV.2.1.4. Medición y pago

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas Especificaciones.

Para la cuantificación de la partida de demolición de fábrica se utilizará como medida el metro cúbico (m³) de material demolido, medido sobre planos y para la demolición de cobertizo la unidad será metro (m) de cobertizo demolido, medido sobre planos.

El precio incluye la demolición y el corte de los elementos que así lo requieran y todas las demás operaciones y materiales necesarios, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indican que los códigos de los precios unitarios y las unidades de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de Excavación y Demoliciones en el exterior, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04030019	DEMOLICIÓN DE FÁBRICA EN EXTERIOR HORMIGÓN EN MASA, HORMIGÓN ARMADO, i/ CORTE DE PARAMENTOS CON SIERRA, DEMOLICIÓN, DESESCOMBRO, CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO A GESTOR AUTORIZADO, LICENCIAS Y PERMISOS Y GESTIÓN DE RESIDUOS CON TRANSPORTE A CUALQUIER DISTANCIA	m ³
CRG04030010	DEMOLICIÓN DE COBERTIZO, i/ CORTE DE PARAMENTOS CON SIERRA, DEMOLICIÓN, DESESCOMBRO, CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO A GESTOR AUTORIZADO, LICENCIAS Y PERMISOS Y GESTIÓN DE RESIDUOS CON TRANSPORTE A CUALQUIER DISTANCIA	m

IV.IV.2.2. EXCAVACIONES CON MEDIOS MECÁNICOS EN EL EXTERIOR

La presente partida comprende el conjunto de operaciones para la excavación y nivelación de las zonas donde ha de asentarse la plataforma, taludes y cunetas de la traza, así como el consiguiente transporte de los productos al lugar de empleo o botadero, hasta una distancia de 10 km.

Se considera tanto la excavación de tierra vegetal como en desmonte, que comprenden las actividades que se relacionan a continuación.

Excavación de tierra vegetal:

- ◆ Retirada de las capas aptas para su utilización como tierra vegetal según condiciones del Pliego.
- ◆ Carga y transporte a lugar de acopio autorizado o lugar de utilización.
- ◆ Depósito de la tierra vegetal en una zona adecuada para su reutilización.
- ◆ Operaciones de protección, evacuación de aguas y labores de mantenimiento en acopios a largo plazo.
- ◆ Acondicionamiento y mantenimiento del acopio.

- ◆ Pago de los cánones de ocupación, si fuera necesario.

Excavación en desmonte con medios mecánicos, sin ayuda de explosivos:

- ◆ Excavación del terreno.
- ◆ Agotamiento del agua con bombas, en caso necesario.
- ◆ Red de evacuación de aguas.
- ◆ Carga de los materiales excavados o volados.
- ◆ Transporte a botadero hasta una distancia de diez kilómetros (10 km) o lugar de utilización dentro de la obra, sea cual sea la distancia.
- ◆ Operaciones de protección.
- ◆ Saneamiento y perfilado de los taludes y del fondo de excavación y formación de cunetas.
- ◆ Regularización del fondo de excavación y saneamiento de los taludes.
- ◆ Construcción y mantenimiento de accesos.
- ◆ Acondicionamiento de la superficie del botadero en su caso.
- ◆ Pago del canon de vertido y mantenimiento del botadero.
- ◆ Permisos necesarios.

IV.IV.2.2.1. Procedimiento de operación

Toda excavación ha de ser realizada en todas sus fases con referencias topográficas precisas.

Se deben utilizar puntos fijos de referencia exteriores en la zona de trabajo, a los cuales se le han de referir todas las lecturas topográficas.

No se deben acumular las tierras al borde de los taludes.

El fondo de la excavación se ha de mantener en todo momento en condiciones para que circulen los vehículos con las correspondientes condiciones de seguridad.

En caso de imprevistos (terrenos inundados, conductos enterrados, etc.) o cuando la actuación de las máquinas de excavación pueda afectar a construcciones vecinas, se han de suspender las obras y avisar a la Supervisión de Obra.

El trayecto que ha de recorrer la maquinaria ha de cumplir las condiciones de anchura libre y de pendiente adecuadas a la maquinaria que se utilice. La rampa máxima antes de acceder a una vía pública será del seis por ciento (6 %).

La operación de carga se ha de hacer con las precauciones necesarias para conseguir unas condiciones de seguridad suficientes.

Durante el transporte se ha de proteger el material para que no se produzcan pérdidas en el trayecto, de acuerdo con lo establecido en el apartado IV.I.5 de las Especificaciones Generales.

Las excavaciones respetarán todos los condicionantes medioambientales, y en especial los estipulados en la documentación del Proyecto en materia de medio ambiente, sin que ello implique ninguna alteración en las condiciones de su ejecución, medición y abono.

Los materiales que la Supervisión de Obra considere adecuados para rellenos, se acopiarán en una zona apropiada para conservarlos o serán transportados a su lugar de utilización.

Las tierras que la Supervisión de Obra considere adecuadas para rellenos se han de transportar al lugar de utilización. El resto, tanto si son sobrantes como no adecuados, se transportarán a un botadero autorizado.

Los trabajos de excavación en terreno rocoso se ejecutarán de manera que la granulometría y forma de los materiales resultantes sean adecuados para su empleo en rellenos “todo uno” o pedraplenes.

Por causas justificadas la Supervisión de Obra podrá modificar los taludes definidos en el proyecto, sin que esto suponga una modificación del precio de la unidad.

La explanada ha de tener la pendiente suficiente para desaguar hacia las zanjas y cauces del sistema de drenaje.

Los sistemas de desagüe tanto provisionales como definitivos no han de producir erosiones en la excavación.

La terminación de los taludes excavados requiere la aprobación explícita de la Supervisión de Obra.

En los aspectos no indicados en esta Especificación, se habrá de atender a lo dispuesto en la Sección 5.201 – Volumen N°5 del Manual de Carreteras (MOP) de Chile, o de la Sección B-II del PETG de Argentina, según corresponda.

IV.IV.2.2.1.1. Excavación de tierra vegetal

Se consideran materiales asimilables a la tierra vegetal, a los efectos de su acopio separado y aprovechamiento en las labores de revegetación, todos aquellos suelos que cumplan las siguientes condiciones:

- ◆ PH comprendido entre 5,5 y 9.
- ◆ Nivel de carbonatos máximo del 30%.
- ◆ Contenido en sales solubles inferior al 0,6%.

- ◆ Contenido en arcilla inferior al 60%.
- ◆ Contenido de elementos gruesos (>2mm) inferior al 30% en volumen.

No se pueden empezar los trabajos mientras la Supervisión de Obra no dé la aprobación al plan de trabajo. En el mismo han de figurar las zonas en que se ha de extraer la tierra vegetal y los lugares escogidos para el acopio, de forma coordinada con la ejecución del desbroce.

La excavación de tierra vegetal se simultaneará con el desbroce siempre que ello sea posible, y en todo caso, se procurará no mezclar los diferentes niveles, con objeto de no diluir las propiedades de las capas más fértiles.

Durante la ejecución de las operaciones de excavación y formación de acopios se ha de utilizar maquinaria ligera para evitar que la tierra vegetal se convierta en fango, y se evitará el paso de los camiones por encima de la tierra acopiada.

El acopio de la tierra vegetal se realizará a lo largo de todo el trazado, exceptuando los cauces fluviales, los barrancos y vaguadas por la erosión hídrica que se produciría en caso de precipitaciones y los acopios de tierra vegetal no contendrán piedras, escombros o restos de troncos y ramas.

El acopio de tierra vegetal se llevará a cabo en los lugares elegidos, de forma que no interfiera el normal desarrollo de las obras formando caballones o artesas, cuya altura se mantendrá alrededor del metro y medio (1,50 m), con taludes laterales de pendiente no superior a 3H:2V. El almacenaje en caballones de más de metro y medio (1,50 m) de altura podrá permitirse, previa autorización de la Supervisión de Obra, siempre que la tierra se remueva con la frecuencia conveniente.

Se evitará el paso de camiones de descarga, o cualesquiera otros, por encima de la tierra apilada.

IV.IV.2.2.1.2. Excavación con medios mecánicos

Antes de iniciar las obras de excavación debe presentarse a la Supervisión de Obra el programa de desarrollo de los trabajos de explanación.

No se autorizará a iniciar un trabajo de desmonte si no están preparadas las zonas de acopio para conservación de materiales aptos, las zonas de utilización como relleno o, en su defecto, los botaderos previstos, y si no se han concluido satisfactoriamente todas las operaciones preparatorias para garantizar una buena ejecución.

Se ha de prever un sistema de desagüe para evitar acumulación de agua dentro de la excavación, impidiendo la entrada de aguas superficiales, especialmente cerca de los taludes.

Los cauces de agua existentes no se modificarán sin autorización previa y por escrito de la Supervisión de Obra.

En la coronación de aquellos taludes de la excavación que, conforme a lo indicado en los Planos, lleven asociada la ejecución de una cuneta de guarda, se deberá ejecutar ésta antes de que se produzcan daños por las aguas superficiales que penetren en la excavación.

Las excavaciones en zonas que exijan refuerzo de los taludes, se han de realizar en fases de una altura máxima compatible con las condiciones de estabilidad de los terrenos excavados; que, en cualquier caso, no tendrán más de 3 m de altura.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación deberán ser ensayados para comprobar si cumplen las condiciones exigidas para la formación de terraplenes o rellenos. En cualquier caso, no se desechará ningún material excavado sin previa autorización de la Supervisión de Obra.

Los excedentes de tierra, si los hubiera, y los materiales no aceptables serán llevados a los botaderos definidos en el Proyecto o indicados por la Supervisión de Obra. En caso contrario el Contratista propondrá otros botaderos acompañando un estudio medio ambiental que someterá a aprobación escrita por la Supervisión de Obra previo informe favorable de los Organismos competentes.

En caso de existir, los excedentes de excavación sólo podrán emplearse en la ampliación de taludes de terraplenes si así lo autoriza la Supervisión de Obra.

Si en las excavaciones se encontrasen materiales que pudieran emplearse en unidades distintas a las previstas en el Proyecto y sea necesario su almacenamiento, se transportarán a depósitos provisionales o a los acopios que a tal fin señale la Supervisión de Obra a propuesta del Contratista, con objeto de proceder a su utilización posterior.

Si faltasen tierras, la Supervisión de Obra podrá autorizar una mayor excavación en las zonas de desmonte tendiendo los taludes, siempre que lo permitan los límites de expropiación y la calidad de los materiales. En este caso, las unidades de obra ejecutadas en exceso sobre lo previsto en el Proyecto estarán sujetas a las mismas especificaciones que el resto de las obras, sin derecho a cobro de suplemento adicional sobre el precio unitario.

Si el equipo o proceso de excavación seguido por el Contratista no garantiza el cumplimiento de las condiciones granulométricas que se piden para los distintos tipos de relleno y fuera preciso una selección o procesamiento adicional (taqueos, martillo rompedor, etc.) éste será realizado por el Contratista a sus expensas sin recibir pago adicional por estos conceptos. En cualquier caso, los excesos de excavación, que resulten necesarios por el empleo de unos u otros modos de ejecución de las obras, con respecto a los límites teóricos necesarios correrán de cuenta del Contratista.

Asimismo, serán de cuenta del Contratista todas las actuaciones y gastos generados por condicionantes de tipo ecológico, según las instrucciones que emanen de los Organismos competentes.

También serán de cuenta del Contratista la reparación de los desperfectos que puedan producirse en los taludes de excavación durante el tiempo transcurrido desde su ejecución hasta la recepción de la obra; salvo que se trate de un problema de estabilidad como consecuencia de que el material tiene una resistencia inferior a la prevista al diseñar el talud.

No se debe desmontar una profundidad superior a la indicada en Planos para el fondo de excavación, salvo que la deficiente calidad del material encontrado lo requiera, en cuyo caso esta excavación tendrá el mismo tratamiento y abono que el resto del desmonte.

Salvo este caso, el terraplenado necesario para restituir la superficie indicada en los Planos, debe ejecutarse a costa del Contratista, siguiendo instrucciones que reciba de la Supervisión de Obra.

El Contratista ha de asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, apuntalamiento, refuerzo, y protección superficial del terreno apropiados, con la finalidad de impedir desprendimientos y deslizamientos que puedan ocasionar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto, ni hubieran sido ordenados por la Supervisión de Obra.

El Contratista ha de presentar a la Supervisión de Obra, cuando ésta lo requiera, los planos y los cálculos justificativos del apuntalamiento y de cualquier otro tipo de sostenimiento y la Supervisión de Obra puede ordenar el aumento de la capacidad resistente o de la flexibilidad del apuntalamiento si lo estimase necesario, sin que por esto quedara el Contratista eximido de su propia responsabilidad, habiéndose de realizar a su costa cualquier refuerzo o sustitución.

El Contratista está obligado a mantener una permanente vigilancia del comportamiento de los apuntalamientos y sostenimientos, y a reforzarlos o sustituirlos si fuera necesario.

El Contratista será el responsable, en cualquier caso, de los perjuicios que se deriven de la falta de apuntalamiento, de sostenimientos, y de su incorrecta ejecución.

El Contratista ha de prever un sistema de desagüe para evitar la acumulación de agua dentro de la excavación. Con esta finalidad, ha de construir las protecciones: zanjas, cunetas, drenajes y conductos de desagüe que sean necesarios y disponer de bombas de agotamiento de capacidad suficiente.

El Contratista ha de tener especial cuidado en que las aguas superficiales sean desviadas y canalizadas antes que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial, y para que no se produzcan erosiones de los taludes.

Cuando se compruebe la existencia de material inadecuado dentro de los límites de la explanación fijados en el Proyecto, el Contratista ha de eliminar el citado material hasta la cota que se marque y los volúmenes excavados se han de rellenar con material adecuado o seleccionado a determinar por la Supervisión de Obra.

Cuando los taludes excavados tengan zonas inestables o el fondo de la excavación presente cavidades que puedan retener el agua, el Contratista ha de adoptar las medidas de corrección necesarias.

El fondo de la excavación se ha de nivelar, rellenando los excesos de excavación con material adecuado y debidamente compactado, hasta conseguir la rasante determinada, que cumpla las tolerancias admisibles.

En el caso que los taludes de la excavación, realizados de acuerdo con los datos del Proyecto, resultaran inestables, el Contratista ha de solicitar de la Supervisión de Obra la definición del nuevo talud, sin que por esto resulte eximido de cuantas obligaciones y responsabilidades se expresen en este Pliego, tanto previamente como posteriormente a la aprobación.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos, el Contratista ha de eliminar los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias necesarias. Si los citados desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones de la Supervisión de Obra, el Contratista será responsable de los daños ocasionados.

El Contratista ha de adoptar todas las precauciones para realizar los trabajos con la máxima facilidad y seguridad para el personal y para evitar daños a terceros, en especial en las inmediaciones de construcciones existentes, siempre de acuerdo con la Legislación Vigente, incluso cuando no fuera expresamente requerido para esto por el personal encargado de la inspección o vigilancia de las obras por parte de la Supervisión de Obra.

Se ha de acotar la zona de acción de cada máquina a su área de trabajo y siempre que un vehículo o máquina pesada inicie un movimiento imprevisto, lo ha de anunciar con una señal acústica. Cuando sea marcha atrás o el conductor no tenga visibilidad, ha de ser auxiliado por un operario en el exterior del vehículo. Se han de extremar estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de área y/o se crucen itinerarios.

IV.IV.2.2.2. Control de calidad

Se comprobará topográficamente que la excavación realizada se ajusta a lo establecido en los planos.

IV.IV.2.2.3. Medición y pago

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, utilizará como unidad el metro cúbico (m³) de terreno excavado.

El precio incluye todas las operaciones y materiales necesarios para efectuar las excavaciones, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de Excavación con medios mecánicos en exterior, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01030002	EXCAVACIÓN CON MEDIOS MECÁNICOS DE LAS ZONAS DONDE HA DE ASENTARSE LA PLATAFORMA, TALUDES Y CUNETAS DE LA TRAZA i/ CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km	m ³

IV.IV.3. EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES EN TÚNEL

En esta partida están incluidas unidades de pago que se definen en los apartados siguientes.

IV.IV.3.1. EXCAVACIONES POR MEDIOS MECÁNICOS EN TÚNEL

La presente especificación cubre la mano de obra y los equipos necesarios para realizar la excavación de aquellos tramos de túnel ejecutados por medios mecánicos, conforme a lo dispuesto en el Proyecto y los Planos. El alcance de la presente especificación también abarca las disposiciones a adoptar respecto de los materiales excavados, así como los requerimientos referentes a la evacuación de aguas efluentes y condiciones de trabajo en el frente de excavación.

Se incluyen como parte de la especificación, las demoliciones de los elementos de soporte del Túnel Caracoles actual a efectuar en los tramos excavados por medios mecánicos en terrenos menos competentes. En los tramos en roca no se hace distinción entre excavación de la misma o elementos de soporte del túnel existente.

El Contratista acometerá los trabajos de excavación del túnel, conforme a las fases de excavación y las longitudes de avance definidas en los planos del Proyecto y a los requerimientos presentados, tanto en el presente artículo como en las especificaciones generales de las obras.

En primer lugar, en lo que respecta a las excavaciones a realizar en el túnel, la superficie teórica de excavación será aquella superficie dentro de la cual no podrá quedar material alguno sin excavar.

El Contratista, antes de iniciar los trabajos, deberá entregar a la Supervisión de Obra el procedimiento de ejecución para su aprobación.

IV.IV.3.1.1. Materiales de la excavación por medios mecánicos en túnel

Los materiales provenientes de excavación, se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras para explanaciones o cualquier otro uso de acuerdo con los usos fijados en el Proyecto, debiendo ser aprobados previamente por la Supervisión de Obra.

El Contratista no podrá desechar materiales ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin la aprobación previa del Supervisor.

Los materiales excedentes serán transportados a botadero de Centro Autorizado de Tratamiento, humedecidos y cubiertos con lona para evitar la emisión de polvo y derrames.

IV.IV.3.1.2. Equipos para la excavación con medios mecánicos en túnel

El Contratista propondrá, para consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para realizar las diferentes operaciones destinadas a la excavación del túnel, los cuales garantizarán el avance físico de la ejecución según el programa de trabajo, permitiendo el desarrollo de las etapas constructivas establecidas.

Debido a la diferente resistencia que pueda presentar la estructura existente del Túnel Caracoles, respecto del terreno a excavar, el Contratista deberá prever la necesidad de maquinaria adecuada para la demolición de esta estructura.

El empleo de compresores, martillos neumáticos, eléctricos o cualquier medio auxiliar de demolición que produzca vibraciones deberá ser previamente autorizado.

Los equipos para la carga, transporte y descarga de materiales, deberán ser apropiados para garantizar el cumplimiento de lo establecido en el Proyecto y el programa de trabajo, debiendo estar provistos de los elementos necesarios para evitar problemas de seguridad vial, contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.

Todos los equipos para la carga, transporte y descarga de los materiales, deberán cumplir con las disposiciones legales referentes al control de la contaminación ambiental.

IV.IV.3.1.3. Procedimiento constructivo para la excavación con medios mecánicos en túnel

La excavación del túnel por fases se llevará a cabo de acuerdo a los Planos de construcción correspondientes y de conformidad con la documentación contractual. Dicha excavación incluirá la excavación de cualquier material encontrado en las obras, independientemente de su naturaleza geológica, así como cualquier obstrucción que interfiera con la ejecución y finalización de la misma.

Esta actividad supone la realización de las siguientes tareas por parte del Contratista:

- ◆ Retirar cualquier tipo de obstrucción que pudiera encontrarse durante la excavación.
- ◆ Retirar del lugar los materiales de excavación que no se utilicen o resulten inadecuados.
- ◆ Notificar a la Supervisión de Obra cuando se complete la totalidad de las longitudes a ejecutar en túnel en mina, para obtener su aprobación.

- ◆ Cuando se hayan realizado sobreexcavaciones no autorizadas, éstas se deberán corregir con cargo al Contratista de acuerdo con los criterios de abono definidos al inicio del documento; rellenando con materiales apropiados y aprobados por la Supervisión de Obra.
- ◆ Se deberán realizar las excavaciones de manera prolija y firme y retirar los desprendimientos de material y los escombros de las mismas.
- ◆ Se deberán establecer los recursos necesarios para evacuar las aguas afluentes a la excavación y mantener los frentes de trabajo razonablemente libres de agua.
- ◆ Se habrá de controlar y prevenir la erosión y movilización de suelos.
- ◆ El Contratista no podrá iniciar ninguna excavación sin la autorización por escrito de la Supervisión de Obra.

La ejecución de las excavaciones se acometerá mediante procedimientos convencionales con excavación por medios mecánicos, con las siguientes consideraciones:

- ◆ El Contratista deberá realizar las operaciones de excavación y movimiento de tierra como sea necesario para completar la obra y de la manera que se indica en las especificaciones técnicas. El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para prevenir inconvenientes que puedan ser causados por sus actividades.
- ◆ El Contratista adoptará los sistemas de excavación que permitan que no se perjudique la estabilidad de las excavaciones. Todas las superficies que vayan a permanecer largo tiempo expuestas deberán ser protegidas y estabilizadas para evitar socavones y derrumbes.

La acumulación o acopio de los materiales procedentes de excavación se realizará únicamente en las áreas aprobadas por el Supervisor.

El Contratista deberá proteger los materiales procedentes de excavación, y que sean utilizados posteriormente, de la contaminación.

El Contratista deberá mantener un control permanente de los alineamientos y cotas, para lo cual deberán definirse métodos de definición de coordenadas que aseguren su traslado, dentro de las tolerancias vigentes asociadas al orden de control primario.

Los frentes de trabajo deberán mantenerse razonablemente libres de aguas, para lo cual el Contratista deberá utilizar los recursos necesarios y considerar todos los aspectos concernientes a la evacuación de aguas, construyendo barbacanas, cunetas, zonas de bombeo, tuberías de construcción y otros.

Se deberán utilizar procedimientos adecuados, destinados a controlar las filtraciones, evitar perjuicios de calidad de las obras a construir y minimizar los riesgos constructivos.

Los frentes de trabajo deben mantenerse permanentemente ventilados mediante sistemas eficientes que permitan evacuar los gases tóxicos, el polvo en suspensión, el aire viciado y cualquier otro agente similar proveniente de escapes de motores de combustión interna y otras fuentes.

La ventilación deberá ajustarse a las disposiciones de seguridad vigentes, proporcionando un caudal mínimo de aire fresco de 2 m³ por minuto por cada trabajador que se encuentre trabajando en el frente de excavación. La velocidad del aire no podrá sobrepasar los 150 m por minuto donde exista personal trabajando.

Se deberá proveer iluminación de una intensidad que alcance como mínimo los 50 lux en lugares dentro del túnel donde no se estén realizando trabajos y una intensidad mínima de 100 lux en los frentes de trabajo.

Se deberá disponer de comunicaciones telefónicas o similares con al menos un sistema no radial (alámbrico) entre los frentes de excavaciones y los puntos de acceso desde el exterior. Dichos sistemas deberán tener una fuente de alimentación eléctrica independiente del suministro de energía general de la obra.

Las excavaciones deberán realizarse de acuerdo a los perfiles y secciones mostrados en los Planos o como lo indique o apruebe el Supervisor. Los materiales excavados que no sean aprobados para su uso posterior deberán ser retirados del sitio de las Obras por el Contratista a los lugares que el mismo proveerá o a los que hayan sido indicados por el Supervisor.

El Contratista deberá alejar el material excavado al mismo ritmo que el de la ejecución de las excavaciones, de manera que en ningún momento se produzcan acumulaciones injustificadas, que puedan entorpecer el avance de los trabajos.

La demolición del soporte del actual Túnel Caracoles deberá hacerse dejando la zona libre de cualquier obstáculo que pudiera dificultar la construcción.

IV.IV.3.1.4. Control de calidad de la excavación con medios mecánicos en túnel

Durante la ejecución de los trabajos, la Supervisión de Obra efectuará los siguientes controles principales:

- ◆ Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- ◆ Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- ◆ Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- ◆ Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- ◆ Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.

IV.IV.3.1.5. Medición y pago de la excavación con medios mecánicos en túnel

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de las partidas, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de terreno excavado en el túnel, para cada una de las unidades de pago a que hace referencia esta especificación.

El precio incluye todas las operaciones y materiales necesarios para ejecutar las excavaciones, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

En el precio se incluyen también los sobrecostos asociados a la demolición de la sección de Túnel Caracoles existente, en terrenos de tipo suelo.

Las sobreexcavaciones a partir de la línea de abono definida en los Planos, correrán por cuenta del Contratista, tal y como se establece en los criterios de abono definidos en el ítem IV.I.35.1 de las Especificaciones Generales.

A continuación, se indica el código de los precios unitarios y las unidades de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de Excavación con medios mecánicos en túnel, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04010011	EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS EN FASE DE BÓVEDA DE TÚNEL EN SUELOS i/ DEMOLICIÓN DEL REVESTIMIENTO EXISTENTE DEL TÚNEL CARACOLES	m ³
CRG04010012	EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS EN FASE DE BANCO DE TÚNEL EN SUELOS i/ DEMOLICIÓN DEL REVESTIMIENTO EXISTENTE DEL TÚNEL CARACOLES	m ³
CRG04010015	EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS EN TÚNEL A SECCIÓN COMPLETA, EN ROCA PARA TERRENOS CON RMR<40 i/ DEMOLICIÓN DEL REVESTIMIENTO EXISTENTE DEL TÚNEL CARACOLES	m ³
CRG04010016	EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS EN TÚNEL BANCO, EN ROCA PARA TERRENOS CON RMR<40 i/ DEMOLICIÓN DEL REVESTIMIENTO EXISTENTE DEL TÚNEL CARACOLES	m ³
CRG04010018	EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS DE TÚNEL EN BÓVEDA, EN ROCA PARA TERRENOS CON RMR<40 i/ DEMOLICIÓN DEL REVESTIMIENTO EXISTENTE DEL TÚNEL CARACOLES	m ³

IV.IV.3.2. EXCAVACIÓN CON EXPLOSIVOS EN TÚNEL

La presente especificación cubre la mano de obra y los equipos necesarios para realizar la excavación del túnel, en tramos de roca, que requieran el uso de explosivos.

El alcance de la presente especificación también abarca las disposiciones a adoptar respecto de los materiales excavados, el cual se incluye hasta una distancia de 10km, así como los requerimientos referentes a la evacuación de aguas efluentes y condiciones de trabajo en el frente de excavación.

Serán de aplicación, a efectos de esta unidad constructiva, todas las disposiciones recogidas para la especificación “EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS EN TÚNEL”, además de las aquí dispuestas.

IV.IV.3.2.1. Proceso de ejecución

Antes del inicio de los trabajos de excavación, el Contratista propondrá a la Supervisión de Obra, el procedimiento de excavación con explosivos para su aceptación que debe incluir además los esquemas de tiro que piense utilizar en los diferentes tipos de terreno. El plan de tiro inicial podrá ser modificado en función de la experiencia adquirida durante la ejecución de la obra, previa aprobación de la Supervisión de Obra, por escrito.

Dadas las características geotécnicas de los terrenos atravesados por los túneles, formados por materiales de distinta dureza, y con planos de debilidad, la excavación con explosivos deberá adecuarse a estas heterogeneidades del terreno para conseguir la optimización de la excavación.

El plan de tiro deberá analizar en particular:

- ◆ Tipos y características técnicas de los explosivos previstos.
- ◆ Reparto de las cargas de barrenos.
- ◆ Diámetro y longitud de los barrenos.
- ◆ Distancia entre barrenos.
- ◆ Retardos y micro-retardos previstos.
- ◆ Cargas instantáneas y cargas totales.

Al establecer las cargas a aplicar se tendrá en cuenta la proximidad de edificios o estructuras que puedan resultar afectados por las voladuras.

El contratista deberá cuidarse del buen recorte de la sección en cualquier tipo de terreno. Evitará en particular la dislocación de la roca en el entorno de la excavación y las irregularidades del recorte.

Los barrenos de contorno o de perfil deberán ser rigurosamente paralelos y equidistantes, desviación máxima tolerada de tres centímetros por metro (3 cm/m).

La distancia (E) entre barrenos del perfil no sobrepasará quince veces el diámetro del barreno. La relación entre esta distancia E y la distancia V entre la línea de perfil y la línea de barrenos contigua estará comprendida entre cero con cinco y cero con ocho ($0,5 < E/V < 0,8$).

El tipo de explosivo se seleccionará entre los más adecuados para este trabajo, dentro de los existentes en el mercado.

El explosivo se repartirá uniformemente en toda la longitud del barreno y el diámetro de las cargas será aproximadamente la mitad del diámetro de los barrenos.

Los barrenos del perfil se activarán simultáneamente y en la última fase de la voladura.

IV.IV.3.2.2. Control de calidad para la excavación con explosivos en túnel

Se verificará que se cumple el procedimiento establecido, así como la normativa de explosivos a aplicar en cada país.

IV.IV.3.2.3. Medición y pago de la excavación con explosivos en túnel

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de las partidas, se medirán las unidades como metro cúbico (m³) de terreno excavado con explosivos en el túnel.

El precio incluye el suministro de los explosivos, la perforación y todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código de los precios unitarios y las unidades de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de Excavación con explosivos en túnel, cuyo pago constituirá la compensación total por los trabajos descritos en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04010003	EXCAVACIÓN CON EXPLOSIVOS EN TÚNEL A SECCIÓN COMPLETA PARA TERRENOS CON $40 < RMR < 65$ i/ DEMOLICIÓN DEL REVESTIMIENTO EXISTENTE DEL TÚNEL CARACOLES	m ³
CRG04010001	EXCAVACIÓN CON EXPLOSIVOS EN TÚNEL A SECCIÓN COMPLETA PARA TERRENOS CON $RMR > 65$ i/ DEMOLICIÓN DEL REVESTIMIENTO EXISTENTE DEL TÚNEL CARACOLES	m ³

IV.IV.3.3. EXCAVACIÓN CON EXPLOSIVOS O MEDIOS MECÁNICOS EN GALERÍAS

La presente especificación hace referencia a los trabajos, mano de obra y los equipos necesarios para realizar la excavación las galerías que figuran en el Proyecto, de acuerdo a lo indicado en los Planos.

A efectos de la presente especificación, serán de aplicabilidad las disposiciones relativas a las especificaciones “EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS EN TÚNEL” y “EXCAVACIÓN CON EXPLOSIVOS EN TÚNEL”, según corresponda, en función de la técnica de excavación definida en los Planos del Proyecto, para cada tramo de galería.

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de terreno excavado en galerías.

El precio incluye el suministro de explosivos y la perforación, para aquellos tramos que así lo requieran, y todas las operaciones y materiales necesarios para la ejecución de las excavaciones por medios mecánicos o puesta en obra de los explosivos, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código de los precios unitarios y las unidades de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de Excavación con explosivos o medios mecánicos en galerías, cuyo pago constituirá la compensación total por los trabajos descritos en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04010017	EXCAVACIÓN A SECCIÓN COMPLETA EN GALERIAS	m ³

IV.IV.4. ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL TÚNEL

En los apartados siguientes se presentan las especificaciones técnicas que deben cumplir los elementos estructurales del túnel.

IV.IV.4.1. PERNOS AUTOPERFORANTES

Esta especificación comprende las disposiciones relativas a los pernos tipo Titan 40/16, o similar, a disponer como tratamiento especial durante la construcción de las galerías, y a los pernos tipo Titan 73/56, o similar, a disponer en los paraguas del interior del túnel, como tratamiento especial en aquellos puntos así definidos en los Planos.

Los pernos tipo Titan 40/16, o similar, habrán de garantizar una resistencia mínima en límite elástico de 525 kN (52,5 toneladas) y una carga de rotura de 66 toneladas o superior.

Los pernos tipo Titan 73/56, o similar, habrán de garantizar una resistencia mínima en límite elástico de 785 kN (78,5 toneladas) y una carga de rotura de 119 toneladas o superior.

El Contratista podrá optar por la utilización de otro tipo de pernos autoperforantes a los propuestos, siempre y cuando garanticen una resistencia equivalente o superior.

Estos elementos están formados por una barra de anclaje hueca, con una rosca soga estándar a izquierdas para su conexión a útiles de perforación estándar. Está fabricada de tubo de pared gruesa de acero estándar API, laminado en frío para conformar un perfil de rosca soga ISO estándar. El proceso de laminación refina la estructura granular del acero, aumentando el límite elástico, y produce una barra de perforación duradera adecuada para una variedad de aplicaciones.

El sistema de barra autoperforante incluye una gama de accesorios consistente en bocas de perforación, adaptadores de boca, manguitos, tuercas y placas de apoyo. Además, gracias a la gran selección de adaptadores de inyección y de herramientas de perforación, las barras autoperforantes se pueden instalar con multitud de equipos de perforación disponibles.

La perforación e inyección en un solo paso implica que la lechada de cemento se extiende de manera homogénea en la perforación y se distribuye en los estratos de terreno o roca circundantes (creando un bulbo mayor). Esto mejora la adherencia entre el terreno y la barra autoperforante.

La unión entre el perno y el hormigón proyectado se efectuará por medio de una placa cuadrada de reparto de acero, según lo indicado en los planos. La placa tiene como misión distribuir la tensión que soporta el perno en la superficie del terreno, consiguiendo además una estabilización del revestimiento.

Las características principales de la placa de reparto dependerán de cada fabricante, por lo que se seguirán sus instrucciones garantizando un correcto funcionamiento para las cargas de trabajo de cada perno.

IV.IV.4.1.1. Condiciones de ejecución y equipos para colocar pernos autoperforantes

El Contratista respetará rigurosamente las instrucciones sobre espaciamiento y densidad de pernos aprobadas en el Proyecto, para lo que, en cada avance, dejará referencias que le marquen la ubicación de los últimos trabajos efectuados.

El Contratista suministrará, instalará y mantendrá en condiciones operativas los pernos según el tipo admitido en el Proyecto y aprobado por la Supervisión de Obra. El diseño de los pernos y todos los materiales asociados a éstos, los métodos de instalación y/o registros deberán ser tales que aseguren que los pernos cumplan su cometido a satisfacción de la Supervisión de Obra.

Se instalarán en posiciones y con orientaciones según se señale en los planos del Proyecto aprobado.

El Contratista será responsable de la efectividad de los anclajes, sus dimensiones, así como el control de calidad de las operaciones de empernado.

La supervisión, por parte del Contratista, de todas las operaciones, perforación, instalación de los pernos, serán llevadas a cabo por personal experimentado y adecuadamente calificado, aceptándose únicamente el más alto standard de trabajo.

El Contratista presentará a la Supervisión de Obra, para su aprobación, un informe metodológico en que se definan los siguientes parámetros relativos al uso de pernos:

- ◆ Fabricante.
- ◆ Tipo y especificaciones del fabricante de los componentes que formen el sistema.
- ◆ Procedimiento de instalación que propone utilizar, incluyendo detalles de los trabajos de perforación e inyección de pernos, etc.
- ◆ Cada remesa de componentes para el sistema de pernos será identificable y deberá ir acompañado de un certificado de calidad del fabricante.

El Contratista entregará a la Supervisión de Obra un registro del tipo de terreno durante la perforación. La profundidad final a la que se deban llevar los pernos será confirmada durante la perforación de cada perno.

El material de perforación deberá permitir la fácil ejecución de las perforaciones en cualquier posición y ángulo de ataque.

La instalación de las barras autoperforantes se llevará a cabo empleando un martillo de rotopercusión. Su utilización asegura una perforación eficaz en la mayoría de los terrenos, permite una buena estabilidad direccional de la barra perforada y ayuda a consolidar la lechada de cemento inyectada. La tracción rotatoria habrá de tener un momento y una velocidad de giro suficiente. El empleo de esta técnica permite alcanzar unas velocidades de perforación altas, y consolidar la lechada de cemento en el interior de la perforación.

Los tres aspectos principales de la perforación a tener en cuenta serán:

- ◆ Rotación de 120-150 RPM. Este es el parámetro decisivo para garantizar que toda la perforación se realice en el diámetro deseado.
- ◆ Frecuencia percutora: 300-600 BPM, para obtener estabilidad direccional y eficiencia en la perforación.
- ◆ Avance: el avance debería poder ser regulado y adaptado al rendimiento de instalación alcanzable.

IV.IV.4.1.2. Control de calidad de los pernos autoperforantes

El control de los pernos autoperforantes se realizará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante para este tipo de elementos y a lo previsto en el procedimiento de ejecución correspondiente.

Se comprobará que la lechada de cemento rellena completamente el taladro, introduciendo un alambre rígido por el espacio anular entre el perno y el contorno de la perforación. Se reinyectarán en aquellos los pernos donde se haya detectado que la lechada de cemento no rellena todo el taladro.

Todos los ensayos y controles se realizarán tras la aprobación y bajo la inspección de la Supervisión de Obra.

IV.IV.4.1.3. Medición y pago de los pernos autoperforantes

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de las partidas, se medirán las unidades como metros (m) de pernos autoperforantes.

Cada precio incluye el suministro de la barra del perno, la placa de anclaje, la tuerca semiesférica, el manguito de empalme de barras y la lechada o mortero inyectados, además de todas las operaciones y materiales necesarios para la perforación y puesta en obra de los elementos, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código de los precios unitarios y las unidades de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de suministro y colocación de pernos autoperforantes, cuyo pago constituirá la compensación total por los trabajos descritos en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04020002	PERNO AUTOPERFORANTE TIPO TITAN 40/16 O SIMILAR, DE 65 t CARGA DE ROTURA, COLOCADO EN EL TÚNEL, INYECTADO CON LECHADA O MORTERO DE CEMENTO, i/ P.P. DE BOCA DE PERFORACIÓN PERDIDA Y MANGUITOS DE UNIÓN ROSCADOS CON JUNTA Y TOPE CENTRAL Y PLACA DE ANCLAJE	m
CRG04020006	PERNO AUTOPERFORANTE TIPO TITAN 73/56 O SIMILAR, DE 120 t CARGA DE ROTURA, COLOCADO EN PARAGUAS DE TÚNEL, INYECTADO CON LECHADA O MORTERO DE CEMENTO, i/ P.P. DE BOCA DE PERFORACIÓN PERDIDA Y MANGUITOS DE UNIÓN ROSCADOS CON JUNTA Y TOPE CENTRAL Y PLACA DE ANCLAJE	m

IV.IV.4.2. PERNO MACIZO Ø32 PARA PARAGUAS

Esta especificación hace referencia a los pernos de barra corrugada de acero empleados en la ejecución de paraguas de protección, en los tramos indicados en los Planos.

Estos pernos permitirán mantener la integridad de la roca sometida a esfuerzos, además de fijar cualquier roca suelta o estrato delgado en la superficie de la roca, anclándolos profundamente.

IV.IV.4.2.1. Materiales para pernos macizos ø32 para paraguas

Los pernos se ejecutarán mediante barras de tipo armadura de acero corrugado. La longitud, el diámetro y la calidad del acero de los pernos será la definida en los Planos. Debe asegurarse que la sección excavada tenga espacio suficiente para colocar la deslizadora de la perforadora. La extremidad del bulón se cortará a bisel y su cabeza estará roscada en un mínimo de quince centímetros (15 cm) de longitud.

Las barras de acero empleadas tendrán la calidad y tensión de fluencia indicadas en los Planos.

La unión entre el bulón y el hormigón proyectado, se efectuará mediante una placa cuadrada de acero, de las dimensiones indicadas en los Planos. Las placas estarán provistas de una rótula semiesférica que permita orientar el bulón oblicuamente en relación con la normal de la pared. En formaciones blandas se podrá prescindir de dicha rótula.

El anclaje de la barra de acero a las paredes del taladro en el terreno, se efectuará por medio de una lechada de cemento con acelerantes de fraguado.

IV.IV.4.2.2. Procedimiento de ejecución de los pernos macizos ø32 para paraguas

El Contratista respetará rigurosamente las instrucciones sobre espaciamiento aprobadas por la Supervisión de Obra. Incumplimientos repetidos en este concepto podrán ser causa de la solicitud de cambio o recusación de los responsables de tajo.

El material de perforación deberá permitir la fácil ejecución de las perforaciones en cualquier posición y ángulo de ataque.

El diámetro de la barrena excederá entre 14 y 22 milímetros el diámetro de la barra a colocar y la longitud de perforación será inferior en diez centímetros (10 cm) a la longitud del bulón a colocar. A estos efectos se marcarán debidamente las barrenas de perforación, con pinturas reflectantes, con las referencias que aseguren una perforación a la distancia adecuada.

Salvo en los casos que se autorice por la Supervisión de Obra, la orientación de las perforaciones será la indicada en los Planos.

Una vez acabada la perforación, se limpiarán cuidadosamente los taladros, con agua a presión o con aire comprimido si se aprecia inestabilidad en alguno de ellos. Este tratamiento no se empleará en suelos o formaciones blandas o deleznales.

Una vez desengrasada y limpia la barra con un cepillo metálico, se introducirá en el taladro y procederá a la inyección con lechada de cemento con relación Agua/Cemento de 0,4 a 0,6.

Para garantizar la penetración de la lechada de cemento en toda la longitud del perno, y con ello asegurar la capacidad de anclaje a cualquier profundidad, se utilizará para la inyección un tubo

perdido de polietileno de baja densidad, de diámetro máximo 15 mm y adherido a toda la longitud del perno. Se inyectará a través de dicho conducto una vez realizada la perforación y posicionado el perno hasta el fondo del taladro, asegurando así la circulación del mortero desde dicho punto hasta el inicio de la perforación.

Una vez que se aprecie en la boca el rebose del mortero se podrá dar por finalizada la inyección del perno.

El Contratista respetará rigurosamente las instrucciones sobre espaciamiento y densidad de empernado aprobadas por la Supervisión de Obra para lo que dejará referencias que le marquen la ubicación de los últimos trabajos efectuados.

Salvo en los casos excepcionales definidos en los planos, la orientación de las perforaciones será perpendicular a la pared de la excavación.

IV.IV.4.2.3. Control de calidad de los pernos macizos ø32 para paraguas

Antes del inicio de la obra se realizarán unos ensayos previos con la finalidad de comprobar el anclaje de los diferentes tipos de pernos previstos. Por eso, se realizarán algunas pruebas con pernos de longitudes diferentes y con diferente velocidad de endurecimiento. Se dibujará el gráfico esfuerzo-deformación a partir de las lecturas de los comparadores que miden el desplazamiento del perno en función de las cargas aplicadas. La metodología precisa de los ensayos, así como la definición de los esfuerzos máximos de tracción a alcanzar durante la obra en los distintos tipos de terrenos, serán definidas por la Supervisión de Obra.

Para asegurarse de la buena calidad de los pernos colocados en obra, se efectuarán los ensayos y controles siguientes:

- ◆ Control de calidad de los materiales, que deberán llevar su fecha máxima de utilización.
- ◆ Control en todos los pernos de la longitud libre (no anclada) del perno en cabeza, mediante la introducción de un alambre.

En todos los casos el Contratista estará obligado a facilitar los medios mecánicos de elevación necesarios para la ejecución de los ensayos, aceptando los tiempos de parada que se deriven de la ejecución de los mismos. Alternativamente se podrá programar los ensayos en turno diferente al de la jornada normal.

El Supervisor verificará las dimensiones de los pernos, no permitiendo errores en sus dimensiones.

IV.IV.4.2.4. Medición y pago de los pernos macizos ø32 para paraguas

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro (m) de perno ejecutado.

El precio incluye el suministro de los pernos metálicos, las arandelas y la lechada de cemento a inyectar, además de todas las operaciones y materiales necesarios para la perforación y puesta en obra de los elementos, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de suministro y colocación de pernos macizos $\varnothing 32$ para paraguas, cuyo pago constituirá la compensación total por los trabajos descritos en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04020015	PERNO MACIZO PARA PARAGUAS $\varnothing 32$ mm DE ACERO CORRUGADO i/ ANCLAJE PASIVO DE RESINA O MORTERO	m

IV.IV.4.3. PERNO DE ACERO SWELLEX MN24

La presente especificación hace referencia al suministro y colocación de los pernos tipo Swellex, que se utilizarán como elementos de sostenimiento.

IV.IV.4.3.1. Materiales de los pernos SWELLEX MN24

Los pernos de fricción por mecanismo de expansión se utilizarán como elementos de soporte tanto en el túnel como en galerías.

Los pernos de anclaje repartido mediante expansión tipo “Swellex” están constituidos por acero tubular, que ha sido plegado en toda su longitud con el fin de reducir su diámetro, este tubo se expande en el barreno por medio del bombeo de agua a alta presión en su interior.

Estos pernos presentan en sus extremos unos casquillos soldados, de los que el inferior (el que permanece visible una vez instalado), que es más robusto, posee un reborde para la sujeción de la placa de reparto, así como un pequeño orificio que permite la inyección de agua en el interior del perno.

La longitud de los pernos será la indicada en los Planos, e irán dispuestos en una malla al tresbolillo de acuerdo con lo definido en éstos. La carga mínima de rotura será de 240 kN.

Las características principales de los pernos Swellex Mn 24 serán:

- ◆ Carga de rotura mínima perfil expandido: 240 kN.
- ◆ Elongación mínima perfil expandido: 20 %.
- ◆ Elongación típica perfil expandido: 30 %.
- ◆ Presión de inflado: 300 bar (30 MPa).
- ◆ Diámetro del perfil sin expandir: 36 mm.

- ◆ Espesor: 3 mm.
- ◆ Diámetro del perfil expandido: 54 mm.
- ◆ Casquillo superior: 38 mm.
- ◆ Cabeza de casquillo: 51/50 mm.
- ◆ Diámetro de barreno recomendado: 43 - 52 mm.
- ◆ Diámetro de barreno óptimo: 45 - 51 mm (1 ¾" - 2").

La unión entre el perno y el hormigón proyectado se efectuará por medio de una placa cuadrada de acero microaleado. La placa tiene como misión distribuir la tensión que soporta el perno en la superficie de la roca.

Las placas estarán provistas de una rótula semiesférica que permita orientar el perno oblicuamente (30°) en relación con la normal de la pared y giro completo de 360°. La parte central abovedada, permite cierta flexibilidad para pernos no colocados perpendicularmente al hastial, sino con cierta inclinación. En cualquier caso, la placa se apoyará en la totalidad de su superficie sobre la roca o el hormigón proyectado, disponiéndose, si no es así, una "almohadilla" de mortero de fraguado rápido, de dimensiones no inferiores en planta a las de la placa y tomando precauciones para evitar la interferencia entre el mortero y el perno colocado. La resistencia a compresión del mortero de cemento será de 28 N/mm² a 28 días.

Las características principales de la placa de reparto son:

- ◆ Dimensiones: 152 x 152 mm.
- ◆ Espesor: 4.00 mm.
- ◆ Diámetro orificio central: 40,6 mm.
- ◆ Capacidad de carga indicativa: 170 kN.

IV.IV.4.3.2. Condiciones de ejecución de los pernos SWELLEX MN24

El Contratista respetará rigurosamente las instrucciones sobre espaciamiento y densidad de pernos aprobadas en el Proyecto, para lo que, en cada avance, dejará referencias (pernos sin tapar) que le marquen la ubicación de los últimos trabajos efectuados.

El Contratista suministrará, instalará y mantendrá en condiciones operativas los pernos según el tipo admitido en el Proyecto y aprobado por la Supervisión de Obra. El diseño de los pernos y todos los materiales asociados a éstos, los métodos de instalación y/o registros deberán ser tales que aseguren que los pernos cumplan su cometido a satisfacción de la Supervisión de Obra.

Se instalarán en posiciones y con orientaciones según se señale en el Proyecto aprobado.

El Contratista será responsable de la efectividad de los anclajes, sus dimensiones, así como el control de calidad de las operaciones de empernado.

La supervisión, por parte del Contratista, de todas las operaciones, perforación, instalación de los pernos, serán llevadas a cabo por personal experimentado y adecuadamente cualificado.

El Contratista presentará a la Supervisión de Obra, para su aprobación, un informe metodológico en el que se definan los siguientes parámetros relativos al uso de pernos:

- ◆ Fabricante.
- ◆ Tipo y especificaciones del fabricante de los componentes que formen el sistema.

El Contratista también presentará los detalles completos del procedimiento de instalación que propone utilizar, incluyendo detalles de los trabajos de perforación, inserción de pernos, etc.

Cada remesa de componentes para el sistema de pernos será identificable y deberá ir acompañado de un certificado de calidad del fabricante.

El Contratista entregará a la Supervisión de Obra un registro del tipo de terreno durante la perforación. La profundidad final a la que se deban llevar los pernos será confirmada durante la perforación de cada taladro, teniéndose en cuenta la resistencia y la fracturación del terreno, la carga que deben soportar y el sistema de anclaje. Los taladros se limpiarán de cualquier escombros que se haya acumulado durante la perforación antes de proceder a la instalación del perno.

El material de perforación deberá permitir la fácil ejecución de las perforaciones en cualquier posición y ángulo de ataque.

Salvo indicación contraria de la Supervisión de Obra, la orientación de las perforaciones será perpendicular a la pared de excavación, excepto cuando con los pernos se pretendan coser juntas o superficies con direcciones determinadas, en cuyo caso se orientarán de forma que se consiga la máxima eficacia.

Una vez acabada la perforación, se limpiarán cuidadosamente los taladros, con agua a presión o con aire comprimido si se aprecia inestabilidad en alguno de ellos.

Los taladros se perforarán con el margen recomendado por el fabricante del sistema de pernos.

El Contratista deberá registrar los siguientes datos de cada perno instalado en un plazo máximo de una jornada de trabajo después de la instalación del perno:

- ◆ Número de la referencia del perno.
- ◆ Nombre del encargado.
- ◆ Fecha de perforación.
- ◆ Diámetro y longitud de taladro.

- ❖ Consistencia, color, estructura, tipo de terrenos atravesados en la perforación y velocidad de perforación en dichos materiales.
- ❖ Tipo de perno, incluyendo número de remesa del fabricante.

La secuencia para la colocación de pernos de expansión tipo “Swellex” será la siguiente:

1. Una vez ejecutado el taladro, se introduce la boquilla del perno en el cabezal de la máquina de instalación. Se introduce el perno en el taladro junto con la placa de reparto hasta que ésta haga contacto con la roca, debiendo quedar una pequeña longitud del perno en el exterior del taladro, para poder realizar correctamente el accionamiento de la bomba de agua.
2. Una vez instalado el perno en su alojamiento, se pone en marcha la bomba accionando el gatillo de la empuñadura, comenzando de esta forma la introducción de agua a alta presión (300 bar para pernos Mn24) en el interior del perno a través del orificio del casquillo inferior.
3. Durante y después del proceso de expansión, el perno tipo Swellex se comprime contra las paredes del taladro, acortándose longitudinalmente y comprimiendo o adaptándose a las paredes del taladro.
4. Debido al proceso de hinchado, la longitud del perno se reduce ligeramente por contracción, lo que provocará un empuje de la placa de reparto contra la roca, con una tensión axial de 20 kN.
5. La expansión del perno, provocada por el agua a presión, genera la tensión de contacto entre el perno y la pared del taladro, actuando dos tipos de fuerzas diferentes: una fuerza radial perpendicularmente a su eje en toda su longitud y una fuerza de rozamiento estático o fricción también en toda su longitud (esta fuerza depende del tipo y estructura de la roca y dimensión del taladro).
6. Al alcanzarse la presión preestablecida (300 bar), la máquina se detendrá automáticamente finalizando la expansión del perno y produciéndose su enclavamiento mecánico con la roca, siendo inmediato el efecto de sostenimiento.
7. Una vez instalado el perno y al soltar el brazo de instalación del mismo el agua utilizada para el inflado del perno y alojada en el interior del mismo, es expulsada por el orificio del casquillo interior.

IV.IV.4.3.3. Control de calidad de los pernos SWELLEX MN24

El método de control de los pernos de fricción por mecanismo de expansión se realizará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante para este tipo de elementos.

Se controlará la longitud libre (no expandida) del perno en cabeza mediante la introducción de un alambre. Se efectuará un control por cada 10 pernos colocados.

El 5% de los pernos instalados, se ensayarán a tracción hasta el 80% de su capacidad.

Si la proporción de pernos con anclaje defectuoso supera el 10% del lote ensayado, el Contratista deberá reponer, la cantidad de pernos que resulte de aplicar el porcentaje de pernos defectuosos al número de pernos colocados desde la anterior fecha de control.

Todos los ensayos y controles se realizarán tras la aprobación y bajo la inspección de la Supervisión de Obra.

IV.IV.4.3.4. Medición y pago de los pernos SWELLEX MN24

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro (m) de perno de acero Swellex.

El precio incluye el suministro de los pernos y las placas de reparto, además de todas las operaciones y materiales necesarios para la perforación y puesta en obra de los elementos, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar el suministro y colocación de los pernos Swellex MN24, o similares; cuyo pago constituirá la compensación total por los trabajos descritos en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04020014	PERNO DE EXPANSIÓN TIPO SWELLEX O SIMILAR DE ACERO CON CARGA DE ROTURA DE 240 kN	m

IV.IV.4.4. PERNOS DE FIBRA DE VIDRIO Ø32

La presente especificación hace referencia a los pernos de fibra de vidrio a emplear como Sostenimiento del túnel, en aquellos tramos que requieran la posterior excavación del terreno cosido con estos elementos, tal y como se describe en los Planos del Proyecto.

El Contratista, antes de iniciar los trabajos, deberá entregar a la Supervisión de Obra un procedimiento de ejecución de los pernos de fibra de vidrio para su aprobación.

IV.IV.4.4.1. Materiales y equipos para los pernos de fibra de vidrio Ø32

Las consideraciones a tener en cuenta respecto a los materiales relacionados con la unidad de obra, son las siguientes:

- ◆ Pueden emplearse barras macizas o láminas unidas mediante un bastidor de polietileno.
- ◆ Deberá indicarse la carga de rotura.

- ◆ El anclaje se logrará mediante mortero de cemento.
- ◆ Las placas serán también de fibra de vidrio, quedando fijadas a la cabeza del bulón mediante una cuña introducida en una ranura que se practicará en el extremo de la barra a tal efecto.

IV.IV.4.4.2. Procedimiento de ejecución para los pernos de fibra de vidrio ø32

El Contratista respetará rigurosamente las instrucciones sobre espaciamiento y densidad de bulonado aprobadas por la Supervisión de Obra para lo que, en cada avance, dejará referencias (pernos sin tapar) que le marquen la ubicación de los últimos trabajos efectuados.

La perforación para la colocación de pernos se iniciará lo más pronto posible después de la excavación y después de la proyección de una primera capa de hormigón, eventualmente sobreacelerado, de unos tres a cinco centímetros (3-5 cm) de grosor (capa de sellado).

El material de perforación deberá permitir la fácil ejecución de las perforaciones en cualquier posición y ángulo de ataque.

El diámetro de la barrena excederá entre cuatro y 8 milímetros (4-8 mm) el diámetro de la barra a colocar y la longitud de perforación será inferior en diez centímetros (10 cm) a la longitud del bulón a colocar. A estos efectos se marcarán debidamente las barrenas de perforación, con pinturas reflectantes, con las referencias que aseguren una perforación a la distancia adecuada.

Salvo en los casos en que se autorice por la Supervisión de Obra, la orientación de las perforaciones será perpendicular a la pared de la excavación.

Una vez acabada la perforación, se limpiarán cuidadosamente los taladros, con agua a presión o con aire comprimido si se aprecia inestabilidad en alguno de ellos. Este tratamiento no se empleará en suelos o formaciones blandas o deleznales.

El espacio anular entre el perno y la pared de la perforación estará comprendido entre dos y cuatro milímetros (2-4 mm).

La colocación de pernos de fibra es una operación delicada que requiere una atención particular en los detalles de ejecución, ya que éstos condicionan la eficacia del bulonaje. Las reglas esenciales a respetar son las siguientes:

- ◆ El tiempo transcurrido entre la perforación y la introducción del bulón será mínimo.
- ◆ Se habrá de limpiar el agujero, asegurando que éste no presenta irregularidades (mediante la introducción de una barra metálica o de madera de igual diámetro que el bulón a colocar).
- ◆ Una vez desengrasado y limpio el perno, se introducirá en el agujero; para eso se puede utilizar un martillo con potencia suficiente y a continuación se procederá a la inyección con lechada de cemento con relación agua/cemento 0,4 a 0,6.

- ❖ Para garantizar la penetración de la lechada de cemento en toda la longitud del perno, y con ello asegurar la capacidad de anclaje a cualquier profundidad, se utilizará para la inyección un tubo perdido de polietileno de baja densidad y diámetro máximo 15 mm instalado en toda la longitud del perno. Se inyectará a través de dicho conducto una vez realizada la perforación asegurando así la circulación del mortero desde el fondo del taladro hasta el inicio de la perforación.
- ❖ La placa no tendrá que apretarse hasta que haya pasado una hora desde la colocación del bulón.

IV.IV.4.4.3. Control de calidad de los pernos de fibra de vidrio $\varnothing 32$

Antes del inicio de la obra se realizarán unos ensayos previos con la finalidad de comprobar el anclaje de los diferentes tipos de pernos previstos. Por eso, se realizarán algunas pruebas de ejecución de pernos con longitudes diferentes y con diferente velocidad de endurecimiento. En principio, para cada ensayo, según las especificaciones dadas por la Supervisión de Obra, se realizarán dos series de pruebas con longitudes de pernos de uno, dos, tres y cuatro metros (1, 2, 3 y 4 m). Se dibujará el gráfico esfuerzo-deformación a partir de las lecturas de los comparadores que miden el desplazamiento del perno en función de las cargas aplicadas. La metodología precisa de los ensayos, así como la definición de los esfuerzos máximos de tracción a alcanzar durante la obra en los distintos tipos de terrenos, serán definidos por la Supervisión de Obra.

Para asegurarse de la buena calidad de los pernos colocados en obra, se efectuarán los ensayos y controles siguientes:

- ❖ Control de calidad de los materiales.
- ❖ Control estadístico de la longitud libre (no anclada) del perno en cabeza, mediante la introducción de un alambre. Se efectuará un control por cada diez (10) pernos colocados. Esta longitud no será nunca superior a veinte centímetros (20 cm) en pernos de cualquier longitud.
- ❖ Ensayos de tracción de pernos colocados normalmente (y no de pernos colocados especialmente para ensayos) mediante un gato hueco que permita ejercer una tracción sobre el perno, apoyándose en la pared. La definición de los esfuerzos máximos de tracción a alcanzar en los diferentes terrenos lo definirá la Supervisión de Obra según los ensayos previos. Se consideran aceptables resistencias tangenciales del orden de cero con cuatro Newton por milímetros cuadrado (0,4 N/mm²) en materiales rocosos de calidad media. Se efectuarán controles sobre un promedio de cinco por ciento (5%) de los pernos instalados con periodicidad de uno a tres días (1-3) días, escogiendo de modo aleatorio los pases a ensayar y los pernos dentro de éste.

En todos los casos el Contratista estará obligado a facilitar los medios mecánicos de elevación necesarios para la ejecución de los ensayos, aceptando los tiempos de parada que se deriven de la ejecución de los mismos.

IV.IV.4.4.4. Medición y pago de los pernos de fibra de vidrio ø32

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro (m) de perno de fibra de vidrio colocado.

El precio incluye el suministro de los pernos de fibra de vidrio, las placas de reparto y la lechada de cemento para inyectar, además de todas las operaciones y materiales necesarios para la perforación y puesta en obra de los elementos, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar el suministro y la colocación de pernos de fibra de vidrio ø32, cuyo pago constituirá la compensación total por los trabajos descritos en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04020016	PERNO DE FIBRA DE VIDRIO EN BARRA MACIZA DE 32 mm DE DIÁMETRO EN SOSTENIMIENTO O TRATAMIENTO DEL FRETE DE EXCAVACIÓN DE TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS	m

IV.IV.4.5. ACERO PARA ARMADURAS Y MALLAS ELECTROSOLDADAS

Esta especificación hace referencia al suministro e instalación del acero de refuerzo pasivo a disponer en el revestimiento de los túneles y en los elementos como contrabóvedas, muros y fundaciones de los túneles falsos, conforme a lo indicado en los Planos del Proyecto.

Asimismo, puesto que el material de conformación, tanto de las barras de acero de refuerzo, como de las mallas metálicas electrosoldadas, es común a muchos efectos, se recogen en esta unidad de forma conjunta las especificaciones relativas a ambos. Para el caso de las mallas electrosoldadas a colocar en taludes de portales, se atenderá de forma específica a lo dispuesto en su respectiva unidad de obra, quedando la presente especificación como complemento de aquellos aspectos allí no indicados.

IV.IV.4.5.1. Materiales para acero para armaduras y mallas electrosoldadas

Las barras y mallas de acero utilizadas en la construcción de estructuras de hormigón armado cumplirán los requisitos establecidos en las normas ASTM A706 y ASTM 1064.

El acero de hormigón armado a utilizar consistirá en barras de acero corrugadas, o bien mallas metálicas electrosoldadas, con las siguientes características mecánicas:

- ◆ Barras: $f_y \geq 420$ MPa (ASTM A706 / ASTM A615 Grado 60 o equivalentes).

- ◆ Mallas metálicas electrosoldadas: $f_y \geq 500$ MPa (ASTM A497/ASTM A185 o equivalentes).

Los alambres o barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras. La sección equivalente de los alambres no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5 %) de su sección nominal.

En el caso de que sea necesario soldar barras, deberá hacerse conforme a las normas ANSI/AWS D1.4.

El diámetro de las barras soldadas que conformen la malla y la cuadrícula se establecerán en coherencia con lo dispuesto en los Planos.

Será responsabilidad del Contratista, disponer zonas de acopio de materiales que aseguren el no retraso de los trabajos por falta de los mismos.

Los aceros normalizados cuya identificación y características no se incluyen arriba, podrán utilizarse con autorización del Supervisor, en aquellos casos que su empleo resulte comparable con las características de servicio de la estructura y se haya justificado satisfactoriamente el método de cálculo utilizado.

El contratista habrá de asegurar la correcta disposición de medios suficientes para llevar a cabo la puesta en obra de las mallas electrosoldadas.

IV.IV.4.5.2. Procedimiento constructivo para armaduras y mallas electrosoldadas

Las armaduras se deberán colocar con precisión de la manera que se muestra en los planos de proyecto detallado y deberán ser soportadas y atadas para prevenir cualquier desplazamiento.

Los empalmes y soldaduras se deberán usar solamente en las ubicaciones que se muestran en los planos de proyecto detallado. Si es necesario hacer empalmes en otros puntos, o bien cuando en los planos no aparezcan especificados los empalmes o solapes de algunas barras, su distribución se llevará a cabo de manera que el número de empalmes o solapes sea mínimo, debiendo ser aprobada su ubicación por la Supervisión de Obra. Se prohíbe el contacto de barras de distintas características o tipos de acero con otros elementos metálicos, a efectos de evitar la posibilidad de que se originen fenómenos de corrosión.

Las barras de acero deberán en todo momento mantenerse protegidas de condiciones que puedan causar corrosión antes de que éstas se coloquen en el hormigón. Se tendrá especial cuidado en asegurar que todas las armaduras y sus ataduras o cualquier elemento metálico en contacto con ellas queden protegidos mediante el recubrimiento mínimo de hormigón establecido en cada caso.

Las superficies de la armadura deberán limpiarse completamente de manera que al iniciar la colocación de hormigón las mismas se encuentren libres de cualquier residuo de mortero, pasta de cemento, polvo, grasas, aceites, óxido, mugre o cualquier otra sustancia extraña capaz de reducir la adherencia hormigón-acero. Si hay alguna demora en la colocación del hormigón, la armadura deberá ser inspeccionada nuevamente y limpiada si fuese necesario.

Se prepararán planillas de despiece de armaduras de acuerdo con los planos del proyecto, firmadas por una persona física responsable de la instalación de éstas. En ningún caso las formas de despiece podrán suponer una disminución de las secciones de armadura establecidas en el proyecto. Esto deberá ser aprobado por el responsable del frente.

Las barras, alambres y mallas empleados para las armaduras se cortarán ajustándose a los planos del proyecto, mediante procedimientos manuales o maquinaria de corte. Este proceso no deberá alterar las características geométricas o mecánicas del producto de acero empleado.

Las armaduras pasivas se doblarán previamente a su colocación y ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto. Esta operación se realizará mediante dobladoras que permitan que las curvaturas sean constantes. Para ello se utilizarán los diámetros de doblado mínimos especificados en los planos. No se permitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro.

Antes de la ejecución del hormigón, en cualquiera de sus formas, se deberá obtener la aprobación de la Supervisión de Obra del material de refuerzo y su colocación.

Los detalles constructivos de las armaduras (longitudes de anclaje y empalme, dimensiones de ganchos, diámetro de los mandriles de doblado, separaciones entre barras, etc.) respetarán lo establecido en la normativa ACI 318.

Después de verificada su forma y dimensiones, las armaduras se colocarán en las posiciones indicadas en los planos o planillas, con una tolerancia de más o menos cinco milímetros (± 5 mm) en todas sus direcciones en relación a su posición teórica.

Para asegurar el mantenimiento de las posiciones definitivas de las armaduras y las separaciones establecidas entre las barras y el encofrado durante la colocación, compactación y terminación del hormigón y durante su fraguado y endurecimiento, se deberá colocar la cantidad suficiente de soportes y espaciadores de formas, espesores, rigideces y resistencias adecuadas. Estos elementos, que podrán ser metálicos, de mortero, material plástico, etc. deberán ser presentados para su aprobación a la Supervisión de Obra, debiendo estar constituidos por materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón, que no induzcan a la corrosión de las armaduras y sean resistentes a los ataques químicos a que se pueda ver sometido éste. No se permite el empleo de trozos de ladrillos, partículas de agregados, trozos de madera, plásticos.

Todos los cruces de barras deben ser atados o asegurados en forma adecuada para garantizar su inmovilidad cuando la separación entre ellos sea igual o mayor de 30 cm, en caso contrario las intersecciones se atarán alternadamente.

Se entenderá por recubrimiento la distancia libre comprendida entre el punto más saliente de cualquier armadura, principal o secundaria o cualquier elemento metálico, inclusive los alambres de ata, que tengan contacto con alguna barra de acero, y la superficie externa de hormigón más próxima. No se considera parte del recubrimiento las capas de limpieza, revoques u otros materiales de terminación. El hormigón de recubrimiento se moldea conjuntamente con el elemento estructural y debe ser compacto y de espesor suficiente para proteger al acero de forma duradera.

Las medidas mínimas del recubrimiento serán en cada caso las que se establecen en los Planos, o en su defecto lo indicado en la normativa ACI 318.

En ningún caso el recubrimiento de la armadura será mayor que 50 mm, sin que se coloque una malla de acero entre la armadura y la superficie libre del hormigón para controlar la fisuración del recubrimiento.

De forma general, las barras y mallas de acero se almacenarán de forma que no estén expuestas a oxidación excesiva, separadas del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón. De este modo, éstas se acopiarán de manera que:

- ◆ Se impida el mezclado de barras o mallas de distintos tipos, diámetros o partidas.
- ◆ Estarán separados de la superficie del terreno por lo menos por una distancia de 15 cm. El sector de acopio debe tener un suelo firme y estable.
- ◆ El período máximo de exposición a la intemperie no será mayor de 60 días.

Cada partida de barras y malla de acero que ingrese al frente tendrá que tener su certificado de calidad de fábrica y se identificará con el mismo número de remito de envío, y el tipo y diámetro, colocados en un cartel visible, sujeto en el espacio en que están contenidas.

IV.IV.4.5.3. Control de calidad de aceros para armaduras y mallas electrosoldadas

El Contratista deberá proveer a la Supervisión de Obra una copia certificada del informe con la evaluación estadística del control de calidad en fábrica del acero para las armaduras, en el que se indiquen los resultados de los ensayos físicos y mecánicos y del análisis químico correspondiente a cada tipo de acero, antes de comenzar con el trabajo de doblado de las barras de acero.

Al momento de su solicitud, se deberá informar a la Supervisión de Obra sobre la fuente propuesta del material a suministrar.

IV.IV.4.5.4. Medición y pago de aceros para armaduras y mallas electrosoldadas

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de las partidas, se medirán las unidades como kilogramo (kg) de acero de armaduras o mallas electrosoldadas.

El precio incluye el suministro de las barras de acero corrugadas, los alambres de atado y separadores, además de todas las operaciones y materiales necesarios para su corte, doblado y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de aceros para armaduras y mallas electrosoldadas, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG03080001	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS A63-42H (fy= 420 MPa) COLOCADO EN ARMADURAS DE REFUERZO, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES	kg
CRG04020025	MALLA ELECTROSOLDADA EN SOSTENIMIENTO DE TÚNELES CON ACERO CORRUGADO A63-42H (fy>420 MPa), COLOCADO EN OBRA i/ P.P. DE ALAMBRE DE ATAR	kg

IV.IV.4.6. MARCOS METÁLICOS RETICULADOS

La presente especificación hace referencia a los marcos reticulados de acero empleados como estructura portante embebida en el revestimiento de aquellas secciones de túnel así indicadas en los planos.

Los marcos reticulados metálicos son elementos constituidos por barras de acero en sus elementos principales, con una geometría acorde a los tipos indicados en los planos y que cumple sus requerimientos de sección y espesor. Estos elementos son empleados como parte del sostenimiento del túnel, actuando como un sistema de protección inmediato después de la excavación.

Conforme a las distintas modalidades recogidas en los planos del Proyecto, en esta especificación se establecen los requerimientos para el suministro de toda la mano de obra, los materiales y los equipos requeridos para la provisión y colocación de los mismos. Esto incluye aspectos relativos a su suministro y fabricación, así como a su colocación en obra.

Por otra parte, para la ejecución de los marcos reticulados definidos en el Proyecto, se deberá cumplir con los requerimientos establecidos en la siguiente normativa:

- ◆ Para el acero de las barras se seguirá lo establecido en las normas ASTM A706 y ASTM A615.
- ◆ Para los perfiles y planchas de acero dispuestos en las uniones de tramos de los marcos, se atenderá a lo indicado en la norma ASTM A36.
- ◆ Los pernos de unión en las juntas serán conformes a ASTM A325.
- ◆ En el caso de que sea necesaria la ejecución de soldaduras, se deberá cumplir lo especificado en las normas ANSI/AWS D1.4.

IV.IV.4.6.1. Materiales para marcos metálicos reticulados

Las barras empleadas para los marcos reticulados serán de acero de calidad ASTM A706 / ASTM A615 Grado 60, con un límite de fluencia $f_y \geq 420$ MPa. La geometría y posición de los marcos serán las indicadas por los planos.

De forma general, en lo que refiere al resto de características de los materiales constitutivos, se cumplirá con las especificaciones indicadas para la unidad “ACERO PARA ARMADURAS Y MALLAS ELECTROSOLDADAS”, así como las disposiciones de la normativa indicada en las referencias.

IV.IV.4.6.2. Puesta en obra de los marcos metálicos reticulados

Antes del inicio de los trabajos de fabricación y colocación de los marcos reticulados, el Contratista deberá presentar lo siguiente:

- ◆ Detalles completos de fabricación de los marcos reticulados.
- ◆ Procedimiento y disposición de instalación.
- ◆ Detalles de juntas, conexiones, espaciadores, geometría, etc.
- ◆ Certificados de calidad de los materiales.

Las barras principales y barras secundarias de los marcos deberán estar conformadas por barras únicas, es decir, no se permitirá el empalme de estas barras a través de uniones soldadas.

Las uniones entre las barras principales, barras de suple, diagonales y placas de unión serán soldadas.

Los marcos deberán ser fabricados de modo que cumplan con los requerimientos geométricos del túnel y espesor del revestimiento, tal como se indica en los planos del proyecto. Éstos serán fabricados en una maestranza de reconocido prestigio.

No se permitirá que el Contratista reutilice marcos provenientes de una demolición previa del túnel.

Los marcos deben ser revisados en el lugar de fabricación. Se deben definir partidas y de éstas elegir una muestra para realizar sobre ellas una evaluación de validación, con la cual se liberan para llevar a terreno. Si el lugar de fabricación no coincide con el de la obra, se deberá realizar una revisión visual de los marcos al llegar a obra.

El Contratista deberá realizar, de forma aleatoria, un muestreo de los marcos reticulados que lleguen a la obra, comprobando las dimensiones de los mismos y haciendo la correspondiente entrega de conformidad al Supervisor. Bajo ningún concepto se admitirá el empleo en obra de aquellos marcos que no cumplan con la geometría definida en los planos.

Los marcos deberán ser instalados en las ubicaciones y niveles indicados en los planos del proyecto.

En el momento de aplicarse la proyección de hormigón proyectado, los marcos metálicos deberán estar libres de óxido suelto, aceite, pintura, restos de hormigón, escamas o costras, grasa o cualquier otra sustancia que pudiera afectar químicamente de forma negativa al acero o al hormigón, o reducir la adherencia.

Se deberán proveer barras espaciadoras para la conexión de un marco al adyacente con el fin de asegurarlo en su posición. Éstas deberán ser confeccionadas con barras de acero según los planos, dobladas convenientemente y conectadas a los marcos. Las barras espaciadoras deberán ser de longitud y rigidez apropiada según la distancia entre marcos.

Las juntas y uniones de los marcos deberán ser tales que la eficiencia estática de la sección transversal se mantenga.

Al instalar el marco dentro del túnel se debe asegurar que éste quede en un plano vertical y perpendicular al eje del trazado.

Los marcos y las barras espaciadoras entre marcos deberán quedar recubiertos completamente con el hormigón proyectado del revestimiento, garantizándose un contacto continuo entre el terreno y éstos.

Durante la proyección del hormigón sobre el marco y las barras espaciadoras se evitará que se generen zonas de sombra que provoquen vacíos en el hormigón.

IV.IV.4.6.3. Control de calidad de los marcos metálicos reticulados

El Contratista deberá proveer a la Supervisión de Obra una copia certificada del informe con la evaluación estadística del control de calidad en fábrica del acero, en el que se indiquen los resultados de los ensayos físicos y mecánicos y del análisis químico correspondiente a cada tipo de acero, antes de comenzar con el trabajo de doblado de las barras de acero.

Al momento de su solicitud, se deberá informar al Supervisor sobre la fuente propuesta del material a suministrar.

Durante la ejecución de los trabajos de colocación de los respectivos marcos reticulados, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ◆ Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requerido para la ejecución de los trabajos.
- ◆ Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- ◆ Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- ◆ Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

- ◆ Verificar la correcta colocación del marco, posición y verticalidad.

IV.IV.4.6.4. Medición y pago de los marcos metálicos reticulados

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de las partidas, se medirán las unidades como kilogramo (kg) de acero en marcos metálicos.

El precio incluye el suministro de los marcos de acero y barras espaciadoras, además de todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de marcos metálicos nervados, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04020046	MARCO METÁLICO RETICULADO EN CUALQUIER DISPOSICIÓN i/ P.P. DE BARRAS ESPACIADORAS Y ELEMENTOS DE MONTAJE	kg

IV.IV.5. HORMIGONES Y COMPLEMENTOS

En los apartados siguientes se definen las condiciones que se deben cumplir en el suministro y puesta en obra de los hormigones y sus complementos.

IV.IV.5.1. HORMIGÓN ARMADO G35/H-35

En esta unidad se incluye el suministro e instalación del hormigón vertido de 35 MPa, incluyendo aditivos, a realizar en revestimiento de aquellas secciones del túnel así definidas de acuerdo a los planos de proyecto, y en la ejecución de losas, contrabóvedas y fundaciones en general.

También se incluyen las especificaciones en referencia al hormigón vertido y armado a emplear en la ejecución de estructuras, muros y túnel falso, que así figuren en los Planos.

El hormigón empleado deberá garantizar una resistencia característica en probeta cilíndrica a los 28 días, de 35 MPa, ajustándose a lo indicado en los planos y en la presente especificación.

Sin perjuicio de las especificaciones aquí mostradas, el hormigón se habrá de ajustar a las indicaciones de la Sección 5.501 del Manual de Carreteras de Chile y el Reglamento CIRSOC 201 de Argentina, según corresponda.

IV.IV.5.1.1. Componentes del hormigón armado G35/H-35

Solo se podrán utilizar materiales que satisfagan los requisitos establecidos en estas especificaciones y en la normativa indicada, debiendo ser previamente aprobados por la Supervisión de Obra. En este sentido, no se permitirá el uso de materiales constituyentes para el hormigón que no hayan sido aprobados en base a su idoneidad para la aplicación especificada.

Los materiales constituyentes no deben contener sustancias perjudiciales en cantidades tales que puedan tener un efecto nocivo sobre la durabilidad del hormigón o producir la corrosión de las armaduras, debiendo ser adecuados para el uso previsto de la estructura.

De forma individualizada, se describen los requerimientos exigibles a los diferentes componentes del hormigón en los siguientes apartados.

IV.IV.5.1.1.1. Cemento

Para la ejecución de estructuras de hormigón armado sólo podrán utilizarse cementos del tipo portland, puzolánicos o de alto horno de marcas aprobadas oficialmente, que cumplan los requisitos de calidad contenidos en las normas ASTM C150 y ASTM C595.

En caso de superarse los límites de contenido de sulfatos solubles en agua presentes en el terreno establecidos en la norma ACI 318, se emplearán cementos resistentes a los sulfatos de los tipos indicados en dicho capítulo.

El Contratista deberá justificar el tipo de cemento utilizado en cada elemento estructural de hormigón armado del sostenimiento y revestimiento de los túneles, conforme a lo especificado en el capítulo 4 de la norma ACI 318 para las siguientes clases de exposición:

- ◆ Clase C1 + S1: en aquellos elementos de sostenimiento de los túneles en contacto directo con el terreno, incluso en el caso de existir una capa de impermeabilización y/o de sellado entre sostenimiento y terreno.
- ◆ Clase C1 + S0: en aquellos elementos de revestimiento de los túneles que no están en contacto directo con el terreno.

IV.IV.5.1.1.2. Agua

El agua debe cumplir con lo especificado en la norma ASTM C1602.

IV.IV.5.1.1.3. Agregado fino

Se considera como tal a la fracción que pasa la malla de 4,75 mm (Nº4). Este agregado podrá proceder de arenas naturales, manufacturarse por trituración de rocas o gravas, u obtenerse mediante una combinación de ambos tipos.

Deberá limitarse la presencia de sustancias perjudiciales en el agregado fino. Para ello, se deberán cumplir los requisitos presentados en la **Tabla 5.1.1.3.I**.

Ensayo	Norma	Requisito
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo	ASTM C142	3
Carbón y lignito, % máximo	ASTM C123	0,5
Material que pasa el tamiz de 75 μm (n°200), % máximo	ASTM C117	5
Contenido de sulfatos, expresado como SO_4^{2-} , % máximo	AASHTO T 290 o similar	1,2
Contenido de cloruros, expresado como Cl^- , % máximo	AASHTO T291 o similar	0,1

Tabla 5.1.1.3.I.- Requisitos que debe cumplir el agregado fino.

En el caso del material que pasa el tamiz de 75 μm , el límite superior indicado en la tabla anterior viene determinado por la norma ASTM C33 para el caso de hormigones no sometidos a abrasión, admitiéndose un incremento hasta el 7 % para el caso particular de arenas manufacturadas.

Desde el punto de vista de limpieza, el valor del equivalente de arena (determinado según la norma ASTM D2419) deberá ser superior al sesenta y cinco por ciento (65 %) o bien al setenta y cinco por ciento (75 %), según se requiera para el hormigón una f_c inferior a 21 MPa o superior a este valor, respectivamente. En caso de no cumplirse dichos límites, se contempla como alternativa para evaluar la limpieza del agregado fino la determinación de la calidad de los finos presentes en él, mediante el ensayo de azul de metileno.

Para estimar el potencial de reactividad del agregado fino se deberá efectuar el ensayo petrográfico especificado en la norma ASTM C295 y efectuar determinaciones del potencial de expansión en barra de mortero según la norma ASTM C1260. Para evaluar la efectividad de combinaciones de agregado y cemento en controlar la expansión en barra de mortero se empleará la norma ASTM C1567. En la interpretación de los resultados para la calificación del agregado fino, la determinación de su potencial de reactividad y el establecimiento de las medidas de protección a adoptar, se empleará la Guía AASHTO PP65-2011.

Finalmente, la curva granulométrica del agregado fino deberá encontrarse entre los límites definidos en la **Tabla 5.1.1.3.II**, requiriéndose de forma adicional que no quede retenido más de un 45 % de material en dos tamices consecutivos, así como un módulo de finura comprendido entre 2,3 y 3,1.

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (Nº 4)	95 – 100
2,36 mm (Nº 8)	80 – 100
1,18 mm (Nº 16)	50 – 85
0,60 mm (Nº 30)	25 – 60
0,30 mm (Nº 50)	5 – 30
0,15 mm (Nº 100)	0 – 10

Tabla 5.1.1.3.II.- Huso granulométrico para el agregado fino.

IV.IV.5.1.1.4. Agregado grueso

Se considera como tal al material granular que quede retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4). Será grava natural o proveniente de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio.

En cuanto a la reactividad potencial con los álcalis del cemento, se cumplirán las mismas prescripciones que en el caso del agregado fino, indicadas en el apartado anterior de este documento.

En relación a las sustancias perjudiciales, se deberán cumplir las limitaciones indicadas en la **Tabla 5.1.1.4.I.**

Ensayo	Norma	Requisito
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo	ASTM C142	3
Carbón y lignito, % máximo	ASTM C123	0,5
Contenido de sulfatos, expresado como SO_4^{2-} , % máximo	AASHTO T 290 o similar	1
Contenido de cloruros, expresado como Cl^- , % máximo	AASHTO T291 o similar	0,1

Tabla 5.1.1.4.I.- Requisitos de sustancias peligrosas que debe cumplir el agregado grueso.

El desgaste del árido grueso en el Ensayo de Los Ángeles debe ser inferior a un cincuenta por ciento (50 %).

En lo referente a la forma de los agregados, ésta no deberá ser chata ni alargada, considerándose como tales aquéllas con una relación 5:1 o superior. Para ello, se conducirá el ensayo según la norma ASTM D4791, limitándose a un 15 % el máximo porcentaje de partículas chatas o alargadas.

Por último, la granulometría del agregado grueso deberá ser conforme con alguna de las franjas presentadas en la **Tabla 5.1.1.4.II**, teniendo en cuenta las presentes especificaciones, el tamaño máximo nominal a emplear y la aprobación de la Supervisión de Obra. La curva granulométrica obtenida de la mezcla de los agregados fino y grueso deberá resultar continua y asemejarse a las teóricas en cualquier caso.

Tamiz	Porcentaje que pasa						
	AG-1	AG-2	AG-3	AG-4	AG-5	AG-6	AG-7
100 mm (4")	100						
90 mm (3 ½")	90 – 100						
75 mm (3")		100					
63 mm (2,5")	25 – 60	90 – 100	100				
50 mm (2")		35 – 70	90 – 100	100			
37,5 mm (1 ½")	0 – 15	0 – 15	35 – 70	90 – 100	100		
25 mm (1")			0 – 15	20 – 55	90 – 100	100	
19 mm (¾")	0 – 5	0 – 5		0 – 15	20 – 55	90 – 100	100
12,5 mm (½")			0 – 5		0 – 10	20 – 55	90 – 100
9,5 mm (3/8")				0 – 5	0 – 5	0 – 15	40 – 70
4,75 mm (Nº 4)						0 – 5	0 – 15
2,36 mm (Nº 8)							0 – 5

Tabla 5.1.1.4.II.- Huso granulométrico para el agregado grueso.

IV.IV.5.1.1.5. Aditivos para mejorar la trabajabilidad del hormigón

En relación a los aditivos a emplear en el hormigón, se atenderán las siguientes especificaciones:

- ◆ El Constructor podrá utilizar aditivos que mejoren las características del hormigón, los que deberán ser previamente aprobados por el Supervisor, el cual solicitará los ensayos normalizados convenientes.
- ◆ Los aditivos no deberán contener cloruros en cantidades que contribuyan a superar el contenido máximo de ión cloruro en el hormigón establecido por la norma ACI 318.
- ◆ La idoneidad de los aditivos debe verificarse en cumplimiento con la normativa vigente.
- ◆ La cantidad total de aditivos, en su caso, no debe rebasar la dosificación máxima recomendada por el fabricante del aditivo.

- ◆ Cuando se utilicen varios aditivos, debe comprobarse su compatibilidad en los ensayos iniciales.

La normativa de aplicación a los aditivos a emplear en el hormigón es la recogida en las normas ASTM C494 y ASTM C260.

Se admite el empleo de adiciones al hormigón, tales como microsilice, cenizas volantes, puzolanas u otras, para mejorar sus características, siempre que quede demostrada su idoneidad mediante mezclas de prueba que deben ser aprobadas por el Supervisor.

Las adiciones minerales empleadas deben cumplir las especificaciones de las normas ASTM C1240 y ASTM C618.

IV.IV.5.1.2. Especificaciones del hormigón G35/H-35

Se exigirá a cualquier hormigón moldeado ejecutado en la obra una resistencia característica a compresión a 28 días de $f'_c = 35$ MPa, obtenida sobre probeta cilíndrica. La determinación de esta resistencia a compresión se realizará conforme a la norma ASTM C39.

El hormigón a usar en la obra deberá estar compuesto de cemento, agregado grueso y fino, agua y aditivos. Estos materiales deberán ser de la calidad especificada por el Proyecto, en acuerdo con las normas referidas. Las proporciones exactas en que estos materiales serán usados en las diferentes partes de la obra serán determinadas cuando se haga la mezcla experimental. La consistencia de la mezcla fresca de hormigón deberá ser tal que con los medios adecuados para cada situación particular se pueda colocar la mezcla manteniendo su homogeneidad y obtener su máxima densidad y mínima retracción.

Las mezclas de hormigón a usar podrán ajustarse cuando sea necesario para obtener las características requeridas por las estructuras, tales como la resistencia a compresión, densidad, facilidad de trabajo y acabado final. Todo cambio más allá de los ajustes por la humedad de los agregados deberá ser aprobado previamente por el Supervisor y estará sujeto a la realización del ensayo inicial.

IV.IV.5.1.2.1. Influencia de la exposición a bajas temperaturas

El proceso de fraguado y endurecimiento del hormigón consiste en una serie de reacciones químicas, claramente influenciadas por la temperatura, tanto ambiente (puesta en obra), como la interna de su propia masa. Por tanto, para que el hormigón desarrolle las resistencias deseadas deben vigilarse estos dos factores, es decir, la fabricación y el curado.

En todo este proceso, el agua constitutiva del hormigón y su relación con la temperatura, cobra un especial protagonismo, tal y como se pondrá de manifiesto a continuación.

Definición de tiempo frío

Según ACI 306R-88 se entiende por tiempo frío:

Período de más de 3 días consecutivos en el que existen las siguientes condiciones:

- 1) La temperatura media diaria del aire es menor a 5°C, y
- 2) La temperatura del aire es menor a 10°C por más de la mitad de cualquier período de 24hs.

Se considera temperatura media diaria del aire al promedio entre la mínima y máxima temperatura del día, del período que va de medianoche a medianoche.

Influencia de las bajas temperaturas

El congelamiento del agua presente en los poros del hormigón sufre un aumento de volumen de aproximadamente el 9%, lo que sumado a otros mecanismos (difusión y presión osmótica), genera presiones internas de tracción, destruyendo la estructura interna del material con pérdidas irreparables en la resistencia a larga edad (de hasta el 50%).

Durante las primeras horas de vida del hormigón, el grado de saturación es inevitablemente elevado (se ha hidratado poco cemento), intensificándose los efectos anteriormente descritos.

Conviene destacar que en el rango de temperaturas (ambiente) de 10° a 20°C, puede decirse que un cambio de 1°C puede hacer variar en una hora el tiempo de fraguado del hormigón, y generar problemas en los procesos de desmoldes y avances de las obras. Adicionalmente, temperaturas ambientales por debajo de los 10°C pueden llegar a provocar demoras de varias horas en el tiempo de fraguado, pudiendo provocar, incluso, el bloqueo del proceso de evolución de la resistencia en el hormigón.

En estas circunstancias, esperables durante los meses de invierno en el ámbito de actuación, deberán seguirse de forma especial las prescripciones indicadas al respecto en el Capítulo 6.4.1. de la NCh170:2016 y, en general cualquier prescripción definida en el Manual de Carreteras Chileno, especialmente en lo que respecta a los requerimientos exigidos a los pavimentos de hormigón, definidos en el Volumen N°8. En el caso de las obras a desarrollar en la parte argentina, deberá considerarse el contenido de los artículos 2.2.8 y 5.11 de la Norma CIRSOC 201

Adicionalmente, para evitar los daños por congelamiento del hormigón a corta edad deberán atenderse las siguientes recomendaciones:

- ◆ Protección del hormigón hasta que haya alcanzado un grado de saturación por debajo del nivel crítico.
- ◆ Asegurar una temperatura de colocación del hormigón aceptable, y mantener dicha temperatura durante un período determinado, lo que pudiera obligar a la disposición de elementos provisionales de cierre en las bocas del túnel.

- ◆ Si el hormigón ha adquirido cierta resistencia (entre 30 y 40 Kg/cm²), implica que ha consumido una cantidad de agua suficiente como para que su saturación esté por debajo del nivel de saturación crítico (85 a 90%).
- ◆ Una correcta planificación, de forma que todos los medios necesarios para la protección del hormigón, deberán estar en obra con suficiente antelación como para aplicarlos en el momento requerido.
- ◆ Uso de aireantes (incorporar aire, al 4 a 6% del volumen de hormigón), por los siguientes aportes:

Efectos en el hormigón en estado fresco:

- ◆ Pequeñas esferas de unos 0,2 mm actúan como "rodamientos" y favorecen la plasticidad de la mezcla.
- ◆ Permiten completar la fracción fina en la granulometría del hormigón.
- ◆ Reducen la exudación del hormigón.

Efectos en el hormigón en estado endurecido:

- ◆ Reducen la permeabilidad, al interrumpir los conductos capilares.
 - ◆ Incrementan la durabilidad en ambientes agresivos.
 - ◆ Impiden la formación de bolsas de agua bajo agregados planos y alrededor del acero de refuerzo.
 - ◆ Mejoran la adherencia.
 - ◆ Incrementan la resistencia a los ciclos de congelamiento y deshielo, ya que las burbujas de aire incorporado mediante el uso de un aditivo actúan como cámaras de disipación de ese aumento de volumen.
- ◆ Bajar la relación agua/cemento, adoptando una relación a/c máxima de 0,45. Debe maximizarse el contenido de cemento, y además de alto calor de hidratación
 - ◆ Evitar ciclos de hielo-deshielo en condición de saturación crítica, hasta alcanzar una resistencia de al menos 24 MPa a compresión.
 - ◆ Se definirá un hormigón de baja exudación y con cementos de naturaleza tal que se asegure un alto contenido en clinker.
 - ◆ Considerar acelerantes de fraguado, pues al desencadenar rápidamente la reacción de hidratación, producen un incremento importante en el calor que se desprende en este proceso exotérmico, maximizando el pico de temperatura del proceso.

Adicionalmente, el acelerante disuelto en el agua de amasado permite que la fase acuosa tenga un punto de congelación más bajo, con lo cual, a pesar del frío intenso, el hormigón fragua y adquiere resistencia mecánica.

Desde el punto de vista del proceso de las obras debe tenerse en consideración:

De forma general:

- ◆ Controlar sistemáticamente la temperatura ambiente y de los materiales.
- ◆ Verificar que los agregados no contengan escarcha o nieve ni estén congelados.
- ◆ Verificar que los encofrados o superficies expuestas al hormigonado no tengan escarcha o nieve, o estén congelados.
- ◆ Verificar el correcto funcionamiento de la maquinaria de obra, especialmente de los equipos de proyección de hormigón.
- ◆ Evitar el cemento de bajo calor de hidratación.
- ◆ Evitar el exceso de agua de amasado en la mezcla.
- ◆ Es aconsejable el uso de aditivos anticongelantes o acelerantes de endurecimiento.
- ◆ Durante el proceso de curado, cubrir con láminas de polietileno o materiales similares las superficies horizontales expuestas a la intemperie.
- ◆ No tener en cuenta para el tiempo de desencofrado los días en que la temperatura promedio fue inferior a 5°C.

Cuando la temperatura ambiente se encuentra entre 5°C y 0°C, sin tendencia a disminuir, y siempre que la Supervisión de Obra no suspenda las actividades:

- ◆ Calentar el agua de amasado.
- ◆ Tapar los agregados o almacenarlos bajo techo, e inclusive, calentarlos si la situación lo requiere.
- ◆ Proteger las superficies expuestas del hormigón fresco contra el frío y la desecación, tapándolas con láminas de polietileno, lonas, papel, fieltros o cartones asfálticos, etc.
- ◆ Usar encofrados de madera gruesa o isotérmicos dobles. No usar encofrados metálicos salvo que se disponga un sistema de calentamiento de los mismos.
- ◆ Aplicación de membranas de curado sobre las superficies hormigonadas expuestas, una vez terminado el período de protección y superado el punto de congelación.

Cuando la temperatura ambiente está por debajo de los -5°C deben tomarse todas las precauciones indicadas y además deben poder mantenerse las estructuras artificialmente tibias mediante el uso de elementos calefactores durante el tiempo que sea indispensable.

En dicho contexto de influencia por bajas temperaturas, se atenderán escrupulosamente las indicaciones de la Supervisión de Obra, quien tendrá plena potestad para suspender los trabajos si se pone en riesgo la calidad de las obras, ya sea por efecto de las bajas temperaturas o por una mala práctica constructiva en dichas circunstancias.

IV.IV.5.1.2.2. Consistencia

La consistencia del hormigón fresco deberá ser tal que dicho material pueda colocarse en obra apropiadamente, sin sufrir segregación de los agregados, y ser compactado con los métodos de vibración especificados para darle la requerida densidad, impermeabilidad, suavidad a la superficie de hormigón terminada y que cumpla con los criterios de durabilidad.

La cantidad de agua especificada en la dosificación de referencia deberá ajustarse en función del contenido de humedad de los agregados, para mantener uniforme la consistencia deseada en la producción del hormigón.

La consistencia del hormigón se valorará por medio del ensayo de asentamiento con el cono de Abrams, conforme a la norma ASTM C143. Se aplicarán las tolerancias especificadas en la norma ASTM C94.

IV.IV.5.1.2.3. Durabilidad

Para los tipos de hormigón que se emplearán en este proyecto se atenderán las especificaciones establecidas en la norma ACI 318.

IV.IV.5.1.2.4. Ensayos iniciales

El Constructor deberá confeccionar, previamente al inicio de las obras, las mezclas experimentales de los hormigones que se propone utilizar en la construcción de las diferentes estructuras, para verificar las características de las mismas en estado fresco y endurecido.

Una vez definidas las dosificaciones de las diferentes mezclas, el Contratista deberá proveer la mano de obra, los materiales y los elementos necesarios para efectuar todos los ensayos necesarios. Estos ensayos iniciales deben demostrar que el hormigón satisface todos los requisitos especificados para él, tanto en estado fresco como endurecido.

IV.IV.5.1.2.5. Medición del peso del cemento y agregados

Las cantidades de cemento y de cada agregado a usar en la mezcla de la obra deberán ser pesadas en básculas con la exactitud requerida en las normas de aplicación.

La tolerancia permitida por peso total de material, en porcentaje, será la siguiente:

Antecedentes de Licitación.

IV. Especificaciones Técnicas. IV.IV. Especificaciones Técnicas Especiales.

Proyecto: Refuncionalización Integral del Paso Sistema Cristo Redentor

- ◆ Arena: $\pm 3\%$.
- ◆ Cada fracción de agregado grueso: $\pm 3\%$.
- ◆ Cemento: $\pm 3\%$.
- ◆ Agua: $\pm 3\%$.
- ◆ Aditivo: $\pm 5\%$.

El sistema de medición deberá ser aprobado por la Supervisión de Obra. El cemento se pesará separadamente de los agregados, en una balanza exclusiva.

Los cementos, áridos y adiciones en forma pulverulenta deben dosificarse por peso. El agua de amasado, los áridos ligeros, los aditivos y las adiciones líquidas podrán dosificarse en peso o en volumen.

IV.IV.5.1.3. Fabricación del hormigón G35/H-35

El hormigón moldeado para la ejecución de las unidades constructivas objeto de esta especificación se fabricará en centrales de mezcla discontinua, capaces de manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados que exija la Fórmula de Trabajo adoptada. La producción horaria de la central de fabricación deberá ser capaz de suministrar el hormigón sin que se interrumpa la alimentación de los equipos de colocación del hormigón.

De acuerdo con lo indicado en el ítem IV.IV.5.1.2.1 (influencia de la exposición a bajas temperaturas) resultan de especial importancia los condicionantes impuestos por las condiciones meteorológicas esperadas en los meses fríos, por tanto, se atenderán las prescripciones mencionadas en dicho capítulo.

Las tolvas para agregados deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y estarán provistas de dispositivos para evitar intercontaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de agregado pétreo que exija la Fórmula de Trabajo adoptada.

Para el cemento a granel se utilizará una balanza independiente de la utilizada para los agregados.

El mecanismo de carga deberá estar protegido contra un eventual cierre antes de que la tolva de pesada estuviera adecuadamente cargada. El de descarga, contra una eventual apertura antes que la carga del cemento en la tolva de pesada hubiera finalizado, y que la masa del cemento en ella difiera en $\pm 1\%$ de la especificada; además, estará diseñado de forma que permita la regulación de la salida del cemento sobre los agregados.

La dosificación de los agregados se podrá efectuar por pesadas acumuladas en una sola tolva o individualmente con una tolva de pesada independiente para cada fracción. En el primer caso, las descargas de las tolvas de alimentación y la descarga de la tolva de pesada estarán protegidas de forma que:

- ◆ No podrá descargar más de una tolva al mismo tiempo.
- ◆ El orden de descarga no podrá ser distinto al previsto.
- ◆ La tolva de pesada no se podrá descargar hasta que haya sido depositada en ella la cantidad requerida de cada uno de los agregados y estén cerradas todas las descargas de las tolvas.
- ◆ La descarga de la tolva de pesada deberá estar protegida contra una eventual apertura antes que la masa de agregado en la tolva, difiera en $\pm 1\%$ del acumulado de cada fracción.

Si se emplean tolvas de pesada independientes para cada fracción, todas ellas deberán poder ser descargadas simultáneamente. La descarga de cada tolva de pesada deberá estar protegida contra una eventual apertura antes que la masa de agregado en ella, difiera en $\pm 2\%$ de la especificada.

No se permitirá que se descargue parte alguna de la dosificación, hasta que todas las tolvas de los agregados y la del cemento estuvieran correctamente cargadas, dentro de los límites especificados.

Una vez comenzada la descarga, no se podrá comenzar una nueva dosificación hasta que las tolvas de pesada estén vacías, sus compuertas de descarga cerradas y los indicadores de masa de las balanzas a cero, con una tolerancia del $\pm 0,3\%$ de su capacidad total.

Los dosificadores ponderales deberán estar aislados de vibraciones y de movimientos de otros equipos de la central, de forma que, cuando éstos funcionen, sus lecturas, después de paradas las agujas, no difieran de la masa designada en $\pm 1\%$ para el cemento, $\pm 1,5\%$ para cada fracción del agregado o $\pm 1\%$ para el total de las fracciones, si la masa de éstas se determinase conjuntamente. Su precisión no deberá ser inferior al $\pm 0,5\%$ para los agregados, ni al $\pm 0,3\%$ para el cemento. El agua añadida se medirá en masa o volumen, con una precisión no inferior al $\pm 1\%$ de la cantidad total requerida.

Una vez fijadas las proporciones de los componentes, la única operación manual que se podrá efectuar para dosificar los agregados y el cemento de una amasada, será la de accionamiento de interruptores o conmutadores. Los mandos del dosificador deberán estar en un compartimento fácilmente accesible, que pueda ser cerrado con llave cuando así se requiera.

Si se prevé la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con precisión suficiente. Los aditivos en polvo se dosificarán en masa y los aditivos en forma de líquido o de pasta en masa o en volumen, con una precisión no inferior al $\pm 3\%$ de la cantidad especificada de producto.

El temporizador del amasado y el de la descarga del mezclador deberán estar protegidos de tal forma que, durante el funcionamiento del mezclador, no se pueda producir la descarga hasta que haya transcurrido el tiempo de amasado previsto.

Para garantizar la uniformidad de la mezcla deben realizarse pruebas periódicas a la salida de la mezcladora.

IV.IV.5.1.4. Transporte del hormigón a obra

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del hormigón deberá contar con la aprobación de la Supervisión de Obra. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Contratista, y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o transporte se suspenda, si el asentamiento o segregación de la mezcla exceden los límites indicados en la presente especificación.

Cuando sea preciso realizar el bombeo de hormigón a una distancia superior a 300 m, se realizarán pruebas específicas con la finalidad de garantizar que el material resultante en el punto de puesta en obra presenta las características especificadas, especialmente en lo referente a su homogeneidad y consistencia.

De acuerdo con lo indicado en el ítem IV.IV.5.1.2.1 (influencia de la exposición a bajas temperaturas) deberán respetarse las prescripciones y recomendaciones definidas cuando se presenten condiciones meteorológicas adversas en los meses fríos.

IV.IV.5.1.5. Equipos para la colocación del hormigón

El Contratista deberá disponer de los medios de colocación del hormigón que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra los encofrados o el refuerzo.

IV.IV.5.1.5.1. Vibradores

Los vibradores para compactación del hormigón deberán de ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de 117 Hz y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del hormigón, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

En el caso de estructuras delgadas, donde los encofrados estén especialmente diseñados para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de encofrado.

IV.IV.5.1.5.2. Equipos varios

El Contratista deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del hormigón terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

IV.IV.5.1.6. Puesta en obra

En los apartados siguientes se especifican las condiciones que deben emplearse para la correcta puesta en obra del hormigón.

De acuerdo con lo indicado en el ítem IV.IV.5.1.2.1 (influencia de la exposición a bajas temperaturas) resultan de especial importancia los condicionantes impuestos por las condiciones

meteorológicas esperadas en los meses fríos, por tanto, se atenderán las prescripciones mencionadas en dicho capítulo.

IV.IV.5.1.6.1. Personal

El conocimiento, la formación y la experiencia del personal involucrado en la fabricación y en el control de producción deben ser adecuados al tipo de hormigón.

Deben conservarse los documentos adecuados relativos a la formación y a la experiencia del personal involucrado en la fabricación y el control de producción.

IV.IV.5.1.6.2. Preparación de la zona a hormigonar

En la preparación de la zona a hormigonar se seguirán las siguientes especificaciones:

- ◆ En casos excepcionales en que el hormigón se coloque directamente en el suelo, este deberá estar compactado mecánicamente, nivelado y humedecido con rociadores antes de colocar el hormigón y no habrá agua libre en la superficie al colocar el hormigón.
- ◆ No se deberá colocar el hormigón hasta que todo el encofrado, armadura y materiales a ser insertados estén debidamente colocados y hayan sido inspeccionados y aprobados por el Supervisor.
- ◆ El tratamiento de las superficies y juntas de construcción se iniciará tan pronto como sea posible sin que se perjudique la calidad del hormigón colocado.
- ◆ De acuerdo con el grado de endurecimiento del hormigón colocado y el tamaño de la junta de construcción, la limpieza de su superficie se realizará mediante rasqueteo con cepillos de alambre, chorro de agua a presión, o chorro de arena y agua a presión. Esta operación se continuará hasta eliminar la lechada, mortero u hormigón poroso y toda sustancia extraña, hasta dejar al descubierto el hormigón de buena calidad y las partículas de agregado grueso de mayor tamaño, cuya adherencia no debe verse perjudicada, obteniendo una superficie lo más rugosa posible.
- ◆ La superficie de la junta será luego lavada enérgicamente hasta eliminar todo resto de material suelto.
- ◆ La adherencia entre el hormigón fresco a colocar y el hormigón endurecido existente se logrará de alguna de las siguientes formas, que se evaluarán en cada caso particular:
 - ◆ Granallando la superficie del hormigón endurecido.
 - ◆ Colocando sobre la superficie de la junta previamente humedecida, pero sin agua libre una capa de mortero de la misma proporción cemento/arena y de razón agua/cemento menor o igual que la del hormigón. Este mortero se debe colocar de manera que penetre

en todos los huecos e irregularidades de la superficie. Una vez finalizada la colocación del mortero el espesor del mismo debe ser menor que un centímetro (1 cm).

- ◆ Igual que en el caso anterior, pero utilizando un material cementicio pre-elaborado para esta finalidad. Este material debe ser previamente aprobado por la Supervisión de Obra.
- ◆ Cuando sea necesario mejorar la adherencia entre ambos hormigones, se colocará sobre la superficie seca un adhesivo en base a resinas epoxy de marca reconocida. Se procederá de esta manera cuando así se indique en los planos.
- ◆ Tanto el tratamiento de las superficies, como el puente de adherencia y el procedimiento de aplicación deberá ser previamente y para cada caso particular aprobado por el Supervisor.
- ◆ Tuberías, conductos, o cualquier otro material metálico a ser insertado en el hormigón, deberá colocarse de manera que tenga por lo menos 5 cm entre este material y la armadura. No se permitirá que estos insertos sean atados o soldados de ninguna forma a la armadura. Estos materiales metálicos deberán estar limpios, libres de cualquier sustancia extraña cuando el hormigón sea colocado.

IV.IV.5.1.6.3. Almacenamiento de materiales

Los materiales constituyentes deben almacenarse y manipularse de manera que sus propiedades no cambien significativamente, por ejemplo, por acciones climáticas, mezclado o contaminación, y se mantenga su conformidad con las normas correspondientes.

Los compartimentos de almacenamiento deben estar claramente identificados con el fin de evitar errores en el uso de los materiales constituyentes.

Deben tenerse en cuenta las instrucciones particulares dadas por el suministrador de los materiales constituyentes.

Deben preverse dispositivos que permitan la toma de muestras representativas de, por ejemplo, acopios, silos y tolvas.

IV.IV.5.1.6.4. Acarreo, transporte y colocación del hormigón hasta el lugar de puesta en obra

El transporte, colocación, compactación y curado del hormigón se efectuará de acuerdo con las disposiciones de la normativa indicada, y las normas referidas en las mismas, siendo su cumplimiento obligatorio en todos los aspectos que no se contradigan con las presentes Especificaciones Técnicas.

- ◆ **Materiales Rechazados en Obra:** El hormigón que no cumpla con los requerimientos de estas especificaciones y/o con las Normas y Reglamentos citados, o que sea de inferior

calidad se rechazará y deberá removerse inmediatamente de la obra y reemplazarlo. El Contratista cubrirá todo el costo de esta operación.

- ◆ Colocación Autorizada: El hormigón de la obra no será colocado sin una notificación previa a la Supervisión de Obra. El Contratista deberá informar a la Supervisión de Obra mediante un “Pedido de vaciado”, realizado al menos 8 horas antes de la hora prevista para comenzar la colocación.
- ◆ Equipo para Colocar Hormigón: El equipo deberá ser aprobado por la Supervisión de Obra.
- ◆ Colocación del Hormigón en Losas: El procedimiento de colocación del hormigón en losas con pendiente deberá ser de abajo hacia arriba. El hormigón deberá ser vibrado y su superficie cuidadosamente emparejada de abajo hacia a arriba.
- ◆ Se deberá asegurar que no se pueda desplazar la armadura y los insertos durante la colocación.
- ◆ Antes de la colocación se deberá obtener la aprobación del Supervisor del método propuesto para la protección del hormigón durante su colocación y curado.
- ◆ Se deberán mantener registros precisos de los hormigones colocados, indicando: fecha, el lugar de colocación, horas de inicio y finalización, volumen, controles sobre el hormigón fresco, temperaturas del ambiente y del hormigón, cantidad de muestras tomadas y su identificación, número de probetas moldeadas con su identificación, edad de ensayo y elemento donde fue colocado el patón correspondiente, etc.

La secuencia de puesta en obra del hormigón deberá ser aprobada por la Supervisión de Obra. Con el propósito de reducir los efectos de la contracción el hormigón deberá colocarse respetando las distancias máximas entre las juntas de trabajo especificadas en los Planos de la Ingeniería de detalle aprobados. La secuencia de colocación debe ser tal que el hormigón fresco no sea colocado en contacto con una superficie de hormigón que no haya sido correctamente curada.

Cuando el hormigón es colocado en el encofrado o en excavaciones, este deberá ser compactado completamente, a través de toda la capa de hormigón. Deberá obtenerse una masa densa y homogénea que deberá llenar todas las esquinas y ángulos, recubriendo totalmente las armaduras, evitando la formación de burbujas.

Se deberá tener cuidado especial al colocar hormigón en juntas con cinta de PVC. El hormigón deberá trabajarse y vibrarse cuidadosamente, para evitar la formación de burbujas alrededor de las cintas y la deformación de éstas.

Se deberá compactar eficientemente con vibradores de alta frecuencia el tiempo suficiente para eliminar las burbujas grandes de aire, pero cuidando de no provocar la segregación en el hormigón. El hormigón no deberá vibrarse excesivamente causando la segregación de los agregados.

IV.IV.5.1.6.5. Juntas en el hormigón

Se denominan juntas de construcción a aquéllas que se forman entre etapas de hormigonado al colocar el hormigón fresco en contacto con el hormigón endurecido. La cantidad de estas juntas debe ser la indicada en los planos del proyecto.

Para ello se seguirá el siguiente procedimiento de ejecución:

- ◆ Las superficies de las juntas de construcción deberán ser limpiadas y se eliminará la lechada superficial.
- ◆ Inmediatamente antes de la colocación del nuevo hormigón, las juntas de construcción deberán ser humedecidas y el exceso de agua deberá ser eliminado.
- ◆ Las juntas de construcción deberán ser hechas y estar ubicadas de tal manera que no disminuyan la resistencia del elemento estructural. Deberán tomarse medidas para la transferencia del cortante y otras fuerzas.
- ◆ Las juntas de construcción en entrepisos deberán estar ubicadas en el tercio central de la luz de losas y vigas. Las juntas en vigas principales, en caso existan vigas transversales dentro de un mismo paño, deberán estar a una distancia mínima de dos veces el ancho de las vigas transversales indicadas.
- ◆ Las vigas principales y secundarias, las ménsulas y los capiteles, deberán ser colocadas monolíticamente como parte del sistema de losas, a menos que otro procedimiento sea indicado en los planos o especificaciones de obra.

Las juntas de contracción, por su parte, son muescas moldeadas, aserradas o labradas realizadas en el hormigón con el propósito de regular el agrietamiento debido a las contracciones inevitables del hormigón (contracción por secado, por variación de temperatura, etc.). Estas serán realizadas según lo indicado en los planos y documentos del proyecto.

IV.IV.5.1.6.6. Curado del hormigón

Todas las estructuras de hormigón deberán ser sometidas a un período de curado, que se iniciará inmediatamente después que el hormigón haya endurecido lo suficiente como para que su superficie no resulte afectada por el método de curado adoptado. Los métodos de curado aprobados son los siguientes:

- ◆ Curado con agua: El hormigón se mantendrá permanentemente húmedo durante un período tal que le permita alcanzar un grado de maduración mínimo exigido en la normativa de aplicación. El agua a utilizar para el curado deberá cumplir con los requerimientos de esta especificación y no contener ningún elemento que pueda producir manchas o decoloraciones en el hormigón. En el caso de utilizar encofrados de madera estos se mantendrán húmedos a partir de la colocación del hormigón hasta que estos sean removidos. En el caso que se utilicen encofrados metálicos, las partes expuestas del

hormigón deberán mantenerse húmedas hasta que el encofrado sea removido. Una vez removido el curado se continuará manteniendo el hormigón húmedo con rociadores mecánicos o caños perforados o cualquier otro procedimiento adecuado durante el período establecido.

- ◆ Curado con compuestos de membrana: El compuesto líquido será opaco y de color claro y deberá cumplir las condiciones establecidas en las normas referidas. El producto se entregará en obra listo para su empleo. En ningún caso será diluido, ni alterado en forma alguna.
 - ◆ En el caso de superficies expuestas de hormigón fresco, la aplicación del producto se iniciará inmediatamente después de haber desaparecido la película brillante de agua libre existente sobre la superficie, mientras la misma aún se encuentre húmeda.
 - ◆ En el caso de hormigón endurecido, inmediatamente después de haberlo desencofrado, se procederá a saturar las superficies de hormigón, y después de desaparecida la película brillante de agua superficial y mientras las mismas aún se encuentran húmedas, se procederá a aplicar el compuesto.
 - ◆ El producto se aplicará uniformemente sobre las superficies, en dos capas colocadas una inmediatamente después de la otra, poniendo especial cuidado en obtener una película continua. La operación se realizará mediante un equipo pulverizador adecuado, provisto de un tanque a presión y de un agitador continuo del contenido, que se aplicará a razón de entre 200 y 270 cm³ por m², de acuerdo con la capacidad de sellado obtenida en el ensayo de retención de agua y con las condiciones climáticas.
 - ◆ Las superficies cubiertas con el compuesto deben recibir el máximo de protección durante el período de curado establecido, con el fin de evitar su rotura o destrucción.
 - ◆ Cuando la temperatura del aire sea mayor de 30°C, el Contratista completará el curado con membrana mediante el rociado con agua en forma de niebla; este rociado será mantenido permanentemente hasta que la temperatura del aire sea menor a la indicada.
 - ◆ El empleo de este compuesto no exime del humedecimiento continuo de los encofrados no impermeables que queden colocados durante el período de curado.
- ◆ Si el Contratista propone un método de curado alternativo, este deberá ser aprobado por el Supervisor.
- ◆ Curado acelerado mediante ciclos de vapor saturado: el ciclo óptimo de curado deberá ser determinado experimentalmente antes de su aplicación en obra.

IV.IV.5.1.6.7. Tratamiento de defectos superficiales

Inmediatamente después de remover el encofrado las superficies de hormigón deberán ser cuidadosamente revisadas y cualquier irregularidad deberá ser corregida para asegurar una superficie lisa y uniforme, y de acuerdo a las tolerancias dimensionales especificadas.

El hormigón que por cualquier motivo hubiere resultado superficialmente defectuoso, será eliminado y reemplazado por el Contratista, por otro hormigón o mortero de calidad adecuada.

No se procederá a ninguna reparación de la superficie hasta que la metodología a usar haya sido aprobada por la Supervisión de Obra. Todo el costo de estas reparaciones lo cubrirá el Contratista.

IV.IV.5.1.6.8. Reparación de grietas, fisuras y/o coqueras

Detectada la presencia de grietas, fisuras y/o coqueras en estructuras de hormigón se deberán analizar las características y causas de las mismas para cada caso en particular y preparar en consecuencia un procedimiento de reparación que deberá ser presentado a la Supervisión de Obra para su aprobación, previamente a su implementación en obra.

IV.IV.5.1.7. Control de calidad del hormigón

En los apartados siguientes se presentan las especificaciones técnicas que deben cumplirse en el control de calidad de los materiales para fabricar hormigón y en su puesta en obra.

IV.IV.5.1.7.1. Control de calidad del material

Tanto a los componentes de la mezcla como a la mezcla misma se le deberán hacer ensayos de aptitud antes del comienzo de las obras y ensayos de aceptación o control durante la ejecución de las obras.

Todos los ensayos de control de calidad deberán ser realizados por un laboratorio aprobado por el Supervisor, tanto el laboratorio en sí como el personal técnico del mismo. El coste de dichos ensayos será a cargo del Contratista, debiendo éste asimismo facilitar cuanta mano de obra, materiales y equipos sean necesarios para la realización de los ensayos referidos.

En relación con los ensayos previos de control de la calidad del material, sus resultados deben demostrar que la mezcla que se usará cumple plenamente con estas especificaciones, lo cual debe ser aprobado por escrito por el Supervisor para poder iniciar la puesta en obra del hormigón moldeado.

Por su parte, el control de la calidad del material en obra está estrechamente relacionado con el control de la calidad de ejecución del mismo y con la comprobación de la calidad del producto una vez terminado. En consecuencia, para un adecuado control de la calidad del hormigón moldeado colocado en obra, se realizarán ensayos que afectan a los tres ámbitos indicados (materiales, ejecución, producto finalizado).

Para ello se elaborará un Plan de Calidad del hormigón moldeado en obra, que respetará lo indicado en esta especificación, así como la normativa ACI y local aplicable, y que deberá contar con la aprobación del Supervisor. En dicho Plan de Calidad se establecerá la realización de un mínimo de ensayos, definido en la **Tabla IV.IV.5.1.7.1.I**, conforme a las normativas AASHTO, ASTM u otras reconocidas internacionalmente y debidamente aprobadas por el Supervisor.

Se realizará un ensayo siempre que varíe el origen de los agregados.

En relación con el control de calidad de los materiales componentes a utilizar en el hormigón se comprobará que cumplen los requisitos indicados en la presente especificación, verificándose lo siguiente:

- ◆ **Cemento:** A requerimiento del Supervisor, se efectuarán los ensayos necesarios que permitan verificar la calidad del cemento empleado.
- ◆ **Agregados:** La calidad se verificará mediante la aplicación de los ensayos definidos en la Tabla 5.1.7.1.I.
- ◆ **Agua:** Cuando existan dudas respecto de su calidad o idoneidad, se determinarán el pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros mediante la aplicación de los ensayos referidos en la norma ASTM C1602.

Calidad de aditivos y productos químicos de curado: El proveedor de hormigón deberá proporcionar los certificados que acrediten la adecuación de los correspondientes aditivos.

Material o producto	Propiedades o características	Método de ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado fino	Granulometría	ASTM C136	250 m ³ / cada 2 días	Planta
	Material que pasa el tamiz de 75 µm (nº 200)	ASTM C117	250 m ³ / cada 2 días	Planta
	Terrones de arcilla y partículas deleznable	ASTM C142	1000 m ³ / cada semana	Planta
	Equivalente de arena	ASTM D2419	1000 m ³ / cada semana	Planta
	Cantidad de partículas livianas	ASTM C123	1000 m ³ / cada semana	Cantera
	Contenido de sulfatos (SO ₄ ²⁻)	AASHTO T 290 o similar	1000 m ³ / cada semana	Planta
	Contenido de cloruros (Cl ⁻)	AASHTO T291 o similar	1000 m ³ / cada semana	Planta
Agregado grueso	Granulometría	ASTM C136	250 m ³ / cada 2 días	Planta
	Desgaste Los Ángeles	ASTM C535	1 trimestral ²	Cantera
	Partículas fracturadas	ASTM D5821	1000 m ³ / cada semana	Cantera
	Terrones de arcilla y partículas deleznable	ASTM C142	1000 m ³ /cada semana	Planta
	Cantidad de partículas livianas	ASTM C123	1000 m ³ / cada semana	Cantera
	Contenido de sulfatos (SO ₄ ²⁻)	AASHTO T 290 o similar	1000 m ³ / cada semana	Planta
	Contenido de cloruros (Cl ⁻)	AASHTO T291 o similar	1000 m ³ / cada semana	Planta
	Porcentaje de partículas planas y alargadas	ASTM D4791	1000 m ³ / cada semana	Cantera
Hormigón	Consistencia	ASTM C143	1 por carga ¹	Punto de colocación
	Resistencia a compresión	ASTM C39	40 m ³ / diario	Punto de colocación

¹ Se considera carga al volumen de un camión mezclador.

² Frecuencia mínima.

Tabla IV.IV.5.1.7.1.I.- Mínimo número de ensayos a realizar para el control de calidad del hormigón.



IV.IV.5.1.7.2. Control de calidad de ejecución

Como ya se ha indicado en el apartado de control de calidad del material, el control de la calidad en obra del hormigón moldeado involucra la comprobación de aspectos relacionados con los materiales empleados, el proceso de ejecución y el producto finalmente obtenido. En consecuencia, los ensayos a realizar deben verificar el cumplimiento de los requisitos exigidos a dichos tres factores, los cuales se encuentran estrechamente ligados entre sí, para lo cual se seguirán las indicaciones del apartado anterior.

Durante las obras se efectuarán las siguientes comprobaciones:

- ◆ Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado.
- ◆ Supervisar la correcta aplicación del procedimiento constructivo aprobado. Verificar asimismo la adecuación de materiales conforme a lo antes descrito.
- ◆ Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla. Vigilar la regularidad en la producción de mezcla de hormigón durante la ejecución de las obras, y su coordinación con el suministro del acero de refuerzo necesario.
- ◆ Toma rutinaria de muestras de la mezcla elaborada para la determinación de su resistencia.
- ◆ Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de su superficie.
- ◆ Medir los volúmenes ejecutados.

IV.IV.5.1.7.3. Control de calidad del producto terminado

Para aquellas tareas no mencionadas en los apartados anteriores en este apartado, se considera explícitamente que el control de calidad del producto incluido se encuentra implícito en las labores de control de calidad realizadas durante la ejecución.

Para la determinación del número de muestras de ensayo a tomar para la comprobación de la resistencia a compresión en el hormigón moldeado, se define como “clase de hormigón” a cada una de las diferentes calidades del material empleadas en obra en función de los siguientes parámetros:

- ◆ La resistencia a compresión especificada.
- ◆ El tamaño máximo nominal del agregado grueso y la granulometría del agregado fino utilizados.
- ◆ Los diferentes tipos de aditivos empleados.
- ◆ En caso de mezclado en obra, el equipo utilizado para ello.

Para cada clase de hormigón así definida, se tomará al menos una muestra de ensayo al día y no menos de una cada 40 m³ de hormigón colocado en obra. Cada muestra estará compuesta por nueve probetas cilíndricas, de las cuales se ensayarán tres a 7 días, tres a 28 días, y las tres restantes, se reservarán para posibles ensayos complementarios.

Los valores de resistencia obtenidos a 7 días se emplearán como comprobación previa de la calidad en la producción del hormigón, mientras que los obtenidos a 28 días servirán para verificar la resistencia especificada del hormigón, siendo sus resultados los que determinarán la aceptación o rechazo del material. Las probetas de reserva podrán emplearse, en función de los resultados anteriores o de otras necesidades particulares, para realizar ensayos a edades diferentes, normalmente a 14 ó 56 días.

El resultado de un ensayo de resistencia se define como la media aritmética de las resistencias de tres probetas cilíndricas obtenidas de la misma muestra de hormigón y ensayadas a la misma edad.

Las muestras para los ensayos de resistencia se tomarán de acuerdo con la norma ASTM C172; a partir de dichas muestras se fabricarán las probetas cilíndricas y se curarán en laboratorio conforme a la norma ASTM C31; para su ensayo a compresión se atenderá a las prescripciones de la norma ASTM C39.

La resistencia de una clase de hormigón se considera satisfactoria si se verifican los dos requisitos siguientes:

- ◆ Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos solapados (media móvil) es igual o superior a la resistencia a compresión especificada f'_c .
- ◆ Ningún resultado individual de ensayo es menor que f'_c en más de 4 MPa.

En caso de incumplimiento de alguna de las condiciones anteriores, deben tomarse medidas para asegurar que no pelagra la capacidad de carga del elemento estructural correspondiente a los ensayos defectuosos.

Si se confirma la posibilidad de que el hormigón sea de baja resistencia y los cálculos indican que la capacidad de carga no es suficiente, se ensayarán núcleos (testigos perforados), extraídos de la zona afectada de acuerdo con la norma ASTM C42. Se tomarán tres testigos por cada resultado de ensayo no conforme, procediendo de acuerdo a las recomendaciones de la norma ACI 318 para su traslado y almacenamiento.

Se considerará aceptable la resistencia del hormigón en la zona afectada si el promedio de la resistencia de los tres núcleos es al menos igual al 85 % de la resistencia especificada f'_c , siempre y cuando ningún núcleo presente una resistencia inferior al 75 % de la especificada. Cuando los testigos presenten defectos apreciables o interferencias significativas de las armaduras, o cuando den valores erráticos de resistencia en los ensayos, se extraerán núcleos adicionales de la misma zona para sustituirlos.

Si los criterios de aceptación no se cumplen, el Contratista podrá solicitar la realización de pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura. En caso de que dichas pruebas sean satisfactorias,

se aceptará el hormigón en evaluación. De lo contrario, el Contratista deberá adoptar las medidas correctivas oportunas, que pueden incluir la demolición parcial o total de la estructura, y su posterior reconstrucción, informando de todo ello al Supervisor.

IV.IV.5.1.8. Medición y pago del hormigón G35/H-35

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de las partidas, se medirán las unidades como metro cúbico (m³) de hormigón armado.

Los precios incluyen el suministro del hormigón G35/H-35 y todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra, vibrado y curado, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de hormigón, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04020051	HORMIGÓN PARA ARMAR TIPO G35/H-35 (f _c '= 35 MPa) EN LOSAS, CONTRABÓVEDA Y FUNDACIONES EN GENERAL DE TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, SIN INCLUIR ENCOFRADO	m ³
CRG03050009	HORMIGÓN PARA ARMAR TIPO G35/H-35 (f _c '= 35 MPa) EN REVESTIMIENTO DE BÓVEDAS EN TÚNEL	m ³
CRG03050010	HORMIGÓN PARA ARMAR TIPO G35/H-35 (f _c '= 35 MPa) EN ALZADOS Y MUROS	m ³

IV.IV.5.2. HORMIGÓN PROYECTADO EN SOSTENIMIENTO O REVESTIMIENTO

En esta especificación se establecen los requerimientos a cumplir en la fabricación e instalación del hormigón proyectado de 35 o 40 MPa de resistencia, en función de lo indicado en los Planos, con un 2% de humo de sílice, de consistencia plástica y tamaño máximo del árido de 12 mm, a emplear en la ejecución del sostenimiento del túnel y del revestimiento en aquellos tramos así definidos en los planos.

Este hormigón será del tipo proyectado por vía húmeda, y su proyección será mecanizada. Los requerimientos de especificación, ejecución y conformidad deben cumplir de forma general la normativa aplicable al hormigón y, al mismo tiempo, los requerimientos adicionales establecidos en la normativa específica del hormigón proyectado.

La Normativa general para el hormigón proyectado será:

- ◆ Para las consideraciones estructurales la norma ACI 318.
- ◆ Para el cemento las normas ASTM C150 y ASTM C595.
- ◆ Para los agregados la norma ASTM C33.
- ◆ Para las adiciones las normas ASTM C1240 y ASTM C618.
- ◆ Para los aditivos las normas ASTM C494, ASTM C260 y ASTM C1141.

La Normativa específica para hormigón proyectado será:

- ◆ ASTM C1385. Especificación normalizada para el muestreo de materiales utilizados en hormigón proyectado.
- ◆ ASTM C1480. Requisitos para embalado del hormigón a usarse en hormigón proyectado por vía seca y vía húmeda.
- ◆ ASTM C1240. Especificación normalizada para el humo de sílice empleado en hormigón.
- ◆ ASTM C1116. Hormigón. Especificación normalizada del reforzado con fibra.

Sin perjuicio de las especificaciones aquí mostradas, el hormigón se habrá de ajustar a las indicaciones de la Sección 5.501 del Manual de Carreteras de Chile y el Reglamento CIRSOC 201 de Argentina, según proceda.

En lo que respecta a los condicionantes impuestos por condiciones meteorológicas adversas, resulta de aplicación en el hormigón proyectado lo indicado en el ítem IV.IV.5.1.2.1 (influencia de la exposición a bajas temperaturas), por tanto, se atenderán las prescripciones mencionadas en dicho capítulo.

IV.IV.5.2.1. Materiales para fabricar hormigón proyectado

En los apartados siguientes se presentan las especificaciones que deben cumplir los materiales para fabricar hormigón proyectado.

IV.IV.5.2.1.1. Cemento

El cemento que se utilice para producir hormigón proyectado deberá ser de desarrollo rápido de resistencia inicial. Se cumplirá con las especificaciones de las normas ASTM C150 y ASTM C595.

Algunos de los tramos proyectados se construirán en ambientes de exposición agresivos, por lo que habrá que prever la utilización de cementos sulforresistentes según se indica en los Planos de Proyecto y se especifica más adelante en el capítulo “Complemento de resistencia a los sulfatos en hormigones”.

IV.IV.5.2.1.2. Agua

El agua debe cumplir con lo especificado en la norma ASTM C1602.

IV.IV.5.2.1.3. Agregados

Todos los agregados del hormigón proyectado deberán cumplir con lo especificado en la norma ASTM C33.

Los agregados a utilizar en el hormigón proyectado se obtendrán mediante selección y clasificación de materiales naturales o procedentes de trituración, o bien con una mezcla de ambos. El agregado debe ser limpio, durable, graduado en forma conveniente y no contener polvo, barro y objetos ajenos al agregado. El Contratista debe presentar al Supervisor el origen de los agregados que utilizará.

Sus propiedades resistentes, forma de grano y granulometría deben ser las adecuadas que garanticen la resistencia especificada del hormigón proyectado.

El tamaño máximo nominal (T.M.N.) del agregado debe ser de 12 mm (T.M.N. 1/2”), aunque para el hormigón proyectado por vía húmeda y, dependiendo de la bomba, podrá ser necesario limitarlo a 8 mm (T.M.N. 3/8”).

Resultarán de aplicación las especificaciones indicadas para los agregados de la unidad “HORMIGÓN ARMADO G35/H-35” del presente documento, en tanto respeten lo establecido en este apartado.

IV.IV.5.2.1.4. Aditivos

Este apartado se refiere a la utilización de acelerantes, inhibidores, fluidificantes, activadores, etc., necesarios para la colocación del hormigón proyectado. Éstos se ajustarán a las prescripciones de las normas ASTM C494, ASTM C260 y ASTM C1141.

Como en el caso de la maquinaria se dejará a la libre elección del Contratista el tipo y procedencia de los aditivos a utilizar debiendo presentar la documentación pertinente para su análisis y aprobación por el Supervisor, de acuerdo a las bases y conceptos de la presente especificación.

Los aditivos a utilizar serán compatibles con el cemento, los agregados y las adiciones minerales empleados. No serán corrosivos a las armaduras, dañinos para la salud, ni afectar a la durabilidad de las obras, además de cumplir con los requisitos mínimos exigidos en cuanto a los controles de calidad ejecutados en obra.

La proporción óptima de los aditivos se obtendrá sobre la pauta de las recomendaciones del fabricante en los ensayos previos. Cualquier cambio en el tipo y procedencia de los aditivos conllevará un proceso similar y su utilización no estará permitida sin la aprobación de la Supervisión de Obra.

Se admite el empleo de adiciones al hormigón proyectado, tales como microsilíce, cenizas volantes, puzolanas u otras, para mejorar sus características, siempre que quede demostrada su idoneidad mediante mezclas de prueba que deben ser aprobadas por la Supervisión de Obra.

Las adiciones minerales empleadas deben cumplir las especificaciones de las normas ASTM C1240 y ASTM C618.

Las fibras incorporadas al hormigón proyectado como refuerzo serán elementos de acero que permitirán mejorar las propiedades de este material. La incorporación de fibras de acero modifica las características del hormigón fresco; por otra parte, y como aspecto más importante, mejora las propiedades resistentes del hormigón endurecido a tracción, con efectos tales como un mayor control de la fisuración.

La geometría de estas fibras consistirá en elementos lineales con los bordes conformados en gancho, y sus especificaciones técnicas se recogen en el apartado “FIBRA DE ACERO ESTRUCTURAL” del presente documento.

IV.IV.5.2.1.5. Dosificación de cemento y resistencia

La cuantía mínima de cemento recomendada para obtener las propiedades resistentes y de durabilidad exigidas en el hormigón proyectado será de trescientos ochenta kilogramos por metro cúbico (380 kg/m³) de hormigón, salvo indicación contraria en los Planos.

A partir del valor adoptado para la cuantía de cemento, mayor o igual al límite inferior indicado, se determinará la dosificación de referencia para la mezcla, considerando que la relación agua/cemento debe ser inferior a 0,5 para el tamaño máximo nominal del agregado de 12 mm prescrito. Los valores anteriores son habituales en el caso del hormigón proyectado por vía húmeda.

En caso de no alcanzarse la resistencia especificada, se procederá a optimizar la dosificación de la mezcla, reduciendo la relación agua/cemento hasta obtener el valor de resistencia exigido. Análogamente, se admite incrementar dicha relación agua/cemento en caso de superarse de forma amplia la resistencia especificada, cumpliendo en todo caso los límites indicados anteriormente. En cualquier caso, se ajustará la dosificación de aditivos fluidificantes empleados para conseguir una consistencia adecuada que permita la puesta en obra del hormigón proyectado.

Se exigirá a cualquier hormigón proyectado ejecutado en la obra una resistencia característica a compresión a 28 días de $f'_c = 35$ MPa, como mínimo, obtenida sobre núcleos cilíndricos extraídos del hormigón proyectado. La determinación de esta resistencia a compresión se realizará según la norma ASTM C39.

Adicionalmente, con la finalidad de garantizar la seguridad del proceso constructivo de los túneles en relación con el ciclo de excavación especificado, se exige una resistencia a compresión mínima para el hormigón proyectado del sostenimiento o revestimiento de 0,2 MPa a la edad de 1 h.

IV.IV.5.2.2. Equipos para la proyección de hormigón

En lo referente a los equipos necesarios para la realización de las tareas asociadas a la ejecución del hormigón proyectado del sostenimiento o revestimiento, será de aplicación todo lo indicado para el caso del hormigón moldeado, a excepción de lo referente a la colocación y vibrado del hormigón.

La colocación del hormigón se llevará a cabo mediante proyección por vía húmeda. Ello requerirá el empleo de equipos automatizados (robots). El Contratista adoptará las medidas pertinentes para asegurar la continuidad del suministro del hormigón durante el proceso de proyección. Los equipos se mantendrán permanentemente en condiciones óptimas de funcionamiento, debiendo prever el Contratista los medios necesarios para afrontar eventuales averías de los equipos de proyección durante la misma.

El rendimiento mínimo de los equipos estará comprendido entre diez y veinte metros cúbicos por hora (10 – 20 m³/h) y en su utilización se mantendrán las recomendaciones del fabricante respecto al caudal y presión del aire comprimido, tipos de boquillas, etc.

En lo referente a los medios humanos, la correcta puesta en obra del sostenimiento o revestimiento presupone un dominio perfecto de la tecnología del hormigón proyectado por parte del Contratista. En el caso de que el Supervisor considerase insuficiente la experiencia del Contratista, éste deberá proceder a la inclusión del personal experimentado en sus equipos, a diferentes niveles, previa aprobación del Supervisor durante el tiempo necesario para la perfecta formación de su personal.

El equipo humano mínimo para la proyección del hormigón será de: un operador, un maquinista, y un capataz o jefe de equipo con experiencia suficiente que inspeccionará y controlará que toda la maquinaria y equipos funcionan correctamente.

El Contratista, antes de empezar las obras, deberá presentar la documentación precisa que defina las características de la maquinaria y los procedimientos de construcción para su aprobación por parte del Supervisor, quien comprobará que se ajusta a la “filosofía” y bases establecidas en la presente especificación.

Además de las acreditaciones de los operadores de robot que presente el Contratista, éste deberá demostrar la aptitud de los mismos mediante pruebas realizadas en presencia del Supervisor. Estas pruebas consistirán en la ejecución de dos paneles de ensayo, uno de ellos llenado en posición vertical y el otro sobre cabeza con una inclinación menor a 45° respecto de la horizontal. El criterio de aceptación será la comprobación de que el hormigón de los paneles presenta homogeneidad y monolitismo; en caso de duda sobre el aspecto visual de dicho hormigón, se evaluará su homogeneidad comprobando que la dispersión en los resultados de la densidad obtenida para varios testigos es reducida.

En caso de que un candidato sea rechazado, siempre en base a los criterios objetivos expuestos anteriormente, éste podrá optar a realizar una segunda prueba de aptitud. Sólo los operadores que superen esta prueba, ya sea en primera o en segunda instancia, podrán colocar hormigón proyectado en la obra.

Antes de la primera aplicación en obra se llevará a cabo una serie de ensayos previos, en el exterior del túnel para entrenamiento de los operarios, puesta a punto de los equipos y para el ajuste de la dosificación sobre la base de la orientativa o inicial reflejada en la presente especificación. Finalizados los ensayos (estimados en 3 o 5) y con las correcciones pertinentes, el Supervisor autorizará el inicio de las operaciones en el túnel.

IV.IV.5.2.3. Puesta en obra del hormigón proyectado

En los apartados siguientes se presentan las especificaciones que se deben cumplir para la correcta puesta en obra del Hormigón Proyectado.

IV.IV.5.2.3.1. Mezclado de los componentes

Los componentes del hormigón proyectado deben ser pesados mediante una balanza automática según las proporciones definidas en la dosificación. Sólo los aditivos líquidos podrán ser dosificados en volumen. El correcto funcionamiento de la balanza se deberá verificar una vez al mes. La precisión debe ser de ± 1 % para el cemento, agua y aditivos, y de ± 3 % para los agregados.

La mezcla de los componentes se debe hacer en forma mecánica en una planta de mezclado durante un tiempo suficiente que asegure que la mezcla sea homogénea. La mezcla debe ser transportada y enviada al equipo de proyección de tal modo que se garantice la homogeneidad de la misma y se evite la segregación.

IV.IV.5.2.3.2. Temperatura

La temperatura de la mezcla de los componentes que forman el hormigón debe estar comprendida entre 5 °C y 32 °C. Siempre que los componentes de la mezcla estén demasiado fríos o calientes será necesario emplear agua con la temperatura adecuada para lograr la compresión deseada.

IV.IV.5.2.3.3. Humedad de los agregados

Debe comprobarse que la humedad de los agregados empleados no presente valores ni muy altos (superiores al 8%) ni muy bajos (inferiores a la absorción del material), manteniéndose lo más constante posible para conseguir una adecuada trabajabilidad de la mezcla sin necesidad de realizar variaciones importantes en su proceso de fabricación.

En caso de que la humedad de los agregados sea demasiado baja, se adoptarán medidas especiales durante el proceso de fabricación; tales como la humectación de los acopios, o la realización de un ciclo adecuado de incorporación del agua y los agregados a la amasadora, de forma previa al cemento.

IV.IV.5.2.3.4. Transporte del hormigón proyectado

A menos que se empleen aditivos retardadores o inhibidores de fraguado, debidamente contrastados mediante ensayos previos y notificados al Supervisor, el tiempo disponible desde el

inicio del proceso de mezclado hasta que se coloca el hormigón proyectado será de 120 minutos. Este plazo debe ser tan corto como sea posible, en especial en condiciones de alta temperatura y humedad.

En caso de superarse dicho plazo máximo, la mezcla debe ser descartada salvo que se hayan empleado los aditivos retardadores o inhibidores de fraguado mencionados. Se admite el uso de estos productos previa comprobación de las propiedades obtenidas en el material resultante con la dosificación de aditivo especificada, especialmente la verificación de la resistencia exigida, tanto a edades tempranas como a 28 días, así como la determinación del tiempo de inicio de fraguado de la mezcla.

En caso de que la distancia de transporte sea muy grande se deberán tener en especial consideración los factores que intervienen en la hidratación prematura del hormigón proyectado.

El transporte de la mezcla se llevará a cabo sin adición de acelerantes de fraguado y tomando las medidas necesarias para evitar la segregación.

IV.IV.5.2.3.5. Preparación del soporte

Una vez terminada la excavación y antes del inicio de la proyección de hormigón, se retirará el material suelto de la superficie de excavación a sostener, utilizando para ello un chorro de aire comprimido. Alternativamente, podrá emplearse un chorro de aire comprimido más agua a presión, lo que permite humectar la superficie adecuadamente para mejorar las condiciones de aplicación del sostenimiento o revestimiento de hormigón proyectado y evitar absorción de agua de dosificación por los materiales a sostener.

En caso de colocación de armaduras en el hormigón proyectado, se colocará la malla electrosoldada o las barras correspondientes con las precauciones y detalles definidos para este tipo de materiales.

Deberá evitarse la presencia de agua que, penetrando a través de la superficie, pudiese afectar a las propiedades del hormigón.

IV.IV.5.2.3.6. Proyección del hormigón

Una vez realizada la actividad de limpieza se procederá a colocar la primera capa de hormigón del soporte, con la cual se rellenan las sobreexcavaciones y se regulariza la superficie, esta capa debe tener un espesor mínimo de 5 cm.

La distancia de proyección será de un metro (1 m), mantenida de modo regular, con proyección perpendicular a las paredes de la excavación, excepto en el caso de sostenimiento o revestimientos con mallas, marcos y/o armaduras en que se utilizará una proyección oblicua para el correcto llenado en el trasdós de las mismas, no siendo admisible que queden oquedades en el hormigón proyectado. El chorro que sale de la boquilla de proyección deberá tener forma cónica y ser uniforme y continuo para que el resultado sea un hormigón compacto y uniforme.

El grueso máximo de una capa de hormigón ejecutada en una sola fase no podrá exceder de quince centímetros, excepto en las zonas bajas de la excavación donde no existe la posibilidad de despegue de las capas de hormigón proyectado. Las capas adicionales deberán ser completadas dentro de un período que no supere los tres días. Si este plazo se superara será necesario limpiar la superficie del sostenimiento o revestimiento existente mediante un chorro de aire y agua a presión para permitir una buena adherencia entre las capas.

En el caso de preverse temperaturas extremas durante la proyección, el Contratista propondrá las medidas especiales que deberán adoptarse, las cuales se someterán a la aprobación del Supervisor.

En el caso de que las condiciones reales del suelo lo aconsejen, debido a un empeoramiento notable de sus propiedades respecto de lo previsto en proyecto, el Supervisor podrá exigir al Contratista la aplicación de una capa de hormigón proyectado provisional en el frente de excavación, con el espesor y refuerzo especificados por el Supervisor, como tratamiento especial, de acuerdo con lo definido en el Ítem IV.I.35.1 de las Especificaciones Generales.

La aplicación del hormigón proyectado se deberá hacer en capas sucesivas, entre capa y capa se deberá dejar el tiempo mínimo necesario para que la primera capa haya endurecido lo suficiente para poder recibir la nueva capa de hormigón proyectado.

En caso que el chorro provoque erosión en el terreno o desprendimientos de material se deberá disminuir la presión de proyección y/o aumentar la distancia entre la boquilla y el terreno.

Para colocar hormigón proyectado sobre otro antiguo se deberá humedecer la superficie de éste último.

Todo el material de rebote se deberá retirar después de cada aplicación de hormigón proyectado, especial cuidado se debe tener con la acumulación de material de rebote en las superficies horizontales. Todo el material de rebote se extraerá fuera de la zona de trabajo para su retirada a botadero.

Para evitar que material de rebote quede cubierto con hormigón proyectado nuevo se recomienda comenzar con la proyección del hormigón desde la zona inferior.

El Contratista deberá presentar al Supervisor medidas de control del espesor de las capas de hormigón proyectado que en cualquier momento puedan ser comprobadas y verificadas. Estas podrán consistir en guías visuales instaladas previamente a la aplicación del hormigón proyectado o bien perforaciones efectuadas luego de completada la capa respectiva.

El Contratista deberá presentar al Supervisor para su aprobación una metodología que asegure los espesores de proyecto.

IV.IV.5.2.4. Control de calidad del hormigón proyectado

Tanto a los componentes de la mezcla como a la mezcla misma se le deberán hacer ensayos de aptitud antes del comienzo de las obras y ensayos de aceptación o control durante la ejecución de

las obras. Se deberán programar pruebas de las dosificaciones con los equipos puestos en obra con la finalidad de realizar los ajustes necesarios con la debida antelación al inicio de la puesta en obra del hormigón.

Para poder comenzar con la colocación de hormigón proyectado, los resultados de los ensayos deben demostrar que la mezcla que se usará cumple plenamente con estas especificaciones, lo cual debe ser aprobado por escrito por el Supervisor.

Todos los ensayos de control de calidad deberán ser realizados por un laboratorio aprobado por el Supervisor, tanto el laboratorio en sí como el personal técnico del mismo. Esto es válido tanto para los ensayos de aptitud previos al inicio de las obras como para los ensayos de control realizados durante las obras.

IV.IV.5.2.4.1. Control previo de la calidad de los materiales

Los ensayos para determinar la composición del hormigón proyectado serán realizados con suficiente anticipación al comienzo de los trabajos de obra, para asegurar todas las verificaciones necesarias previas a la aplicación del hormigón proyectado y para aprobación por parte del Supervisor. Ante cualquier cambio en los materiales empleados y/o en las dosificaciones deberán efectuarse nuevos ensayos de aptitud.

En caso que el Contratista utilice hormigón proyectado por vía húmeda provisto por una empresa fabricante de hormigón, deberá entregar al Supervisor un expediente técnico completo con todas las pruebas, resultados y análisis estadísticos necesarios para validar la utilización de dicho material. Ante cualquier cambio de dosificación o de materiales empleados se deberán hacer nuevos ensayos de aptitud.

Se deberán hacer los siguientes ensayos de aptitud a los componentes de la mezcla, que se añadirán a los ensayos indicados para el hormigón moldeado en su respectiva especificación:

- ◆ Cemento: fraguado.
- ◆ Cenizas volantes: finura y propiedades hidráulicas.
- ◆ Acelerantes de fraguado: compatibilidad con el cemento y las adiciones cementicias (cenizas volcánicas, humo de sílice, etc.) empleadas.
- ◆ Otros aditivos: compatibilidad de los distintos aditivos agregados a la mezcla.

La compatibilidad del cemento con los acelerantes de fraguado se deberá verificar inicialmente, mediante ensayos realizados sobre testigos extraídos de paneles de hormigón proyectado ejecutados en las condiciones reales de obra. Estos ensayos deben determinar si la acción de los acelerantes de fraguado es efectiva a edades tempranas sin reducir de manera excesiva la resistencia final del hormigón.

Para determinar dicha reducción de la resistencia final, ésta deberá ser verificada a los 28 días sobre los testigos indicados, extraídos de muestras de hormigón proyectado fabricado con los

mismos agregados, cemento, aditivos y relación agua/cemento establecidos para el hormigón proyectado a emplear en obra.

Se comprobará la eficacia de los acelerantes de fraguado empleados mediante alguno de los métodos utilizados habitualmente para ello, como es el caso de los propuestos por los fabricantes de dichos aditivos. Con el método elegido, que deberá ser aprobado por el Supervisor, se determinará la dosificación de acelerante para la que el inicio de fraguado no se produzca en un tiempo inferior a 60 segundos ni el final de fraguado para un tiempo superior a 150 segundos, límites mínimo y máximo recomendados para una adecuada puesta en obra y un correcto desarrollo de la resistencia a edades tempranas del material, respectivamente. En este sentido, se comprobará que con dicha dosificación de acelerante se satisfacen las exigencias de resistencia a edades tempranas (a menos de 12 horas) establecidas para el hormigón proyectado en esta especificación.

Para verificar la aptitud definitiva de la mezcla de hormigón proyectado, se realizarán ensayos de resistencia a compresión simple a las siguientes edades: 12 horas, 24 horas, 3 días, 7 días y 28 días. Para estos ensayos se emplearán testigos cilíndricos de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura (u otras dimensiones con relación de esbeltez preferiblemente igual a 2), extraídos conforme a la norma ASTM C42 de paneles proyectados en condiciones de obra, con las tolerancias y aplicando los factores de corrección por esbeltez indicados en dicha norma. Los ensayos se realizarán conforme a la norma ASTM C39.

Para la ejecución de los paneles proyectados en condiciones de obra se emplearán cajas de aproximadamente 50x50 cm con un espesor mayor o igual a la altura de los testigos a extraer, constituidas por madera terciada de al menos 20 mm de espesor, con una inclinación de 45° en sus paredes laterales. Los paneles deberán permanecer en obra, sin ser golpeados ni sometidos a acciones que puedan dañarlos, el tiempo mínimo necesario para que endurezcan y puedan ser transportados al laboratorio para el curado estándar hasta la edad de ensayo correspondiente.

En el hormigón proyectado por vía húmeda se deberá garantizar la trabajabilidad de la mezcla y la viabilidad de su puesta en obra mediante una consistencia adecuada del material fresco. Para ello se establecerá un valor de referencia del asentamiento en ensayo de cono, obtenido a partir de los ensayos realizados sobre las mismas mezclas empleadas para definir la dosificación de manera previa al inicio de las obras. La tolerancia admitida respecto de dicho valor nominal de asentamiento especificado será de ± 40 mm, conforme a lo indicado por la norma ASTM C94 para asentamientos iguales o superiores a 100 mm.

IV.IV.5.2.4.2. Control de calidad de ejecución del hormigón proyectado

Para un adecuado control de la calidad del hormigón proyectado colocado en obra, se deberán realizar los ensayos indicados en **Tabla IV.IV.5.2.4.2.I**, además de los que se indican para la unidad "HORMIGÓN ARMADO G35/H-35" que no se mencionan de manera explícita en este apartado.

Material o producto	Propiedades o características	Método de ensayo	Edad de ensayo	Frecuencia	Otros
Hormigón proyectado	Resistencia a compresión	EN-14488-2	A temprana edad	Variable (ver a continuación)	Paneles
		ASTM C39	12 h, 24 h, 3 d, 7 d y 28 d	Variable (ver a continuación)	Testigos cilíndricos
	Resistencia a flexotracción (fibras de acero)	EN 14488-5	28 d	Por definir (ver a continuación)	Placas cuadradas
	Consistencia (cono de Abrams)	ASTM C143		Cada 8 m ³	
	Verificación del espesor	Perforaciones		Cada 200 m ²	

Tabla IV.IV.5.2.4.2.I.- Ensayos a realizar para el control del hormigón proyectado.

En caso de que el hormigón proyectado o alguno de sus componentes no cumplan con los requerimientos solicitados en esta especificación, se deberá investigar la validez de los resultados antes de llevar a cabo cualquier trabajo de reparación. El Supervisor deberá ser informado inmediatamente en caso que algún ensayo entregue resultados insatisfactorios.

Para la determinación del número de muestras de ensayo a tomar para la comprobación de la resistencia a compresión en el hormigón proyectado, se define como “clase de hormigón” a cada una de las diferentes calidades del material empleadas en obra en función de los siguientes parámetros:

- ◆ La resistencia a compresión especificada.
- ◆ El tamaño máximo nominal del agregado grueso y la granulometría del agregado fino utilizados.
- ◆ Los diferentes tipos de aditivos empleados.
- ◆ En caso de mezclado en obra, el equipo utilizado para ello.

Los ensayos de resistencia a edades tempranas (a 1 h) se realizarán directamente sobre el sostenimiento o sobre paneles de hormigón proyectado, empleando cualquiera de los métodos habitualmente utilizados para ello. Para cada clase de hormigón proyectado empleado en el sostenimiento o revestimiento, se realizará al menos un ensayo de este tipo cada 3 m de avance de túnel hasta que se observe una estabilización de resultados satisfactorios. A partir de entonces, podrá reducirse esta frecuencia, si se estima conveniente, hasta un mínimo de un ensayo al día. El resultado de dichos ensayos se considera satisfactorio si se supera un valor de resistencia a compresión $f'_c = 0,2 \text{ MPa}$ a una edad de 1 hora. En caso de no cumplirse esta condición, se revisará la dosificación de acelerante de fraguado empleada.

En cuanto a los ensayos de resistencia a edades iguales o superiores a 12 horas, se realizarán sobre testigos cilíndricos, extraídos conforme a la norma ASTM C42 de paneles proyectados en condiciones de obra, de manera similar a lo indicado para los ensayos previos de aptitud en apartados anteriores de esta especificación. Para el traslado y almacenamiento de estos testigos, se procederá conforme a las recomendaciones de la norma ACI 318.

Para cada clase de hormigón proyectado empleado en el sostenimiento o revestimiento, se tomará al menos una muestra de ensayo al día hasta que se observe una estabilización de resultados satisfactorios, y siempre durante un periodo mínimo de una semana. A partir de entonces, podrá reducirse esta frecuencia, si se estima conveniente, hasta un mínimo de una muestra cada 3 días. En cualquier caso, se tomará al menos una muestra por cada 10 m de túnel ejecutado.

Cada muestra estará compuesta al menos por diez testigos cilíndricos, de los cuales se ensayarán como mínimo dos a cada una de las siguientes edades: 12 horas, 24 horas, 3 días, 7 días y 28 días.

El resultado de un ensayo de resistencia se definirá como la media aritmética de las resistencias de al menos dos testigos cilíndricos extraídos del mismo panel de hormigón proyectado y ensayados a la misma edad.

La resistencia de una clase de hormigón se considera satisfactoria si se verifican los dos requisitos siguientes:

- ◆ Para cada edad de ensayo, el promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a $0,85 f'_c$, siendo f'_c el valor de resistencia a compresión especificada para el hormigón a dicha edad:
 - ◆ 9,5 MPa a las 12 horas.
 - ◆ 15 MPa a las 24 horas.
 - ◆ 21 MPa a los 3 días.
 - ◆ 27 MPa a los 7 días.
 - ◆ 35 MPa a los 28 días (40 MPa en el caso del hormigón proyectado G40/H-40).
- ◆ Ningún resultado individual de ensayo a los 28 días es menor que $0,75 f'_c$.

Cuando los testigos presenten defectos apreciables o den valores erráticos de resistencia en los ensayos, se extraerán núcleos adicionales de la zona correspondiente para sustituirlos.

En caso de incumplimiento de alguna de las condiciones anteriores, se procederá de la siguiente forma:

- ◆ Ensayos a las 12 y 24 horas:
 - ◆ Informar al Supervisor.

- ◆ Revisar la relación agua/cemento y la dosificación de acelerante de fraguado.
 - ◆ Revisar los procesos, equipos de producción, transporte y aplicación del hormigón proyectado.
 - ◆ Comprobar los resultados de los ensayos realizados a 3 y 7 días sobre testigos de esa misma muestra.
 - ◆ Intensificar la toma de muestras en las siguientes etapas constructivas hasta verificar que se cumple la evolución de resistencia a edades tempranas esperada.
- ◆ Ensayos a los 3 y 7 días:
- ◆ Informar al Supervisor.
 - ◆ Si el monitoreo indica que no se debe reforzar el sostenimiento - revestimiento, se espera a la comprobación de los resultados de ensayos a 28 días sobre testigos de la misma muestra.
- ◆ Ensayos a los 28 días:
- ◆ Informar a la Supervisión de Obra.
 - ◆ Extraer testigos adicionales del tramo defectuoso, procediendo a partir de este punto de manera idéntica a lo indicado en el caso del hormigón moldeado (ver especificación técnica de contrabóveda).
 - ◆ Analizar la incidencia del acelerante de fraguado, lo que podría suponer la necesidad de realizar un cambio de la dosificación.

El Contratista deberá entregar al Supervisor los certificados provisorios de todos los ensayos de resistencia realizados para las distintas edades, con un desfase no superior a 24 h después de cumplirse con la fecha del ensayo. Una vez que se observe una estabilización de resultados satisfactorios, se admitirá sustituir esta entrega diaria de certificados por informes parciales donde se presenten claramente los resultados de los ensayos, pudiendo reducirse la frecuencia de entrega de éstos hasta un mínimo de un informe parcial quincenal, siempre y cuando así lo apruebe el Supervisor. Los certificados definitivos de los ensayos de resistencia a los 28 días deberán adjuntarse al informe mensual de obras en el capítulo de control de calidad.

Además de los testigos extraídos de paneles conforme al plan de ensayos descrito, también se obtendrán testigos directamente del sostenimiento o revestimiento del túnel para ser ensayados a compresión a la edad de 28 días.

Inicialmente se realizará una toma de testigos cada 50 m de túnel. En cada toma se obtendrán 3 núcleos, 1 de ellos en la bóveda y los otros 2 en cada uno de los hastiales. El resultado de cada ensayo será el promedio de los resultados de estos tres testigos.

Una vez que se compruebe que se mantiene una correlación de resultados satisfactorios con los ensayos realizados sobre testigos procedentes de paneles, se reducirá la frecuencia indicada anteriormente de acuerdo con el Supervisor, con un mínimo de una toma de testigos cada 200 m de túnel.

Para el control de la resistencia a flexotracción a 28 días del hormigón proyectado con fibras de acero, se propone como referencia el ensayo de flexión sobre placas cuadradas especificado en la norma europea EN 14488-5; siendo el parámetro de control la energía media absorbida a flexotracción $S_{25} = 750 \text{ J}$, obtenida para una deflexión de 25 mm sobre placas extraídas de paneles proyectados en condiciones de obra.

En relación con el control en obra de la resistencia a flexotracción del hormigón proyectado, el Contratista propondrá a la Supervisión de Obra un plan de ensayos para su aprobación. En dicho plan se admitirá el control complementario de la resistencia a flexotracción mediante la verificación del contenido de fibras especificado para el hormigón proyectado, de acuerdo con los métodos contemplados por la norma europea EN 14488-7 u otra metodología equivalente.

Para el uso de hormigón proyectado por vía húmeda, se deberá considerar el control del asentamiento mediante el ensayo en cono de Abrams, el cual podrá ser $\pm 40 \text{ mm}$ el valor nominal establecido para definir la dosificación del hormigón en la fase previa a las obras.

El Contratista deberá verificar el espesor de hormigón proyectado en el sostenimiento o revestimiento. Esta verificación se realizará mediante perforaciones de pequeño diámetro que permitan identificar la interfase entre el terreno y el hormigón proyectado.

Como mínimo se establecerá un punto de control del espesor cada 200 m² de hormigón proyectado. En cada punto de control se deberán hacer 4 perforaciones, una en cada esquina de un cuadrado de 1,00 x 1,00 m. Al menos 2 de las perforaciones deberán entregar un espesor mayor o igual al mínimo especificado, y ninguna podrá entregar un espesor menor a un 90% del espesor especificado.

El Contratista deberá presentar una metodología para rellenar todas las perforaciones realizadas en el sostenimiento o revestimiento, que deberá ser aprobada por parte del Supervisor.

Se instalarán elementos guía durante la aplicación del hormigón proyectado para asegurar que se consigue el espesor especificado en cada caso. El Contratista deberá proponer dicho sistema de guías al Supervisor para su aprobación. La instalación de dichas guías no exime de realizar los ensayos de verificación de espesor.

En caso de encontrarse fallas en el revestimiento del túnel, el Contratista deberá proceder como sigue:

- ◆ Fallas menores: no requerirán de medidas correctivas si el Supervisor así lo considera.
- ◆ Para reparar fallas apreciables, el Contratista deberá presentar una completa metodología de reparación para su aprobación por parte del Supervisor.

- ◆ Si se presentaran fisuras mayores a 0,30 mm en hormigones proyectados con función estructural permanente, el Contratista deberá inyectarlas, para lo cual deberá presentar una completa metodología de inyección para su aprobación por parte de la Supervisión de Obra.

Todas las medidas de reparación deberán ser ejecutadas a costo y cargo del Contratista.

IV.IV.5.2.5. Medición y pago del hormigón proyectado

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de las partidas, se medirán las unidades como metro cúbico (m³) de hormigón proyectado.

El precio incluye el suministro del hormigón proyectado tipo G35/H-35 y aditivos, además de todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra, así como las pérdidas por rechazo y los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indican los códigos de los precios unitarios y las unidades de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de hormigón proyectado, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04020047	HORMIGÓN PROYECTADO TIPO G35/H-35 (fc'= 35 MPa) EN SOSTENIMIENTO O REVESTIMIENTO DE TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS i/ LOS ADITIVOS NECESARIOS Y P.P. POR RECHAZO EN LA COLOCACIÓN, SIN ADICIÓN DE FIBRAS	m ³
CRG04020049	HORMIGÓN PROYECTADO TIPO G40/H-40 (fc'= 40 MPa) EN SOSTENIMIENTO O REVESTIMIENTO DE TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS i/ LOS ADITIVOS NECESARIOS Y P.P. POR RECHAZO EN LA COLOCACIÓN, SIN ADICIÓN DE FIBRAS	m ³

IV.IV.5.3. HORMIGÓN SIMPLE G20/H-20

La presente especificación se refiere al material empleado y las operaciones requeridas para la puesta en obra y control del hormigón no estructural empleado en la ejecución de rellenos y capas de nivelación.

Serán de aplicabilidad en este caso las disposiciones relativas a la unidad "HORMIGÓN ARMADO G35/H-35" del presente documento, con la salvedad de que se deberá garantizar una resistencia del material a 28 días de 20 MPa, en probeta cilíndrica, omitiéndose las consideraciones relativas al armado de dicha especificación.

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de hormigón simple colocado en obra.

El precio incluye el suministro del hormigón simple G20/H-20, además de todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra, vibrado y curado, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de hormigón simple, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG03050003	HORMIGÓN SIMPLE GRADO G20/H-20 (fc'=20 MPa) EN CIMENTACIONES DEL TÚNEL FALSO, BASE DE SOLERAS, CONTRABÓVEDAS Y PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA	m ³

IV.IV.5.4. HORMIGÓN POBRE Y DE LIMPIEZA (fc'=10 MPa)

Esta especificación se refiere a la base de hormigón pobre de resistencia característica de 10 MPa o superior, identificado por una dosificación de 225 kilogramos de cemento por metro cúbico de hormigón. Este hormigón se empleará en el relleno de secciones así indicadas en los Planos, refiriéndose igualmente al material empleado y las operaciones requeridas para la puesta en obra y control del hormigón de limpieza empleado en contacto de estructuras con el terreno, como es el caso de las cimentaciones del túnel falso, base de soleras y contrabóvedas, base de pequeñas obras de fábrica y otras que así se indiquen en los Planos del Proyecto.

En lo que respecta a los condicionantes impuestos por condiciones meteorológicas adversas, resulta de aplicación lo indicado en el ítem IV.IV.5.1.2.1 (influencia de la exposición a bajas temperaturas), por tanto, se atenderán las prescripciones mencionadas en dicho capítulo.

IV.IV.5.4.1. Materiales

Los cementos, áridos y agua a emplear en la fabricación de este tipo de hormigón se ajustarán a lo dispuesto en la Sección 5.501 del Manual de Carreteras de Chile y el Reglamento Argentino de Estructuras de hormigón CIRSOC 201, según proceda.

La dosificación de cemento será de 225 kilogramos de cemento por metro cúbico de hormigón.

Serán de aplicabilidad en este caso todas las disposiciones relativas a "HORMIGÓN ARMADO G35/H-35" del presente documento, con la salvedad de haberse de garantizar una resistencia del

material a 28 días de 10 MPa, en probeta cilíndrica. Se omitirán las consideraciones relativas al armado de dicha especificación.

IV.IV.5.4.2. Condiciones de ejecución

El proceso de control de la superficie de apoyo, encofrado, vertido, vibrado y acabado, será similar al dispuesto para la ejecución de la unidad “HORMIGÓN ARMADO G35/H-35”, omitiéndose las consideraciones relativas a materiales y ejecución de las armaduras.

IV.IV.5.4.3. Medición y pago

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de hormigón pobre o de limpieza suministrado y colocado en obra.

El precio incluye el suministro del hormigón, además de todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra, vibrado y curado, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de esta tipología de hormigón, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG03050004	HORMIGÓN POBRE O DE LIMPIEZA TIPO G10/H-10 (f _c '=10 MPa) TOTALMENTE PUESTO EN OBRA, INCLUYENDO TODAS LAS OPERACIONES DE CURADO Y CONTROL DE CALIDAD.	m ³

IV.IV.5.5. ARLITA CON CEMENTO PARA FORMACIÓN DE RELLENO COMPRESIBLE

La presente especificación técnica recoge las disposiciones sobre materiales y puesta en obra del relleno compresible con arlita y cemento, a disponer confinado bajo la contrabóveda del y Galería GIV-2, en los tramos afectados por la presencia de anhidritas, conforme a lo indicado en los Planos.

La arlita es un árido cerámico de gran ligereza, con estructura microporosa en el interior de una superficie clinkerizada, constituyendo un elemento estable, liviano y duradero. El uso de arlita estructural, en combinación con cemento, da lugar a un elemento resistente y de mayor deformabilidad que el hormigón del resto de la sección estructural del túnel.

El relleno estará compuesto por una mezcla de arlita (arcilla expandida) y cemento, que actúe únicamente como conglomerante, con objeto de permitir la puesta en obra con la curvatura correspondiente a la cara inferior de la contrabóveda.

El cemento empleado deberá cumplir las disposiciones relativas al cemento de la unidad “HORMIGÓN POBRE y DE LIMPIEZA”.

IV.IV.5.5.1. Condiciones de ejecución de arlita con cemento para relleno compresible

La superficie de apoyo (fondo de excavación de la contrabóveda), deberá estar libre de grietas, polvo, grasa o cualquier otro tipo de suciedad.

Previo a su colocación, se añadirá cemento a la arlita, habiendo de garantizarse el amasado homogéneo del conjunto. La dosificación de cemento deberá ser mínima, ya que su único cometido es aportar la cohesión suficiente al conjunto para poder ser moldeado, adoptando la geometría de la contrabóveda. Para la determinación de la dosificación de cemento óptima de este material de relleno, de características similares a las de un hormigón aligerado, se realizarán con suficiente antelación una serie de pruebas “in situ”, supervisadas y aprobadas por la Supervisión de Obra.

Una vez limpia la superficie de apoyo, se procederá a la colocación de la arlita con cemento, repartiendo el material de forma homogénea hasta la cota dispuesta en los planos. La superficie del relleno se nivelará conforme a la geometría final indicada, que servirá como apoyo de la impermeabilización bituminosa y el hormigón de revestimiento de la contrabóveda.

Tal y como se describe en los Planos de secuencia constructiva correspondientes a los tramos en los que aplica esta unidad de obra, deben planificarse las actividades para evitar el tránsito de maquinaria por encima del relleno compresible hasta que se haya ejecutado la contrabóveda, y ésta, haya adquirido una resistencia, como mínimo, de 20 MPa.

IV.IV.5.5.2. Medición y pago de arlita con cemento para relleno compresible

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de arlita con cemento para formación de relleno compresible.

El precio incluye el suministro de la arlita y el cemento, además de todas las operaciones y materiales necesarios para su mezclado y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de arlita con cemento para relleno compresible, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01040009	ARLITA CON CEMENTO PARA FORMACIÓN DE RELLENO COMPRESIBLE A DISPONER BAJO LA CONTRABÓVEDA	m ³

IV.IV.5.6. ENCOFRADOS EN TÚNEL

En la presente especificación técnica se recogen las disposiciones relativas a los encofrados rectos y curvos necesarios para la colocación del hormigón vertido requerido en las unidades constructivas del proyecto. Se establecen, por tanto, las disposiciones para el suministro de todos los materiales de trabajo, construcción, montaje y retiro de encofrados y estructuras accesorias para ejecutar los revestimientos de hormigón armado, las losas y contrabóvedas y las secciones del túnel falso.

En todo lo relativo a los encofrados, se deberá atender a lo establecido en la norma ACI 318.

IV.IV.5.6.1. Materiales y equipos de los encofrados

Los encofrados y moldes podrán ser de cualquier material que no perjudique las propiedades del hormigón a colocar. Cuando sean de madera, deberán humedecerse previamente para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón, además se dispondrán de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen deformaciones anormales. No podrán emplearse encofrados de aluminio, a menos que se emita un certificado de que tienen un tratamiento superficial que evite la reacción con los álcalis del cemento.

Los encofrados y moldes deben ser capaces de resistir las acciones a las que van a estar sometidos durante el proceso de construcción y deberán tener la rigidez suficiente para asegurar que se van a satisfacer las tolerancias definidas en el Proyecto. Además, deberán poder retirarse sin causar sacudidas anormales, ni generar daños en el hormigón colocado.

Deberán cumplir con las siguientes características:

- ◆ Estanqueidad de las juntas entre los paneles de encofrado o en los moldes, previniendo posibles fugas por las mismas.
- ◆ Resistencia adecuada a las presiones del hormigón fresco y los efectos de compactación.
- ◆ Alineación de los paneles de encofrado.
- ◆ Limpieza en la cara interior de los moldes, evitándose la existencia de cualquier tipo de residuo de las labores de colocación de armaduras, como alambres, restos de recortes, etc.

Se emplearán encofrados ordinarios para aquellas superficies de hormigón que no requieran una terminación específica, así como aquéllas que se cubrirán posteriormente por rellenos, otros hormigones o revoques. Dichos encofrados serán de madera cepillada, metal o cualquier otro material adecuado y aprobado por la Supervisión de Obra.

Se emplearán encofrados para superficie pulida (terminación a la vista) en aquellas superficies que quedarán a la vista de forma permanente y tras la finalización de los trabajos. En este caso, los encofrados serán resistentes y ajustados con precisión a las formas establecidas, y se ejecutarán de manera que el hormigón terminado presente una superficie de aspecto liso y uniforme.

Estos encofrados se construirán con tablas planas de madera cepillada y de espesor uniforme, chapas de acero, madera terciada o compensada, paneles fenólicos u otros materiales, con dimensiones regulares, dispuestos de manera uniforme que permita obtener superficies lisas, durables y libres de defectos. No se permitirán defectos tales como madera terciada astillada o abolladuras en la chapa metálica. Previo a su utilización, todos los materiales deberán ser aprobados por la Supervisión de Obra.

El tipo de encofrado perimetral a utilizar para el revestimiento del túnel, en particular, consistirá en una serie de paneles de encofrado montados y transportados en una cimbra autoportante, constituyendo en su conjunto una estructura denominada carro de encofrado. Dicho carro está integrado por una superficie de encofrado coincidente con la sección interior del túnel y por una estructura portante movable.

IV.IV.5.6.2. Puesta en obra de los encofrados

Por defecto, se deberá usar encofrado para confinar y dar forma al hormigón en todos los casos en los que no se explicita lo contrario y cuando así sea requerido por la Supervisión de Obra.

El Contratista asumirá completa responsabilidad del proyecto, cálculo y construcción del sistema de encofrados, incluidos, en caso necesario, los correspondientes elementos de sostenimiento y apuntalamiento.

Se deberán estudiar y adoptar las medidas necesarias para que los bordes de los encofrados sean ajustados y alineados correctamente para prevenir desplazamientos relativos de los mismos y defectos en la superficie del hormigón terminado.

Antes de colocar el hormigón, el interior de los encofrados deberá ser limpiado cuidadosamente para eliminar todo resto de tierra e impurezas diversas.

Los encofrados serán resistentes, rígidos y suficientemente indeformables como para mantener las formas, dimensiones, niveles y alineamientos especificados en los planos de ejecución y garantizar las tolerancias de terminación requeridas. Sus superficies estarán libres de cualquier defecto y deberán ser estancas para evitar la pérdida de mortero durante las operaciones de colocación.

Las secciones y dimensiones de los encofrados se calcularán para resistir sin hundimientos, deformaciones ni desplazamientos perjudiciales y con toda la seguridad requerida, la combinación de esfuerzos de cualquier naturaleza que produzcan las tensiones más desfavorables. Se deberán tener en cuenta los efectos ocasionados por los trabajos de colocación y compactación del hormigón fresco mediante vibración mecánica de alta frecuencia y otros efectos dinámicos.

Los separadores, pernos y otros elementos metálicos que se utilicen como uniones internas para armar y mantener a los encofrados en sus posiciones definitivas, se dispondrán en forma tal que todo material metálico (incluso alambres) tenga los recubrimientos mínimos de hormigón que se indican para las armaduras. Previo a la colocación de los separadores y accesorios a utilizar éstos deberán ser aprobados por el Supervisor.

La remoción de las tuercas o extremos de separadores u otro elemento de unión, sean metálicos o no, se realizará sin perjudicar la superficie del hormigón y de modo tal que las cavidades dejadas por aquellas sean del menor tamaño posible. El relleno de estas cavidades se realizará con mortero de razón agua/cemento menor o igual que el de la estructura y asegurando una perfecta adherencia con el hormigón endurecido. Se podrá proponer la utilización de otros materiales como, por ejemplo: morteros especiales pre-elaborados de contracción controlada, masilla elástica poliuretánica, etc.

El procedimiento de aplicación y el material a emplear deberán contar con la aprobación previa de la Supervisión de Obra.

El retiro de los encofrados, apuntalamientos y sus elementos de sostén se podrá realizar cuando el hormigón haya alcanzado el nivel de resistencia necesaria para que el elemento estructural tenga la capacidad portante suficiente para resistir las cargas actuantes en el momento de iniciar la remoción, con el grado de seguridad indicado en el Proyecto.

Antes de iniciar las tareas de remoción, el Contratista informará al Supervisor el programa de trabajos, la fecha en que se propone realizar las tareas y la resistencia obtenida del hormigón. Los trabajos se iniciarán con la autorización previa de la Supervisión de Obra.

Para sacar el encofrado se deberá proceder con mucho cuidado de manera que no se cause ningún daño al hormigón. El encofrado deberá mantenerse en buenas condiciones, especialmente su forma, dimensiones, resistencia, rigidez, estanqueidad y suavidad de su superficie. Antes de colocar el hormigón, el encofrado deberá estar perfectamente limpio.

En relación al periodo de desencofrado, se atenderá lo indicado en el apartado de control de calidad.

Previamente a la colocación del hormigón, se comprobará que la geometría de las secciones es conforme con lo establecido en el Proyecto, aceptando la misma siempre que se encuentre dentro de las tolerancias establecidas.

Para los hormigones moldeados, las tolerancias dimensionales y de posición respecto a los valores indicados en los planos serán las siguientes:

- ◆ Diferencia de nivel: en superficies horizontales o inclinadas se admitirá una variación máxima en las cotas de 5 mm en una longitud de 3 metros.
- ◆ Alineación horizontal: se admiten desviaciones máximas de 5 mm en hasta 6 metros.
- ◆ Alineación vertical: se admiten desviaciones de hasta 5 mm en 3 metros.
- ◆ La tolerancia en las distancias “d” (en mm) entre paneles de encofrados no será mayor a un valor máximo de 25 mm.

La estructura portante del carro de encofrado se diseñará y construirá de manera que, a la vez de ser estructuralmente capaz de soportar la carga de hormigón fresco, permita el gálibo libre suficiente en su interior para el paso de maquinaria en el túnel durante la ejecución del revestimiento. El

desplazamiento horizontal máximo en hastiales será de 5 mm, y la flecha radial máxima en bóveda será el valor inferior entre 1 cm y 1/1000 veces la anchura libre del túnel.

En los elementos específicos de encofrado (paneles de encofrado) se dejarán aberturas o ventanas de vaciado del hormigón, vibrado e inspección visual. En principio, estas ventanas se dispondrán en ambos lados del módulo de encofrado a dos alturas. En la estructura portante se garantizará un buen acceso a todas y cada una de dichas ventanas para su efectiva utilización.

El carro de encofrado circulará sobre carriles de rodadura, bien apoyados sobre la contrabóveda o tacones y nivelados en coronación a igual cota ambos, siendo constante su valor relativo respecto de la cota de replanteo.

IV.IV.5.6.3. Control de calidad de los encofrados

El área de Calidad determinará los controles necesarios que garanticen que la estructura tenga los niveles, alineamientos y dimensiones requeridas en los planos. Del mismo modo se verificará la estabilidad y rigidez del encofrado en conjunto, a fin de evitar deformaciones debidas a la presión del hormigón u otras cargas.

Antes del uso de los encofrados, sean de madera o metal, se verificará que los tableros o paneles a utilizarse no presenten deformaciones ni alabeos, agujeros, rajaduras, nudos y en general cualquier defecto que perjudique la apariencia de la estructura terminada.

Se controlará en obra que los materiales y procedimientos sean adecuados y se tomará en cuenta los tiempos de desencofrado en función de la composición del hormigón, tomando en cuenta el uso de aditivos acelerantes, retardantes, etc.

IV.IV.5.6.4. Medición y pago de los encofrados

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de las partidas, se medirá la unidad como metro cuadrado (m²) de encofrado suministrado, colocado y removido, así como el resto de tareas necesarias para permitir que el encofrado desarrolle su función.

El precio incluye el suministro de los paneles de encofrado, puntales, elementos de fijación y desencofrantes, además de todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra y remoción, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indican los códigos de los precios unitarios y las unidades de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de encofrados, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04030017	ENCOFRADO EN PARAMENTOS RECTOS EN INTERIOR DE TÚNELES Y ESTRUCTURAS ENTERRADAS	m ²
CRG04030018	ENCOFRADO CURVO VISTO EN BÓVEDAS DE TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS PARA CUALQUIER SECCIÓN, i/ CARRO DE ENCOFRADO	m ²

IV.IV.5.7. JUNTAS DE DILATACIÓN EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

La presente especificación se refiere al suministro de materiales y ejecución de las juntas de dilatación en las secciones estructurales así definidas en los Planos.

Estas juntas suponen dispositivos que enlazan tramos contiguos del túnel falso y otras estructuras similares y permiten los movimientos originados por cambios de temperaturas y efectos reológicos que se produzcan en la estructura. Al mismo tiempo dichos dispositivos deben presentar una superficie continua e impedir la entrada de tierras procedentes de la cubrición del túnel e impedir filtraciones de agua entre los elementos estructurales contiguos.

IV.IV.5.7.1. Materiales de las juntas de dilatación

Las juntas estarán constituidas por bandas de polietileno expandido y deberán ser capaces de absorber deformaciones en tres direcciones perpendiculares entre sí, si bien su función principal es la de recoger los movimientos impuestos por la temperatura y las acciones reológicas, cuando éstas afectan a los túneles falsos y otras secciones.

Las características básicas que debe cumplir este tipo de juntas son:

- ◆ Elasticidad para seguir los movimientos sin agrietarse o introducir esfuerzos inadmisibles en los túneles.
- ◆ Estanqueidad en caso de lluvia, nieves, fuertes condensaciones, inundaciones, etc., evitando cualquier filtración.
- ◆ Posibilidad de deslizamiento de cualquiera de los bordes en las tres direcciones básicas fundamentales en relación con los ejes de simetría de las juntas.
- ◆ Resistencia al desgaste.
- ◆ Conservación de las características mecánico elásticas de los materiales de la junta y bordes, dentro de las temperaturas extremas a que van a ser sometidas.
- ◆ No ocasionar, en cualquier situación de trabajo, resaltes o hundimientos.

IV.IV.5.7.2. Procedimiento de ejecución de las juntas de dilatación

La junta se montará de acuerdo con las instrucciones del fabricante, poniendo especial atención a su anclaje al elemento estructural y al enrase con su superficie.

Antes de montar la junta, se ajustará su abertura inicial cortando y demoliendo la zona que ocupará la junta, en función de la temperatura media de la estructura en ese momento y de los acortamientos diferidos previstos.

Posteriormente se dispondrán los elementos necesarios de fijación y se sellará con resina epoxi enrasando con la superficie.

Las partes vistas llevarán una capa de pintura anticorrosiva de minio de plomo clorocaucho de treinta y cinco micras (35 μ), con una segunda capa de pintura clorocaucho de treinta y cinco micras (35 μ).

Las superficies se prepararán previamente con cepillado.

El proceso de colocación se someterá a aprobación de la Supervisión de Obra, no producirá desperfectos, ni modificará las condiciones exigidas al material.

IV.IV.5.7.3. Control de calidad de las juntas de dilatación

Se exigirán, a la llegada a la obra del producto, de los correspondientes certificados que acreditan el cumplimiento de la normativa aplicable y las presentes especificaciones.

IV.IV.5.7.4. Medición y pago de las juntas de dilatación

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro (m) de junta de dilatación estructurales.

El precio incluye el corte de las juntas y su demolición, el suministro de las juntas de polietileno, los elementos de fijación y sellado y todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de las juntas de dilatación, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG03120002	JUNTA DE DILATACIÓN PARA TÚNELES, INCLUYENDO CORTE Y DEMOLICIÓN DE ANCHO EN ZONA OCUPADA POR LA JUNTA Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y SELLADO	m

IV.IV.5.8. INYECCIÓN DE RELLENO DE CLAVE CON LECHADA DE CEMENTO

En la presente especificación se establecen los requerimientos para el suministro de toda la mano de obra, los materiales y los equipos requeridos para la ejecución de las inyecciones de relleno de clave en aquellas secciones en las que el revestimiento se ejecute por medio de hormigón vertido y carros de encofrado, con objeto de rellenar los posibles huecos existentes en el trasdós del revestimiento, y en aquellas zonas con vacíos en el trasdós del sostenimiento o inestabilidades que requieran una mejora o estabilización del terreno.

IV.IV.5.8.1. Materiales para la inyección de lechada

La lechada de inyección consistirá en morteros compuestos por cemento Portland y agua. Todo cemento utilizado para inyecciones debe cumplir con los requerimientos establecidos para la unidad “HORMIGÓN ARMADO G35/H-35”, siempre y cuando no contradigan a lo aquí dispuesto. Asimismo, deberá ser ensayado, transportado y almacenado de acuerdo a los requerimientos de la misma especificación.

Las lechadas de cemento usadas para inyecciones del revestimiento en bóveda tendrán una resistencia característica a compresión a 28 días de $f'_c = 35$ MPa, determinada sobre probeta cilíndrica. La relación agua/cemento de la mezcla estará comprendida entre 0,40 y 0,60 en peso.

Antes del empleo de cualquier aditivo, el Contratista deberá emplear éste en los ensayos de aptitud y presentar los resultados obtenidos de esta forma al Supervisor para obtener la autorización correspondiente.

En las lechadas de cemento empleadas para inyecciones del revestimiento podrán incorporarse aditivos, estabilizantes, plastificantes o expansivos, siempre y cuando éstos cumplan con los requerimientos establecidos para el caso del hormigón vertido. Estos aditivos no deberán tener efecto nocivo sobre los elementos de acero empleados como armadura. No serán permitidos aditivos que contengan cloruros en cantidades que contribuyan a superar el contenido máximo de ión cloruro en el hormigón establecido por la norma ACI 318.

IV.IV.5.8.2. Equipos para la inyección de lechada

Todo el equipamiento empleado para la ejecución de las inyecciones en el revestimiento deberá ser apto para los trabajos especificados, tanto en términos de rendimiento y calidad, como en relación al cumplimiento de las regulaciones de seguridad vigentes de acuerdo a las normas nacionales pertinentes.

Los equipos de trabajo para ejecución de inyecciones contarán con mezclador, agitador, bomba impulsora, medidor de agua y el número requerido de manómetros y válvulas. La capacidad de los mezcladores deberá ser superior a 150 litros y deberán tener asociada una velocidad de rotación de al menos 1250 rpm. En cuanto a los agitadores, su capacidad deberá ser superior o igual a 250

litros. Las bombas de inyección tendrán una presión máxima de funcionamiento superior o igual a 10 MPa, asumido un consumo de 2 litros por minuto

IV.IV.5.8.3. Puesta en obra de la inyección de lechada

Para la inyección del trasdós del revestimiento en bóveda se realizará al menos un taladro cada 6 m de túnel, y no menos de 2 taladros por cada puesta del carro de encofrado. Alternativamente a la ejecución de taladros, se pueden dejar tubos preinstalados en el encofrado para realizar esta inyección.

En el resto de casos, será la Supervisión de Obra quien determine el alcance de la inyección definiendo el número de taladros y características de la campaña de inyección.

La presión de inyección no será superior a 0,2 MPa, adoptándose el siguiente proceso:

- ◆ En primera fase, se inyectará con una lechada de mayor fluidez (entre 17 y 25 s en cono Marsh) A/C 0,4 a 0,6, hasta el momento en que se produzca la primera de las siguientes situaciones:
 - ◆ Rechazo del material.
 - ◆ Volumen total de inyección de 100 litros por cada metro de túnel, o del 100 % del volumen teórico estimado a rellenar si es mayor que el valor anterior.
- ◆ Posteriormente, y sólo en caso de no haberse producido rechazo en la fase anterior, se inyectará con una lechada menos fluida (entre 25 y 30 s en cono Marsh) (A/C 0,6- 0,8) hasta el momento que se produzca la primera de las siguientes situaciones:
 - ◆ Rechazo del material.
 - ◆ Volumen adicional de inyección de 50 litros por metro de túnel, o el 50 % del volumen teórico en caso de ser superior.
- ◆ Finalmente, sólo si no ha habido rechazo en las fases anteriores y una vez transcurridas 24 horas desde la anterior inyección, se perforarán los taladros y se inyectará de nuevo hasta que se produzca rechazo del material.
- ◆ El Contratista deberá efectuar un control continuo de este proceso, registrando al menos las presiones y volúmenes de inyección empleados para rellenar los vacíos en el trasdós del revestimiento.

Para ello, la línea de inyección tiene que disponer de dos manómetros, uno en punto de inyección y otro en la salida de la bomba. Hay que resaltar que no se podrá inyectar si no está instalado o no funciona correctamente el manómetro que registra la presión en el punto de inyección.

Se confeccionarán gráficos donde se anoten, de forma unívoca y sencilla, los datos antes citados además de los que se consideren necesarios para que el Supervisor y el personal responsable por

parte del Contratista puedan conocer, en todo momento, el estado del proceso de la ejecución, sin cometer errores.

El Contratista deberá tener, en todo momento, el control de las operaciones para la inyección del revestimiento, siendo responsable de cualquier daño que pudiera sobrevenir a causa de errores en las operaciones antes citadas o en cualquier trabajo que realice dentro del recinto de la obra.

Todos los materiales y mezclas para inyecciones en obra deberán ser aprobados por el Supervisor antes de que los materiales sean provistos a obra por el Contratista. Ante cualquier cambio de materiales necesario o requerido por la Supervisión de Obra durante la ejecución de las inyecciones se requerirá la ejecución de nuevos ensayos de aptitud por parte del Contratista y una nueva aprobación por parte de la Supervisión de Obra.

Junto con cada envío de materiales para inyecciones a obra, el Contratista deberá remitir al Supervisor certificados de control de calidad y homogeneidad del producto respectivo.

Los materiales que se provean a granel deberán ser pesados para su empleo en las mezclas. La incorporación de agua o de otros líquidos a las mezclas deberá efectuarse por medida de peso con una precisión de + 2 % del peso del líquido respectivo. El Contratista deberá registrar los pesajes de cada mezcla efectuada y guardar los registros para presentación ante la Supervisión de Obra.

Antes de inyectarse una lechada de cemento deberá obtenerse una mezcla en que la superficie de todas las partículas sólidas esté completamente en contacto con agua y en la que no existan burbujas de aire. El Contratista deberá emplear mezcladoras de tipo coloidal con agitador centrífugo de elevada velocidad. El tiempo mínimo de mezclado para lechadas de cemento deberá ser de 5 minutos, mientras que, en el caso de adición de estabilizadores como bentonita, deberá ser de 10 minutos.

El medio de inyección deberá ser empleado inmediatamente después de terminado el mezclado. Si entre mezcladora y bomba de inyección se dispusiera un recipiente intermedio, la suspensión deberá ser mantenida en movimiento dentro del mismo mediante un agitador. En caso de empleo de lechadas con adición de bentonita y de permitirse que la mezcla se hinche antes de su inyección, ésta también deberá ser mantenida continuamente en movimiento mediante la acción de una bomba.

Las lechadas de cemento no podrán ser utilizadas para inyecciones después de 2 horas de haberse completado el mezclado de éstas, caso en el que deberán ser descartadas y desechadas convenientemente por el Contratista de acuerdo a las indicaciones de la Supervisión de Obra.

Siempre que se empleen productos de inyección pre-mezclados provenientes de una planta de producción, éstos deberán ser mezclados en obra de acuerdo a las indicaciones del fabricante y con las relaciones agua/cemento por él recomendadas. Todos estos productos deberán ser mezclados en obra mediante mezcladoras del tipo citado precedentemente.

IV.IV.5.8.4. Control de calidad de la inyección de lechada

El Contratista deberá proponer al Supervisor los controles necesarios a realizar en obra para verificar que se cumplen, en las lechadas de cemento que se prevé utilizar para inyecciones, los valores de los parámetros especificados a continuación, algunos de ellos asociados a los ensayos indicados:

- ◆ Resistencia característica a compresión cilíndrica a 28 días: 35 MPa.
- ◆ Relación agua/cemento de la mezcla: entre 0,40 y 0,60 en peso, verificada en los carguíos en planta o en el control de dosificación in situ, según proceda.
- ◆ Viscosidad: entre 17 y 30 segundos en ensayo con cono Marsh de $\varnothing 10$ mm y 1 litro de capacidad.
- ◆ Exudación: inferior al 3 % en volumen a 2 horas desde la preparación de la mezcla, determinada según ASTM C940.
- ◆ Peso específico: superior a 1,75 kg/l.
- ◆ Tiempo de fraguado: inicio de fraguado superior a 45 minutos y final de fraguado inferior a 375 minutos, determinados mediante agujas Vicat según ASTM C191.

El Contratista deberá ejecutar, antes del comienzo de la obra, los ensayos de aptitud correspondientes sobre las lechadas de cemento a utilizar en inyecciones; así como indicar el método operativo para comprobar que las inyecciones rellenan correctamente los huecos existentes en el trasdós del revestimiento.

En relación a las lechadas de cemento empleadas para la inyección del revestimiento, en cada operación de inyección se tomará al menos una muestra de ensayo semanal y no menos de una cada 50 m³ de lechada inyectada. En caso de realizarse inyecciones de corta duración de forma intermitente, se tomará como mínimo una muestra por cada operación de inyección. Cada muestra estará compuesta por seis probetas cilíndricas, de las cuales se ensayarán dos a 24 horas, dos a 7 días y dos a 28 días.

Los valores de resistencia obtenidos a 24 horas y 7 días se emplearán como comprobación previa de la calidad en la producción de las lechadas de cemento, con un valor simplemente orientativo; mientras que los obtenidos a 28 días servirán para verificar la resistencia especificada para las mismas, siendo sus resultados los que determinarán la aceptación o rechazo del material.

El resultado de un ensayo de resistencia se define como la media aritmética de las resistencias de dos probetas cilíndricas obtenidas de la misma muestra de lechada y ensayadas a la misma edad.

La resistencia de una lechada se considera satisfactoria si se verifican los dos requisitos siguientes:

- ◆ La resistencia media de tres ensayos de resistencia consecutivos solapados (media móvil) es igual o superior a la resistencia a compresión especificada f'_c .

- ◆ Ningún resultado individual de ensayo es menor que f'_c en más de 3,5 MPa.

En caso de incumplimiento de alguna de las condiciones anteriores, deben tomarse medidas para asegurar que no peligran la seguridad y durabilidad de los tramos de bóveda inyectados correspondientes a los ensayos defectuosos.

IV.IV.5.8.5. Medición y pago de la inyección de lechada

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m^3) de inyección de relleno de clave.

El precio incluye el suministro de la lechada de cemento y todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

Las cantidades aceptadas se valorizarán al precio unitario del contrato para la siguiente partida, cuyo precio y pago constituirán la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de inyección de lechada, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04050014	INYECCIÓN DE RELLENO DE CLAVE CON LECHADA DE CEMENTO	m^3

IV.IV.5.9. FIBRA DE ACERO ESTRUCTURAL

La presente especificación recoge las disposiciones relativas a las fibras de acero estructural a emplear como refuerzo de los hormigones proyectados.

Serán de aplicación las indicaciones recogidas en la unidad "HORMIGÓN ARMADO G35/H-35" respecto a las fibras de acero, en particular se atenderá a la norma ASTM C1116.

IV.IV.5.9.1. Materiales para fabricar las fibras de acero

Las fibras incorporadas al hormigón proyectado como refuerzo serán elementos de acero que permitirán mejorar las propiedades de este material. La incorporación de fibras de acero modifica las características del hormigón fresco; por otra parte, y como aspecto más importante, mejora las propiedades resistentes del hormigón endurecido a tracción, con efectos tales como un mayor control de la fisuración.

Las fibras de acero empleadas como refuerzo del hormigón proyectado deberán cumplir con lo especificado en la norma ASTM A820. La geometría de estas fibras consistirá en elementos lineales con los bordes conformados en gancho, y con las limitaciones a sus dimensiones principales de acuerdo a lo indicado en este capítulo.

Las fibras deben estar constituidas por acero de resistencia mínima a la tracción de 1000 MPa. Su superficie debe estar limpia de productos que puedan perjudicar la adherencia acero-hormigón y, previamente a su empleo, deben realizarse ensayos tanto en laboratorio como en obra a fin de determinar la dosificación más conveniente.

Las fibras deberán poseer una longitud desarrollada de 30 mm y un diámetro equivalente de 0,5 mm.

La dosificación debe ser tal que se consiga una distribución uniforme de las fibras en la mezcla, sin que se formen apelotonamientos, así como una puesta en obra idónea.

La dosificación mínima de fibras de acero en el hormigón proyectado de esta especificación viene determinada por el siguiente condicionante de resistencia a 28 días: se debe superar, en el ensayo definido por la norma europea EN 14488-5, un valor de la energía media absorbida a flexotracción $S_{25} = 750$ J, obtenido para un valor de 25 mm de deflexión sobre placas cuadradas extraídas de paneles de hormigón proyectado, o un valor equivalente de resistencia en otros ensayos alternativos.

Las fibras se incorporan habitualmente, con su propio envase biodegradable, en la planta de hormigón o en la cuba de transporte; admitiéndose en este último caso realizar dicha actividad en la propia obra, con suficiente antelación a la puesta en obra del hormigón para garantizar su correcto mezclado y una distribución homogénea de las fibras en él.

Podrá ser aceptada, con el visto bueno del Supervisor, la sustitución de las fibras de acero por fibras sintéticas siempre que se demuestre que dichas fibras sintéticas cumplen las características técnicas exigidas a las fibras de acero.

IV.IV.5.9.2. Medición y pago de las fibras de acero

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como kilogramo (kg) de fibra de acero estructural.

El precio incluye el suministro de las fibras de acero y todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de fibra de acero estructural, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04020065	FIBRA DE ACERO ESTRUCTURAL DE 30 mm DE LONGITUD DESARROLLADA Y 0,50 mm DE DIÁMETRO EQUIVALENTE	kg

IV.IV.5.10. MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO

Las fibras de polipropileno constituyen una adición al hormigón que permite mejorar su resistencia al fuego. En caso de incendio, debido a que dichas fibras presentan un punto de fusión de 160 °C, generan una porosidad adicional en el hormigón que alivia la presión de vapor generada por deshidratación del mismo, permitiendo evitar o limitar el efecto spalling y su consiguiente degradación.

Esta especificación establece los requerimientos para el suministro y empleo de dichas fibras en el revestimiento del túnel.

IV.IV.5.10.1. Materiales para fabricar las microfibras de polipropileno

Se dispondrán fibras monofilamento de polipropileno, de diámetro 31 μm y 6mm de longitud. La dosificación recomendada para su empleo en el hormigón del revestimiento es de 2 kg/m³. No obstante, a propuesta del Contratista, y con la correspondiente justificación por parte del fabricante que demuestre la efectividad del material para mejorar el comportamiento del hormigón frente al fuego, se podrán modificar las características y dosificación anteriores especificadas para las fibras de polipropileno.

Las microfibras de polipropileno empleadas deberán garantizar un punto de fusión igual o superior a 164°C, con objeto de mejorar la resistencia al fuego del hormigón.

Las fibras de polipropileno utilizadas serán conformes a los requerimientos indicados en la norma ASTM C1116.

El fabricante deberá aportar los correspondientes certificados de cumplimiento de las normas indicadas por parte de la fibra definida. El empleo de la fibra propuesta deberá ser aprobado por la Supervisión de Obra.

IV.IV.5.10.2. Adición de las microfibras al hormigón

Las fibras de polipropileno se adicionarán al hormigón fresco empleado para la ejecución del revestimiento, empleando los medios adecuados que permitan garantizar la dosificación especificada y un reparto homogéneo de las fibras en la masa de hormigón.

IV.IV.5.10.3. Control de calidad de las microfibras

Se exigirán, a la llegada a la obra del producto, de los correspondientes certificados que acreditan el cumplimiento de la normativa aplicable y las presentes especificaciones.

IV.IV.5.10.4. Medición y pago de las microfibras

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como kilogramo (kg) de microfibras de polipropileno.

El precio incluye el suministro de las microfibras de polipropileno y todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de microfibras, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04030021	MICROFIBRA DE POLIPROPILENO DE 6 mm DE LONGITUD Y 31 μ m DE DIÁMETRO Y 164° C DE PUNTO DE FUSIÓN PARA MEJORAR LA RESISTENCIA AL FUEGO DEL HORMIGÓN EN TÚNELES	kg

IV.IV.5.11. HORMIGON RESISTENTE AL ATAQUE POR SULFATOS

En base a los estudios del Proyecto, se ha considerado el empleo de hormigón resistente al ataque de sulfatos para aquellos elementos de hormigón que puedan verse afectados por agresiones químicas derivadas de la presencia de sulfatos, de acuerdo con los límites establecidos en la Norma chilena NCH 170 (2016) y el Reglamento argentino CIRSOC 201, según corresponda.

El complemento de resistencia a los sulfatos se asociará a aquellos hormigones que se indiquen en los Planos del Proyecto.

La dosificación de cemento en estos hormigones debe ser como mínimo la establecida para un ataque grado S2 en la Norma chilena NCH 170 (2016) o grado Q2 según el Reglamento CIRSOC 201, según corresponda.

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá en función de la disponibilidad comercial y praxis del país en el que se realicen las obras del siguiente modo:

- ◆ Como unidad (Ud) de complemento de resistencia a los sulfatos para metro cúbico de hormigón.

- ◆ Mediante el uso de cementos sulforresistentes, que deberán poseer como propiedad especial la de resistencia a los sulfatos, según la Norma IRAM-50001.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicará para valorizar el suministro de los hormigones resistentes a ataque por sulfatos.

Código	Concepto	Unidad
CRG03050025	SUPLEMENTO PARA m ³ DE HORMIGÓN RESISTENTE AL ATAQUE POR SULFATOS	Ud.

El precio incluye el suplemento en peso de cemento necesario para proteger el hormigón para un ataque por sulfatos grado S2 y Q2 y todas las operaciones y materiales necesarios para añadir este suplemento a la dosificación del hormigón; así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

En el caso de utilización de cementos sulforresistentes se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá como unidad (Ud.) de suplemento para m³ de hormigón de cemento con propiedades especiales de resistencia a los sulfatos.

El precio incluye todas las operaciones y materiales necesarios, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicará para valorizar el suministro en el caso de uso de cementos sulforresistentes, cuyo pago construirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG03050026	SUPLEMENTO PARA m ³ DE HORMIGÓN DE CEMENTO SULFORRESISTENTE CON UNA RELACIÓN CEMENTO/HORMIGÓN DE 350 kg/m ³ , CON CLASE DE CEMENTO CEM I 42,5 R/SR	Ud.

IV.IV.6. RELLENOS

En los apartados siguientes se presentan las especificaciones que deben cumplir los materiales de relleno que se utilicen.

IV.IV.6.1. RELLENO GRANULAR SELECCIONADO

Esta especificación comprende las disposiciones relativas al material y trabajos de puesta en obra del relleno granular seleccionado a disponer en la sección del túnel sobre la contrabóveda o el fondo

de excavación. Esta sección se encuentra limitada lateralmente por los andenes y los dados de hormigón que embeben los colectores de drenaje longitudinal.

De igual forma, estas especificaciones serán aplicables al material seleccionado a disponer en las zanjas de los elementos de drenaje en portales, conforme a lo indicado en los Planos.

En los aspectos no indicados en esta Especificación, se habrá de atender a lo dispuesto en la Sección 5.206 – Volumen N°5 del Manual de Carreteras (MOP) de Chile para rellenos de tipo estructural, o de la Sección B-III del PETG de Argentina, según corresponda.

IV.IV.6.1.1. Materiales para relleno seleccionado

El material a emplear como relleno seleccionado será de tipo “estructural”, cumpliendo las disposiciones de la Sección 5.206.2 del Manual de Carreteras de Chile, o de la Sección B.V del PETG de la DNV de Argentina, según corresponda, con un porcentaje que pasa por el tamiz 0,08 mm (ASTM N°200) inferior al 15% e Índice de Plasticidad máximo del 6%, con un CBR mayor del 50%, sin presencia de materia orgánica ni cloruros. Además deberán cumplir con un “equivalente de arena” mínimo del 20%, según el numeral 8.202.9 del Manual de Carreteras de Chile o la Norma VN-E10-82 de la DNV Argentina, según corresponda.

El contenido en sulfatos deberá ser inferior al 1,5%, según NCh 1508, VN-E18-89 o equivalente y el contenido en sales solubles distintas del yeso, será inferior al 0,5%.

El tamaño máximo de árido permitido será de 100 mm.

IV.IV.6.1.2. Puesta en obra del relleno seleccionado

El material se extenderá por tongadas y se compactará conforme a estas especificaciones. Las tongadas han de tener un espesor uniforme, no superior a veinte centímetros (20 cm) y han de ser sensiblemente paralelas a la rasante superior del relleno.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello. Salvo autorización expresa de la Supervisión de Obra, no se podrá proceder a la mezcla in situ de materiales de procedencias diferentes.

Las grietas y huecos que haya en el fondo de la excavación a rellenar se han de estabilizar hasta alcanzar una superficie uniforme.

No se ha de extender ninguna tongada hasta que la inferior cumpla las condiciones exigidas.

Una vez extendida la tongada, si fuera necesario, se ha de humedecer hasta llegar al contenido óptimo de humedad, de manera uniforme.

No se ha de realizar el relleno hasta que la resistencia de los elementos de hormigón adyacentes haya alcanzado el ochenta por ciento (80%) de la resistencia prevista. La compactación junto al paramento de hormigón se hará con máquinas vibrantes ligeras accionadas manualmente.

Los rellenos que no se hayan realizado de manera adecuada o en los que se observen asentamientos, se excavarán hasta llegar a una profundidad en la cual el material esté compactado adecuadamente, volviéndose a rellenar y compactar de modo correcto, por cuenta del Contratista, hasta dejar la superficie lisa y capaz de soportar las cargas que vayan a solicitarla.

Previamente al extendido, o inmediatamente después de realizado el mismo, se comprobará la humedad del material. La compactación se efectuará con una humedad dentro del rango del dos por ciento respecto a la humedad óptima determinándose ésta con ensayos Proctor Modificado.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada y no se extenderá sobre ella ninguna otra en tanto no se haya realizado la nivelación y conformación de la misma y comprobado su grado de compactación.

En toda la superficie de las tongadas se ha de llegar, como mínimo, al grado de compactación del noventa y cinco por ciento (95%) sobre la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557).

En todos los rellenos se llevarán a cabo el refino de la capa superior, según las cotas y pendientes de las secciones-tipo en los Planos, antes del extendido de la subbase granular.

IV.IV.6.1.3. Control de calidad del relleno seleccionado

Ha de haber puntos fijos de referencia exteriores en la zona de trabajo, a los cuales se han de referir las lecturas topográficas. Dichas lecturas deberán asegurar la correcta terminación del relleno, de cara a la ejecución posterior de la subbase granular.

El Contratista deberá someter a aprobación de la Supervisión de Obra el material de relleno a emplear, habiéndose de garantizar el cumplimiento de las propiedades requeridas.

El Contratista deberá garantizar la compactación del relleno hasta el grado requerido.

IV.IV.6.1.4. Medición y pago del relleno seleccionado

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de las partidas, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de relleno granular seleccionado puesto en obra.

El precio incluye el suministro del relleno seleccionado y todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra; así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como precios.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de relleno seleccionado.

Código	Concepto	Unidad
CRG01040003	RELLENO GRANULAR SELECCIONADO SOBRE LA CONTRABÓVEDA O FONDO DE EXCAVACIÓN, CON MATERIAL DE PRÉSTAMOS i/ CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km, EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO	m ³
CRG01040004	RELLENO GRANULAR SELECCIONADO LOCALIZADO EN ZANJAS, POZOS Y TRASDÓS DE MUROS, CON MATERIAL DE PRÉSTAMOS i/ CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km, EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO	m ³

IV.IV.6.2. RELLENO SIN GRUESOS SOBRE TÚNEL FALSO

Esta especificación técnica abarca los controles y trabajos relativos a las operaciones de extendido y compactación de material procedente de excavaciones o préstamos, sobre túneles falsos.

El Contratista deberá realizar un reconocimiento detallado de los distintos préstamos y desmontes comprobando los resultados de los estudios geotécnicos del Proyecto.

IV.IV.6.2.1. Materiales para relleno sobre túnel falso

El material empleado habrá de cumplir las siguientes especificaciones:

- ◆ Tamaño máximo de árido de 100 mm.
- ◆ Límites de Atterberg cumpliendo los siguientes requisitos (ASTM D4318):
 - ◆ El valor del Índice de Plasticidad deberá ser inferior al Límite Líquido.
 - ◆ El Límite Líquido deberá ser inferior a 65.
 - ◆ El material deberá situarse sobre la Línea A del gráfico de Casagrande, cuya ecuación se define por: $IP=0,73(LL-20)$. Únicamente podrá situarse bajo dicha línea aquel material que presente un Límite Líquido inferior a 40.
- ◆ Contenido en materia orgánica inferior al 1% (AASHTO T194).
- ◆ Contenido en sulfatos inferior al 2,5% (AASHTO T290).
- ◆ Contenido en sales solubles, distintas del yeso, inferior al 1%.
- ◆ CBR superior a 5 (ASTM D4429).
- ◆ Hinchamiento libre inferior al 2% (ASTM D4546).

- ◆ Colapso inferior al 1% (ASTM D4546).

Además, el material a estabilizar estará exento de material vegetal, entendiendo por tal los restos de hierbas, las raíces y los trozos de troncos, entre otros.

Serán materiales provenientes de la traza o, en casos justificados, de préstamo, que cumplirán las condiciones exigibles anteriores, con compactación por tongadas mínima del noventa y cinco por ciento (95%) del Proctor Modificado, hasta alcanzar una cota de al menos uno con cincuenta metros (1,50 m) sobre la clave del falso túnel. Por encima de esta cota, el material de relleno no tiene que cumplir exigencias especiales, aparte de que el vertido y extendido se realice también por tongadas.

IV.IV.6.2.2. Puesta en obra del relleno sobre túnel falso

El material se extenderá por tongadas y se compactará conforme a estas especificaciones. Las tongadas han de tener un espesor uniforme, no superior a 50 cm y han de ser sensiblemente paralelas a la rasante superior del relleno.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello. Salvo autorización expresa de la Supervisión de Obra, no se podrá proceder a la mezcla in situ de materiales de procedencias diferentes.

No se ha de extender ninguna tongada hasta que la inferior cumpla las condiciones exigidas.

Una vez extendida la tongada, si fuera necesario, se ha de humedecer hasta llegar al contenido óptimo de humedad, de manera uniforme.

No se ha de realizar el relleno hasta que la resistencia de los elementos de hormigón adyacentes haya alcanzado el ochenta por ciento (80%) de la resistencia prevista. La compactación junto al paramento de hormigón se hará con máquinas vibrantes ligeras accionadas manualmente.

Los rellenos que no se hayan realizado de manera adecuada o en los que se observen asentamientos, se excavarán hasta llegar a una profundidad en la cual el material esté compactado adecuadamente, volviéndose a rellenar y compactar de modo correcto, por cuenta del Contratista, hasta dejar la superficie lisa y capaz de soportar las cargas que vayan a solicitarla.

Previamente al extendido, o inmediatamente después de realizado el mismo, se comprobará la humedad del material. La compactación se efectuará con una humedad dentro del rango del dos por ciento respecto a la humedad óptima determinándose ésta con ensayos Proctor Modificado.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada y no se extenderá sobre ella ninguna otra en tanto no se haya realizado la nivelación y conformación de la misma y comprobado su grado de compactación.

En toda la superficie de las tongadas se ha de llegar, como mínimo, al grado de compactación del noventa y cinco por ciento (95%) sobre la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557).

El relleno del trasdosado ha de realizarse simultáneamente en los dos laterales, cuidando de evitar desequilibrios en los empujes de uno y otro lado. En este sentido, se tomará especial cuidado en la ejecución del relleno sobre el túnel falso del portal chileno, por tratarse de una obra esviada.

IV.IV.6.2.3. Medición y pago del relleno sobre túnel falso

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de relleno colocado y compactado sobre túnel falso.

El precio incluye suministro de relleno sin gruesos y todas las operaciones y materiales necesarios, para su puesta en obra; así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos del relleno sobre túnel falso, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01040007	RELLENO SIN GRUESOS SOBRE TÚNEL FALSO CON MATERIAL DE PRÉSTAMOS i/ CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km	m ³

IV.IV.6.3. RELLENO HASTA COTA DEL TERRENO SOBRE TÚNEL FALSO

Esta especificación refiere sus indicaciones al material de relleno a colocar, en secciones de túnel falso, desde una altura de 1,5 metros sobre la clave del túnel falso, hasta la superficie del terreno, en conformidad con lo indicado en los planos.

IV.IV.6.3.1. Materiales para relleno hasta cota de terreno sobre túnel falso

Este material de relleno estará constituido por el denominado “Terreno de Cualquier Naturaleza”, conforme a su definición en el Numeral 5.201.304(7) de la Sección 5.201 del Manual de Carreteras de Chile o “Abovedamientos” según la Sección B.VI del PETG de la DNV de Argentina.

El Contratista procurará emplear materiales procedentes de las excavaciones de los portales que cumplan la condición anterior, con objeto de mejorar la integración en el entorno del relleno resultante.

IV.IV.6.3.2. Procedimiento de ejecución del relleno hasta cota de terreno sobre túnel falso

El material de relleno hasta cota del terreno se habrá de verter y compactar por tongadas de espesor aprobado por la Supervisión de Obra.

IV.IV.6.3.3. Medición y pago del relleno hasta la cota de terreno sobre túnel falso

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de relleno compactado hasta cota del terreno puesto en obra.

El precio incluye el suministro del terreno de cualquier naturaleza procedente de la traza y todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra; así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de relleno hasta la cota de terreno sobre túnel falso, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01040008	RELLENO SOBRE TÚNEL FALSO CON MATERIAL DE LA TRAZA i/ CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km	m ³

IV.IV.6.4. MATERIAL DE FILTRO PARA DREN BAJO CUNETAS

La presente especificación refiere sus indicaciones al material de relleno empleado bajo las cunetas de la traza a cielo abierto, con la geometría y posición indicadas en los Planos. El objetivo de este relleno será el de recoger las aguas de escorrentía bajo las cunetas e incorporarla al colector principal de drenaje, por medio de un tubo drenante.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

IV.IV.6.4.1. Materiales para tipo de dren bajo cunetas

El Contratista deberá realizar un reconocimiento detallado de los materiales de excavación y de los préstamos, comprobando los resultados de los estudios geotécnicos del Proyecto y a la vista de ellos, proponiendo los tratamientos o técnicas particulares de utilización de los distintos materiales.

Los materiales drenantes a emplear en rellenos localizados serán áridos naturales, o bien áridos procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, o áridos artificiales. En todo caso estarán exentos de arcilla, margas y otros materiales extraños. El Contratista propondrá al Director de las Obras el material a utilizar, y antes de su empleo deberá contar con la aprobación explícita de éste.

Las zanjas se rellenarán con grava limpia, preferiblemente con granulometría comprendida entre veinte y sesenta milímetros (20/60 mm).

El tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros (76 mm), y el material pasante por el tamiz 0,080 no rebasará el cinco por ciento (5%).

El material drenante será no plástico, y su equivalente de arena determinado según EN 933-8 será superior a treinta ($EA > 30$)

El coeficiente de desgaste de los materiales de origen pétreo, medido por el ensayo de Los Ángeles (ASTM C 131/535), será inferior a cuarenta (40).

IV.IV.6.4.2. Ejecución del filtro de dren bajo cunetas

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite la segregación y contaminación del mismo. En especial, se tendrán presentes las siguientes precauciones: evitar una exposición prolongada del material a la intemperie, formar los acopios sobre una superficie que no contamine al material, evitar la mezcla de distintos tipos de materiales.

El vertido del material para dren bajo cunetas, no se habrá de iniciar hasta no alcanzada una resistencia del hormigón del dado inferior de envoltura de la tubería de hormigón, del 80% de su resistencia característica.

Para proteger a esta grava de la contaminación por arrastre de finos procedentes del terreno, se conformará una capa superior con material seleccionado compactado al 95% del Próctor Modificado

Los materiales del relleno se extenderán en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente horizontal. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga, en todo su espesor, el grado de compactación exigido. En general y salvo indicación de la Supervisión de las Obras se usarán tongadas de veinte centímetros (20 cm). Cuando una tongada deba estar constituida por materiales de distinta granulometría, se adoptarán las medidas necesarias para crear entre ellos una superficie continua de separación.

En todo caso los medios de compactación serán los adecuados para no producir finos adicionales por trituración del material, y en todo caso deberán ser sometidos a la aprobación del Director de las Obras.

IV.IV.6.4.3. Medición y pago del filtro de dren bajo cunetas

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m^3) de material drenante bajo cunetas.

El precio incluye el suministro de la grava seleccionada de 20 a 60 mm y todas las operaciones y materiales necesarias para su puesta en obra; así como, los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de filtro de dren bajo cunetas.

Código	Concepto	Unidad
CRG01040016	RELLENO EN ZANJA PARA DRENAJE BAJO CUNETAS CON MATERIAL GRANULAR DEL TIPO GRAVA SILÍCEA DE 20 A 60 mm DE GRANULOMETRÍA	m ³

IV.IV.7. PORTALES Y TÚNELES FALSOS

En los apartados siguientes se presentan las especificaciones de los materiales y procedimientos a emplear en portales y falsos túneles.

IV.IV.7.1. MALLA ELECTROSOLDADA PARA TALUDES

La presente unidad de obra incluye los trabajos de fabricación y ejecución de materiales y control de calidad necesarios para la correcta y total disposición de las mallas de acero utilizadas en la estabilización de los taludes de emboquilles.

En lo referente al resto de especificaciones de composición y materiales, ejecución, y control de calidad, será de aplicabilidad todo lo dispuesto en las especificaciones técnicas relativas a la unidad “ACERO PARA ARMADURAS Y BARRAS ELECTROSOLDADAS” en aquellos aspectos aquí no definidos.

Las mallas electrosoldadas deberán tener una resistencia mecánica de $f_y \geq 500$ MPa (ASTM A497/ASTM A185 o equivalentes). El diámetro y espaciado de las barras que conformen las mallas será el indicado en los Planos.

Los alambres o barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras. La sección equivalente de los alambres no será inferior al noventa y cinco por ciento (95,5 %) de su sección nominal.

En el caso de que sea necesario soldar barras, deberá hacerse conforme a las normas ANSI/AWS D1.4.

Será responsabilidad del Contratista, disponer zonas de acopio de materiales que aseguren el no retraso de los trabajos por falta de los mismos.

Los aceros normalizados cuya identificación y características no se incluyen arriba, podrán utilizarse con autorización del Supervisor, en aquellos casos que su empleo resulte comparable con las características de servicio de la estructura y se haya justificado satisfactoriamente el método de cálculo utilizado.

El contratista habrá de asegurar la correcta disposición de medios suficientes para llevar a cabo la puesta en obra de las mallas electrosoldadas.

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cuadrado (m²) de malla electrosoldada colocada en obra.

El precio incluye suministro de malla electrosoldada tipo ACMA o similar, de acero corrugado A-63-43H de diámetro 8 mm en cuadrícula 15x15 cm y todas las operaciones y materiales necesarios, para puesta en obra; así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución, como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de malla electrosoldada para taludes, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01080041	MALLA ELECTROSOLDADA EN REFUERZO DE TALUDES CON ACERO CORRUGADO A63-42H (fy>420 MPa) DE Ø 8 mm EN CUADRÍCULA 15 X 15, COLOCADO EN OBRA i/ P.P. DE ALAMBRE DE ATAR	m ²

IV.IV.7.2. HORMIGÓN PROYECTADO G35/H-35 EN TALUDES

En esta especificación se establecen los requerimientos a cumplir en la fabricación e instalación del hormigón proyectado 35 MPa de resistencia en probeta cilíndrica, con un 2% de humo de sílice, de consistencia plástica y tamaño máximo del árido de 12 mm, a emplear en taludes de emboquilles.

Este hormigón será del tipo proyectado por vía húmeda, y su proyección será mecanizada.

Las especificaciones técnicas relativas a esta unidad, serán comunes a las indicadas para la unidad “HORMIGÓN PROYECTADO EN SOSTENIMIENTO O REVESTIMIENTO”.

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de hormigón proyectado.

El precio incluye el suministro de hormigón tipo G35 (Clase H-35, fc'=35 MPa) con un 2% de Humo de sílice, aditivos y todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra; así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de hormigón proyectado en sostenimiento o revestimiento, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01080043	HORMIGÓN PROYECTADO TIPO G35/H-35 (fc'= 35 MPa) EN REFUERZO DE TALUDES CON CUALQUIER ESPESOR i/ ADITIVOS NECESARIOS	m ³

IV.IV.7.3. PERNO AUTOPERFORANTE EN TALUDES

En esta unidad se incluye el suministro e instalación a realizar sobre los pernos autoperforantes, empleados como solución de refuerzo de portales.

Los pernos serán de tipo Titan 40/16 o similares y habrán de garantizar una carga en límite elástico de 525 kN o superior.

El Contratista, antes de iniciar los trabajos, deberá entregar a la Supervisión de Obra un procedimiento de ejecución de los pernos autoperforantes para su aprobación.

En lo referente al resto de especificaciones de composición y materiales, ejecución, y control de calidad, será de aplicabilidad todo lo dispuesto en las especificaciones técnicas relativas a la unidad "PERNO AUTOPERFORANTE EN TÚNEL" en aquellos aspectos aquí no definidos

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro (m) de perno autoperforante colocado.

El precio incluye suministro de barra de perno autoperforante 40/16 y 65 t de carga de rotura, tuerca semiesférica, broca de cruz a rotoperusión de 55 mm de diámetro, manguito de empalme, cemento para inyección y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puesta en obra; así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de perno autoperforante en túnel, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01080038	PERNO AUTOPERFORANTE TIPO TITAN 40/16 O SIMILAR, DE 65 t CARGA DE ROTURA, COLOCADO EN TALUDES, INYECTADO CON LECHADA O MORTERO DE CEMENTO, i/ P.P. DE BOCA DE PERFORACIÓN PERDIDA Y MANGUITOS DE UNIÓN ROSCADOS CON JUNTA Y TOPE CENTRAL Y PLACA DE ANCLAJE	m

IV.IV.7.4. CHAPA NERVADA TIPO BERNOLD

Las chapas nervadas son láminas de acero, estampadas y perforadas, que son utilizadas a la vez como encofrado perdido y como armadura pasiva ubicada en el túnel falso en su cara interior.

Podrán utilizarse de forma puntual como encofrado del revestimiento de hormigón en la zona de portales o como encofrado perdido de rellenos efectuados en clave o, hastiales de los túneles. Estos últimos podrán ser debidos a desprendimientos, sobre excavaciones, etc. y las chapas deberán ser instaladas en las zonas indicadas en los planos del proyecto. Se montan sobre las cerchas o marcos y se solapan unas con otras.

El Contratista presentará a la Supervisión de Obra un procedimiento de la colocación de la chapa nervada Tipo Bernold.

IV.IV.7.4.1. Materiales para fabricar las chapas Bernold

Su sección en sentido longitudinal presenta nervios en forma de V, continuos en el sentido transversal de los túneles, y alternando ondulaciones hacia fuera y hacia adentro del plano de franjas de chapa, que permiten el solape de las mismas por yuxtaposición, sin dejar que se escape más que una pequeña parte del hormigón colocado en el trasdós.

El espesor mínimo de esta chapa será de 2 mm. El límite elástico mínimo del material terminado será de 2.200 Kg/cm². La resistencia mínima a la tracción de sus nervios será de 3.700 Kg/cm². Las chapas tienen nervaduras cada 120 mm que son equivalentes a la armadura del acero en el hormigón.

Su forma se adaptará a la exigida en los planos del proyecto.

IV.IV.7.4.2. Control de calidad de las chapas Bernold

El Contratista presentará a la Supervisión las zonas donde será necesaria la colocación de este tipo de elementos para su revisión y aprobación, así como el certificado de calidad de la chapa utilizada

Se debe comprobar que esta unidad se ejecuta tal y como está establecido en el procedimiento aprobado.

IV.IV.7.4.3. Medición y pago de las chapas Bernold

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cuadrado (m²) de chapa nervada tipo Bernold.

El precio incluye suministro de chapa nervada de acero ASTM A570 grado 36 en perfiles laminado o plancha, cortado a medida, incluida la imprimación antioxidante y todas las operaciones y

materiales necesarios para su instalación y puesta en obra; así como, los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de chapas Bernold, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04020061	CHAPA NERVADA TIPO BERNOLD O TROQUELADA DE 2 mm DE ESPESOR Y 9 ONDAS POR PANEL EN FORMACIÓN DE VISERAS DE PROTECCIÓN DE EMBOQUILLE DE TÚNELES	m ²

IV.IV.7.5. ESCOLLERA CEMENTADA

La presente especificación se refiere a los materiales, equipos, puesta en obra y control de calidad de la escollera cementada a disponer en la franja inferior de los rellenos en trasdós del túnel falso, conforme a lo indicado en los planos.

IV.IV.7.5.1. Materiales para construir la escollera cementada

El tamaño del material será, en el sesenta por ciento (60%) del conjunto de la escollera, el correspondiente a un peso por elemento no inferior a treinta y cinco kilogramos (35 Kg). La piedra procederá de cantera y cumplirá las siguientes características físicas y mecánicas; recogida en la **Tabla IV.IV.7.5.1.I.**

CARACTERÍSTICA DE LA ROCA	LÍMITE	NORMA
Densidad de la roca saturada y superficialmente seca	Mín 2,55 t/m ³	EN 1097-6
Absorción de agua	Máx 2,5 %	EN 1097-6
Resistencia a la compresión	Mín 100 MPa	
Coeficiente de desgaste en el ensayo de Los Ángeles	Máx 40	ASTM C535
Pérdida de peso después de 5 ciclos de inmersión en sulfato sódico	Máx 10 %	EN 1367-2

Tabla IV.IV.7.5.1.I.- Características que debe cumplir la roca de los bloques o piedras de la escollera.

La escollera se apoyará sobre una capa de base que sirva de asiento de la capa de protección y de transición entre ésta y el material subyacente. La capa de base deberá ser más permeable que el material subyacente, e impedirá la fuga de los elementos finos de éste a través de ella; esta última condición puede obligar a ejecutar la base en varias capas diferentes.

El material cementante a emplear como elemento de ensamblado de los bloques de escollera será un hormigón simple G25, a verter sobre las capas de escollera colocada.

IV.IV.7.5.2. Procedimiento de ejecución de la escollera cementada

Antes de proceder a la colocación de la escollera se preparará el terreno eliminando al menos los cuarenta centímetros (40 cm) superiores. Una vez vertido el material se procederá a su colocación de forma que se obtenga una buena trabazón de las piedras gruesas y que el material menudo rellene los huecos entre éstas. La colocación se efectuará con tractor equipado con hoja de empuje o por colocación individual de las piedras gruesas con retroexcavadora o grúas.

En ningún caso la parte más saliente de las piedras sobresaldrá más de la mitad de su dimensión mínima respecto de la superficie teórica externa del escollero según la disposición indicada en los Planos.

Se extenderá la escollera con el talud fijado en Planos, y se perfilará su superficie de forma que ofrezca un acabado homogéneo.

Una vez colocada la escollera, se procederá a su hormigonado de relleno, asegurando la unión entre bloques de la escollera.

El Contratista, previamente a iniciar los trabajos, elaborará y entregará a la Supervisión de Obra el procedimiento de ejecución para su aprobación.

IV.IV.7.5.3. Control de calidad de la escollera cementada

Se comprobará que la escollera se ejecuta de acuerdo lo establecido en los planos y de acuerdo con el procedimiento aprobado.

IV.IV.7.5.4. Medición y pago de la escollera cementada

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de escollera cementada.

El precio incluye suministro de escollera de piedra con peso 50/100 kg, y hormigón simple G25 de consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20 mm y todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra; así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de escollera cementada, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01080029	MURO DE ESCOLLERA CEMENTADA DE 50/100 kg TOTALMENTE COLOCADA	m ³

IV.IV.7.6. TUBO DREN CALIFORNIANO EN TALUDES

Esta especificación recoge las disposiciones relativas a los materiales, puesta en obra y demás operaciones relacionadas con los drenes californianos a disponer en los taludes de los portales del túnel.

Se designa como dren californiano a una perforación efectuada en el frente de un talud en el que se introduce un tubo ranurado de PVC envuelto en geotextil, para evitar el arrastre de finos. Su función es drenar el macizo, aliviando la presión hidrostática en el mismo y evitando el afloramiento de agua por la superficie del talud.

El diámetro y ubicación de los drenes serán los dispuestos en los Planos.

El Contratista, antes de iniciar los trabajos de colocación de un tubo dren Californiano, deberá entregar a la Supervisión de Obra un procedimiento de ejecución de los drenes californianos para su aprobación.

IV.IV.7.6.1. Procedimiento de instalación del tubo dren Californiano en taludes

Los drenes californianos se realizarán en los taludes indicados en los Planos o que designe la Supervisión de Obra, conforme a la separación, profundidad e inclinación de los drenes indicados en dichos Planos. Salvo casos especiales, con niveles algo artesianos, la inclinación mínima será de 10°, en dirección descendente hacia la boca.

El diámetro mínimo de la perforación será de diez centímetros (10 cm), salvo autorización expresa de la Supervisión de Obra.

Una vez finalizada la perforación, se procederá a limpiarla de residuos, eliminando cualquier obstáculo que pueda dificultar la entrada del tubo drenante.

Si las condiciones del terreno lo requieren, la perforación se realizará con entubamiento. En ningún caso podrán emplearse lodos.

El tubo drenante se preparará de modo que su longitud cumpla las siguientes condiciones:

- ◆ Dejar un máximo de un metro (1 m) en el fondo del taladro desprovisto de tubo.

- ◆ Dejar, al menos, un metro (1 m) de tubo fuera de la boca del taladro para permitir la conexión con el drenaje.

El tubo deberá estar ranurado en toda su longitud, salvo el último metro situado en el interior del terreno. En cualquier caso, la Supervisión de Obra podrá acortar el tramo ranurado en función de la situación de la capa a drenar.

La zona ranurada se envolverá con un geotextil de gramaje comprendido entre sesenta y cien centímetros cuadrados (60 y 100 cm²). Los solapes mínimos en sentido longitudinal serán veinte centímetros (20 cm) y en sentido circunferencial siete centímetros (7 cm). En caso de que el tubo sólo se encuentre perforado en un tramo, no en toda su longitud, la envoltura de geotextil se prolongará un metro (1 m) más de la zona ranurada. El fondo del tubo será provisto de un tapón.

Al colocar el tubo, éste deberá ser introducido sin forzarlo, reduciendo en lo posible el roce con las paredes. En caso de que se encuentre algún obstáculo, se extraerá el tubo, se reperforará para eliminarlo y, tras revisar el tubo y envolver en geotextil las zonas dañadas, se introducirá nuevamente el tubo de PVC.

Se procederá de igual manera cuando se compruebe, al introducir el tubo, que la longitud del taladro es inferior en más de cincuenta centímetros (50 cm) a la especificada.

La boca de los drenes se sellará con un tapón de arcilla. Una vez finalizada la instalación, se comprobará que no sale agua por el espacio comprendido entre tubo y taladro.

IV.IV.7.6.2. Medición y pago del tubo dren Californiano en taludes

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro (m) de dren californiano colocado en taludes.

El precio incluye el suministro el tubo dren de PVC envuelto en geotextil Tipo 4, perforación, mortero de sello para fijación al talud y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puesta en obra; así como, los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de tubo dren Californiano en taludes, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01090032	TUBO DREN CALIFORNIANO EN REFUERZO DE TALUDES PARA TODOS LOS DIÁMETROS Y TIPOS I/ PERFORACIÓN, MATERIALES Y LAS OPERACIONES NECESARIAS PARA SU EQUIPAMIENTO	m

IV.IV.8. IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE

En los apartados siguientes se presentan las especificaciones que deben cumplir los materiales de impermeabilización y drenaje del túnel y su puesta en obra.

IV.IV.8.1. IMPERMEABILIZACIÓN PRIMARIA

Durante la excavación, en las zonas donde se produzcan surgencias puntuales importantes de agua procedentes de filtraciones o donde defina la Supervisión de Obra, se podrán perforar drenes que extraigan el agua del trasdós de forma controlada. Estos se bajarán, mediante medias cañas de PVC, anclados en el paramento del sostenimiento, y que posteriormente serán cubiertos con una capa de hormigón proyectado. Estas conducciones conectarán con el drenaje longitudinal del túnel.

Los sistemas aceptados serán:

- ◆ Medias cañas con sujeción mediante morteros de fraguado rápido.
- ◆ Medias cañas con soporte mecánico.
- ◆ Láminas de plástico rígido preformado.

En cualquier caso, de acuerdo entre el Contratista y la Supervisión de Obra, se podrán realizar perforaciones y taladros en el sostenimiento para facilitar la concentración de agua en los puntos de recogida.

La sección mínima de los conductos de drenaje será de quince centímetros cuadrados (15 cm²), salvo indicación en contrario de la Supervisión de Obra.

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones. Para la cuantificación de la partida, se medirá ésta como unidad (Ud) de impermeabilización primaria mediante drenes de media caña.

El precio incluye el suministro de media caña de tubo de PVC tipo OBERHASLI o similar, fijaciones, mortero de recubrimiento y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puesta en obra; así como, los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de impermeabilización primaria, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04040001	IMPERMEABILIZACIÓN PRIMARIA MEDIANTE TUBOS DE MEDIA I/ TALADROS DE CAPTACIÓN, MASILLAS IMPERMEABILIZANTES, UNIONES ENTRE CANALES Y POSTERIOR GUNITADO	Ud.

IV.IV.8.2. LÁMINA DE PVC PARA IMPERMEABILIZACIÓN

Cuando el revestimiento de un túnel es con hormigón encofrado, la impermeabilización consiste en un conjunto de láminas plásticas de PVC soldadas entre sí que cubren totalmente el contorno de la sección colocadas entre el sostenimiento y revestimiento.

Esta impermeabilización tiene por objetivo impedir la entrada al interior de cada túnel de las aguas afluentes al mismo, eliminando goteos que puedan dañar los revestimientos y evitando situaciones peligrosas para la circulación.

IV.IV.8.2.1. Materiales de las láminas de PVC para impermeabilización

Se empleará para la impermeabilización del túnel una lámina de policloruro de vinilo (PVC) flexible y resistencia al desgarro de >45 kN/m, de acuerdo con lo dispuesto en la Norma ASTM D7176. Se instalará mediante clavos o botones y soldadura térmica, requiriendo la protección de geotextil para evitar el rasgado por acción de elementos punzantes o cortantes.

En las uniones entre dos láminas se dispondrá un solape que se soldará manualmente por termofusión con aire caliente o por electrosoldadura, para asegurar la estanqueidad de la impermeabilización en dichas juntas.

La membrana podrá ser translúcida u opaca, así como de varios colores. El espesor de la misma será de 2,0 mm.

IV.IV.8.2.2. Procedimiento constructivo de las láminas de PVC para impermeabilización

El Contratista colocará los diferentes tramos de la lámina de impermeabilización cubriendo bóveda del túnel; fijándola mediante clavos o botones al sostenimiento en bóveda y hastiales, y al terreno en la zona de contrabóveda. En los bordes de cada tramo de lámina impermeabilizante, los clavos o botones se situarán a una distancia entre sí de 50 cm, mientras que en el resto de zonas se utilizarán con una densidad de 4 a 6 ud/m² en la bóveda del túnel y de 2 a 4 ud/m² en el resto de la sección, dependiendo del estado del sostenimiento o terreno. El Contratista deberá asegurar que todos los clavos o botones quedan cubiertos y sellados, con el fin de asegurar la estanqueidad del conjunto.

El solape longitudinal mínimo entre láminas de impermeabilización adyacentes será de 12 cm, debiendo quedar soldadas en todo el contorno. En todos los casos la soldadura empleada será manual por termofusión con aire caliente o por termosoldadura. El Contratista evitará la formación de arrugas al soldar, de modo que la unión entre piezas garantice una completa impermeabilidad en las juntas.

En las zonas donde existan elementos previos o instalaciones existentes que deban ser salvados y que conlleven el corte o perforación de la lámina, el Contratista deberá sellar adecuadamente las mismas mediante parches termosoldados del mismo material, ejecutando los remates mediante masillas adecuadas al tipo de lámina utilizada.

IV.IV.8.2.3. Control de calidad de las láminas de PVC para impermeabilización

Se exigirá, a la llegada a la obra de cada lote de materiales para impermeabilización, la entrega de los correspondientes certificados de calidad que acrediten el cumplimiento de la normativa aplicable y las presentes especificaciones.

Salvo causas debidamente justificadas a juicio de la Supervisión de Obra, se dará comienzo a la colocación de los elementos de la contrabóveda y del revestimiento, en contacto con la impermeabilización de los túneles, inmediatamente después de finalizados los trabajos de colocación del geotextil y la lámina de PVC. De no ser así, todos los trabajos de conservación de la impermeabilización estarán a cargo del Contratista.

Los trabajos serán aceptados cuando, además de cumplirse el control de calidad de los materiales indicado anteriormente, las mediciones y verificaciones realizadas por la Supervisión de Obra sobre la impermeabilización terminada cumplan los requerimientos exigidos en esta especificación.

En este sentido, la Supervisión de Obra revisará como mínimo los siguientes puntos de verificación:

- ◆ Dimensiones del área de colocación y de los solapes en las juntas.
- ◆ Continuidad de las soldaduras entre láminas de PVC.
- ◆ Ausencia de daños por punzonamiento o rasgado de la lámina de PVC.
- ◆ Se comprobará la estanqueidad de todas las juntas.

En caso de encontrarse deficiencias, el Contratista deberá acometer las reparaciones necesarias en la impermeabilización para subsanarlas.

IV.IV.8.2.4. Medición y pago de las láminas de PVC para impermeabilización

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cuadrado (m²) de lámina de PVC para impermeabilización.

El precio incluye suministro de lámina de PVC de 2 mm de espesor, resistencia al desgarro >45 kN/m, incluye traslapes y recortes, anclajes, temosoldaduras y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puestas en obra; así como, los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de las láminas de PVC para impermeabilización, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04040002	LÁMINA DE PVC DE 2 mm DE ESPESOR EN IMPERMEABILIZACIÓN PRINCIPAL i/ SUMINISTRO, MONTAJE, CARRO O ANDAMIO DE MONTAJE, TERMOSOLDADURA Y ENSAYOS DE COMPROBACIÓN DE ESTANQUEIDAD, INCLUIDO ANCLAJES AL TERRENO	m ²

IV.IV.8.3. GEOTEXTIL PARA DRENAJE PRINCIPAL

Esta especificación está referida al geotextil empleado conjuntamente con la lámina impermeabilizante de PVC, entre el sostenimiento y el revestimiento del túnel en las secciones que, de acuerdo a los planos de proyecto, adopten esta solución para la impermeabilización del túnel.

La membrana geotextil es un material textil flexible, presentado en forma de láminas, constituido por filamentos continuos de polímeros sintéticos (polipropileno o poliéster) unidos mecánicamente sin soldadura. Las capas de fibra sintéticas continuas, unidas mecánicamente, deben estar exentas de defectos (zonas raleadas, agujeros o acumulación de fibras).

En el ámbito de los trabajos de las unidades constructivas objeto de esta especificación, los geotextiles empleados se dispondrán con la finalidad de cumplir funciones de protección de la lámina impermeabilizante a disponer.

El Contratista acometerá los trabajos de impermeabilización de la bóveda del túnel, con el fin de evitar la entrada de aguas de infiltración en el mismo. Para ello se dispondrá una membrana geotextil de protección y una lámina impermeabilizante de PVC. La naturaleza de la membrana geotextil se ajustará a lo presentado en esta especificación técnica.

Por tanto, el geotextil tendrá una doble misión:

- ◆ Por un lado, proteger a la lámina impermeabilizante de PVC de cualquier daño por punzonamiento, rasgado, etc., provocado por las irregularidades que pudieran existir en la superficie del soporte, así como de los efectos negativos inducidos por la construcción del revestimiento.
- ◆ Por otro, captar y conducir los caudales de infiltración hasta el sistema de drenes longitudinales ubicados en la base.

IV.IV.8.3.1. Materiales del geotextil para drenaje principal

El material consistirá en láminas de geotextil no tejido, constituido íntegramente por filamentos continuos de polipropileno virgen o poliéster unidos mecánicamente. El geotextil empleado deberá presentar una masa unitaria no menor de 500 g/m².

Las características mecánicas, hidráulicas y físicas de la membrana que proponga el Contratista, y las normas para la verificación de su cumplimiento, serán las indicadas en la siguiente tabla. Los

valores indicados en la **Tabla 8.3.1.I** corresponden a valores mínimos promedios, excepto en el caso del tamaño de abertura aparente, donde se refieren a valores máximos promedios.

Características	Ud	Valor requerido	Norma
Resistencia Grab	N	1100	ASTM D 4632
Resistencia al rasgado	N	400	ASTM D 4533
Resistencia al punzonado	N	2200	ASTM D 6241
Permitividad	s-1	0,2	ASTM D 4491
Tamaño de abertura aparente	mm	0,25	ASTM D 4751

Tabla 8.3.1.I.- Valores mínimos de las características mecánicas, hidráulicas y físicas del Geotextil para el drenaje principal.

IV.IV.8.3.2. Procedimiento constructivo del geotextil para drenaje principal

La colocación de la lámina de impermeabilización de PVC se realizará conjuntamente con la de la membrana geotextil, según se detalla en este apartado. El Contratista deberá aportar personal debidamente cualificado y entrenado para el manejo de los útiles y la obtención del nivel de calidad exigido, que será sometido a aprobación por parte de la Supervisión de Obra para la aceptación del mismo.

Previamente a la colocación de la impermeabilización de cada túnel, el Contratista deberá examinar toda la sección a tratar, eliminando cualquier elemento saliente susceptible de perforar o rasgar la lámina de impermeabilización, y suavizar la superficie de elementos punzantes no removibles con hormigón proyectado de fraguado rápido.

El material que se reciba en la obra estará bien protegido para resguardar el material y facilitar su manejo. En ningún caso se permitirá que el geotextil quede expuesto a los rayos ultravioletas durante más de 90 días.

El Contratista será responsable de la colocación de la membrana, debiendo ser realizada por personal especializado. La operación de tendido del geotextil se hará de tal modo que los solapes por superposición tengan un ancho no menor de 0,30 m.

IV.IV.8.3.3. Control de calidad del geotextil para drenaje principal

En materia de control de calidad, será de aplicación lo recogido en el apartado equivalente de la unidad "LÁMINA DE PVC PARA IMPERMEABILIZACIÓN".

IV.IV.8.3.4. Medición y pago del geotextil para drenaje principal

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cuadrado (m²) de geotextil suministrado y colocado.

El precio incluye el suministro y colocación de Geotextil de 500 gr/m², de polipropileno o poliéster, anclajes, traslapes, recortes y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puesta en obra; así como, los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de geotextil para drenaje principal, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01100007	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL DE 500 gr/m ² EN IMPERMEABILIZACIÓN DE TÚNEL	m ²

IV.IV.8.4. LÁMINA DRENANTE EN FALSO TÚNEL

La presente especificación comprende las indicaciones sobre materiales y ejecución de la lámina drenante para falso túnel, a disponer junto con la impermeabilización bituminosa, como elementos de impermeabilización y drenaje del exterior del falso túnel.

La solución, por tanto, consiste en la fijación al trasdós de la estructura de una lámina drenante que, conectada al sistema longitudinal constituido por un tubo también drenante, evacue las posibles aguas de filtración que puedan incidir sobre las obras a proteger.

El Contratista, antes de iniciar los trabajos, deberá entregar a la Supervisión de Obra un procedimiento de instalación de la lámina drenante para su aprobación.

IV.IV.8.4.1. Materiales de la lámina drenante en falso túnel

La lámina drenante estará compuesta de dos telas filtrantes que cubren al núcleo drenante intermedio. Éste está formado por monofilamentos de poliamida con un índice de huecos del orden del noventa y cinco por ciento (95%) más menos el uno por ciento ($\pm 1\%$). Las dos telas filtrantes son de geotextil no tejido a base de hilos de poliéster recubiertos de poliamida unidos por soldadura.

Las telas filtrantes sobresalen por cada lado del núcleo drenante para poder solapar la unión de una pieza con la contigua, recubriendo la fábrica en su totalidad.

La Supervisión de Obra podrá autorizar la utilización de láminas filtrantes en la que una de las telas (la que queda adosada a la estructura) sea impermeable. En este caso podrá suprimirse la impermeabilización aplicada sobre el paramento.

El espesor de la lámina filtrante será como mínimo de quince milímetros (15 mm) y su peso por metro cuadrado no será inferior a seiscientos gramos por metro cuadrado (600 g/m²). El geotextil en contacto con el terreno tendrá un peso mínimo de ciento cincuenta gramos por metro cuadrado

(150 g/m²). La capacidad de evacuación de agua será superior a un litro por segundo y metro (1 l/s*m).

La Supervisión de Obra podrá autorizar el empleo de láminas filtrantes que utilicen otros procedimientos diferentes para mantener la separación entre láminas, previa acreditación por parte del Contratista de que el producto ha sido empleado, con resultados satisfactorios en obras similares.

IV.IV.8.4.2. Medición y pago de la lámina drenante en falso túnel

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cuadrado (m²) de lámina drenante.

El precio incluye suministro e instalación de lámina drenante de geotextil, de espesor mínimo de 15 mm y peso 600 g/m² y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puesta en obra; así como, los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de lámina drenante en falso túnel, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01100011	LÁMINA DRENANTE EN TRADOS DE MUROS	m ²

IV.IV.8.5. LÁMINA IMPERMEABILIZANTE VISTA

Esta especificación comprende los materiales y ejecución de las láminas impermeabilizantes vistas a disponer en aquellas secciones así indicadas en los Planos.

El Contratista, antes de iniciar los trabajos, deberá entregar a la Supervisión de Obra un procedimiento de ejecución de la lámina impermeabilizante vista para su aprobación

IV.IV.8.5.1. Materiales de la lámina impermeabilizante vista

Se utilizarán láminas tipo CARFOAM o similar, de 4 mm de espesor siempre que se garanticen las adecuadas resistencias mecánicas, indicadas a continuación:

- ◆ Resistencia a tracción >1100 N/50mm (ISO 527-3).
- ◆ Alargamiento a la rotura mayor al 30% (ISO 527-3).
- ◆ Resistencia al punzonamiento no menor de 700N.

En lo que respecta a la composición del elemento, se trata de una combinación de films y de espuma de polietileno en estructura celular cerrada. La naturaleza hidrofóbica del polietileno físicamente reticulado, hace que la absorción de agua sea prácticamente nula. Por consiguiente, evita cualquier tipo de filtración, permitiendo una canalización adecuada que no deteriore las instalaciones.

La espuma de polietileno reticulado físicamente, tiene un coeficiente de conductividad térmica muy bajo (0,034 kcal/hm °C), lo que proporciona un buen aislamiento térmico. Esta característica minimiza los posibles riesgos de condensación y congelación de agua.

Debido a su bajo grado de difusión de vapor de agua, la lámina actúa como una excelente barrera de vapor.

La combinación de espuma y rafia logra un balance idóneo entre la resistencia al desgarro y la elasticidad necesaria para su colocación. Asimismo, presenta una buena resistencia al punzonamiento estático y dinámico.

La lámina debe presentar resistencia a:

- ◆ Ataques de aguas con cargas minerales disueltas.
- ◆ Contacto con materiales de construcción (p.e morteros).
- ◆ Disolventes químicos a temperaturas normales.
- ◆ Salidas permanentes de humos.
- ◆ Inalterabilidad y durabilidad.

La lámina deberá ser resistente al envejecimiento y a las más extremas condiciones ambientales (humedad constante, cambios climáticos bruscos). Sus propiedades deben permanecer inalterables entre -60°C y +80°C. Por otra parte, no debe ser atacada por microorganismos o bacterias, así como por roedores o pájaros.

Resistencia al fuego adecuada de acuerdo con las exigencias normativas exigidas donde se espera su aplicación.

En lo que respecta a la Estanqueidad, el proceso de soldadura térmica de las juntas debe asegurar una perfecta estanqueidad, además de una resistencia a la tracción de las juntas comparable a la intrínseca del material.

La lámina se fijará al revestimiento de la Galería mediante anclajes, con una densidad de 6 ud/m². La cabeza de estos anclajes quedará tapada por una pieza de lámina termosellada.

La solución comercial propuesta por el contratista debe ser previamente autorizada por la Supervisión de Obra.

Para la puesta en obra se seguirán las especificaciones mostradas para las láminas de PVC, teniendo en consideración las particularidades y adaptaciones exigidas por el fabricante.

IV.IV.8.5.2. Medición de la lámina impermeabilizante vista

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cuadrado (m²) de lámina vista de impermeabilización.

El precio incluye suministro de lámina tipo CARFOAM, de 6 mm de espesor y resistencia al punzonamiento de 700 N, incluye anclajes, recortes, traslapos y todas las operaciones y materiales necesarios para su correcta instalación y puesta en obra; así como, los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de lámina impermeabilizante vista, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04040003	LÁMINA IMPERMEABILIZANTE VISTA TIPO CARFOAM O SIMILAR i/ SUMINISTRO, MONTAJE, CARRO O ANDAMIO DE MONTAJE, TERMOSOLDADURA, INCLUIDO ANCLAJES AL TERRENO	m ²

IV.IV.8.6. TUBOS COLECTORES DE HORMIGÓN

La presente especificación comprende las disposiciones a tener en cuenta en la fabricación, acopio y puesta en obra de los tubos colectores de hormigón en masa y armados de diámetro y posición indicadas en los planos, a disponer como elementos principales de canalización del drenaje longitudinal del túnel y de la canalización de aguas en el exterior, hasta su vertido al cauce natural.

Además de los requisitos impuestos por esta especificación, el Contratista habrá de atender a las consideraciones del fabricante de los tubos, en relación a su puesta en obra y control de calidad. También se habrá de atender a las especificaciones particulares de la Sección 5.601 del Manual de Carreteras de Chile o de la Sección L-VIII del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de Argentina, según proceda.

IV.IV.8.6.1. Materiales de los tubos colectores de hormigón

Los tubos deberán ser prefabricados, de compresión radial de hormigón, con sistema de unión en enchufe de campana y unión elástica con junta de goma de deslizamiento y compresión.

Los tubos de diámetros Ø400 y Ø500 se fabricarán según la Norma ASTM C14, perteneciendo a la categoría resistente Clase 3, conforme a dicha norma o a la Clase R conforme a la Norma EN 1916, habiendo de garantizar una resistencia de 44 kN/ml a los 28 días en el ensayo de tres aristas.

Los tubos de diámetro Ø1000 indicados en los Planos se fabricarán según la Norma ASTM C76, perteneciendo a la categoría resistente Clase III, conforme a dicha norma, habiendo de garantizar una resistencia de 100 kN/ml a los 28 días en el ensayo de tres aristas.

El fabricante deberá indicar en cada tubo, al menos, los siguientes datos:

- ◆ HM (hormigón en masa) / HA (hormigón armado).
- ◆ DN (diámetro nominal en milímetros).
- ◆ Clase resistente (Clase 3 para tubos de hormigón en masa y Clase III para tubos de hormigón armado).
- ◆ Número de lote.
- ◆ Fecha de fabricación.

Las juntas de goma, serán macizas de caucho natural cumpliendo la Norma EN 681-1.

Los sistemas de fabricación de la tubería permitirán cubrir los criterios de tolerancia de las normas ASTM C14 y ASTM C76.

El Control de materias primas y productos acabados y la supervisión y contraste del autocontrol de la producción será realizado por un laboratorio acreditado.

La superficie interior será suficientemente lisa e impermeable y los tubos serán fuertes, duraderos, libres de defectos, grietas o deformaciones.

IV.IV.8.6.2. Procedimiento constructivo de instalación de tubos colectores de hormigón

El Contratista deberá garantizar la disposición de los equipos y mano de obra suficientes para la correcta colocación de los tubos y ejecución de las juntas.

El Contratista deberá verificar que el material es el solicitado y descrito en el albarán de entrega, así como verificar visualmente el perfecto estado de los tubos para su colocación.

Las juntas de goma empleadas en la unión de los tubos deberán guardarse de forma que se asegure su protección de la luz solar y el frío, evitando agrietamientos y endurecimientos perniciosos para el material.

El acopio en obra se habrá de llevar a cabo tan cerca como sea posible de la zona en que está prevista la instalación de los tubos, evitándose transportes que puedan dañar los mismos.

El transporte desde la fábrica a la obra no se iniciará hasta que haya finalizado el período de curado.

IV.IV.8.6.2.1. Manipulación de los tubos colectores de hormigón en obra

Las maniobras de manipulación se deberán realizar con eslingas, cintas o cadenas para tubos de pequeño diámetro, estrangulando estos por su centro de gravedad o bien centrando los cables de izado en dos puntos. En ningún caso se deberán manipular los tubos pasando cables o eslingas por su interior.

En la descarga del camión, una vez suspendido el tubo y hasta situarlo en su lugar de acopio, han de tenerse en cuenta las siguientes precauciones:

- ◆ Evitar golpes entre tubos y contra el terreno.
- ◆ Evitar que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados o sobre roca.
- ◆ Después de la descarga, evitar que los tubos sean arrastrados o puedan rodar.

IV.IV.8.6.2.2. Colocación de las juntas de goma entre los tubos colectores de hormigón

Las juntas de goma, se colocan directamente en su posición, y no en la punta del tubo, apoyadas contra el escalón del extremo macho del tubo. En el montaje del tubo se facilitará su deslizamiento por la campana del otro tubo con ayuda de un lubricante, consiguiendo que la junta quede comprimida cuando los tubos estén ensamblados y en su posición final.

Las precauciones a tener en cuenta en la colocación de este tipo de junta son:

- ◆ Limpiar las sustancias extrañas de la superficie interior de la campana.
- ◆ Lubricar la superficie interior de la campana mediante el uso de una brocha. Una mala lubricación, evitando que la junta se monte sobre el escalón.
- ◆ Colocar la junta en su posición final, apoyándola contra el escalón y lubricarla, sobre todo en tiempo caluroso.
- ◆ Una vez colocada la junta, estirar la misma para igualar las tensiones en todo su contorno, evitando una desigual tensión de la goma que puede causar fugas o romper la campana.
- ◆ Aplicar lubricante a la junta ya colocada en la espiga del extremo macho del tubo y en la campana.
- ◆ Alinear longitudinalmente la campana y el macho de los tubos que se van a enchufar, comprobando que la junta hace contacto con la zona interior de la campana a lo largo de toda su circunferencia y proceder su enchufe.

IV.IV.8.6.2.3. Instalación de los tubos colectores de hormigón

La colocación de los tubos debe comenzar en el extremo aguas abajo de la traza, situando las campanas de los tubos orientadas aguas arriba.

La desviación longitudinal que originen dos tubos contiguos, no será mayor a la indicada por el fabricante.

Se realizarán camas de apoyo de hormigón simple de 20 MPa, de un mínimo de quince centímetros y un ángulo de apoyo de al menos 90°, que eviten hundimientos y apoyos puntuales o lineales de la tubería.

El correcto apoyo de los tubos sobre la cama es fundamental para el buen funcionamiento mecánico del colector. Una vez depositados los tubos, se limpiarán nuevamente.

Se deberán prever nichos con suficiente holgura en la cama de apoyo para alojar las campanas y conseguir que el tubo quede apoyado en toda su generatriz inferior.

La conexión de cada tubo nuevamente colocado, al último tubo ya dispuesto, se llevará a cabo conforme a las indicaciones del fabricante.

Por norma general, el tubo que se vaya a instalar se deberá encontrar suspendido, mientras se le aplica la fuerza de empuje durante el emboquillado, evitando el arrastre de la junta en su parte inferior, que podría causar fugas o rotura de la campana.

La aplicación de la fuerza axial de empuje deberá realizarse de manera que la misma se aplique lo más concéntricamente posible, consiguiendo que el tubo a emboquillar entre alineado con el tubo instalado anteriormente.

Las uniones de los tubos de hormigón prefabricado a las arquetas de conexión, se efectuarán en conformidad con lo indicado en los Planos.

IV.IV.8.6.2.4. Hormigonado del dado de recubrimiento de los tubos colectores de hormigón

Los tubos, una vez colocados, se habrán de hormigonar en su contorno conforme a lo indicado en los Planos del Proyecto. A efectos de las especificaciones de dicho hormigón y del proceso de ejecución, será de aplicabilidad lo dispuesto para la unidad "HORMIGÓN SIMPLE G20/H-20".

IV.IV.8.6.2.5. Pruebas de estanqueidad en obra de los tubos colectores de hormigón

La prueba se realizará una vez instalados los tubos, ejecutadas las arquetas y siempre antes del relleno.

El método consistirá en la obturación de la entrada de la tubería en su extremo de aguas abajo y el llenado de la tubería y la arqueta de aguas arriba. Transcurridos 30 minutos después del llenado se inspeccionarán los tubos, las juntas y los pozos, comprobándose que no existen pérdidas de agua.

En caso de apreciarse fugas, se habrá de proceder a su corrección, realizando posteriormente otra prueba de las características anteriormente descritas.

IV.IV.8.6.3. Control de calidad de los tubos colectores de hormigón

El Contratista deberá efectuar los siguientes ensayos sobre los tubos prefabricados:

- ◆ Examen visual del aspecto general de los tubos y piezas para juntas y comprobación de dimensiones y espesores.
- ◆ Ensayo de estanqueidad (conforme al procedimiento descrito anteriormente)
- ◆ Ensayo de aplastamiento, en conformidad con las normas ASTM C14 (hormigón en masa) y ASTM C76 (hormigón armado).

La Supervisión de Obra se reserva el derecho de realizar en fábrica, por medio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisos para el control de las diversas etapas de fabricación, según las prescripciones de este pliego.

El fabricante avisará a la Supervisión de la Obra con quince días (15 d) de antelación, como mínimo, del comienzo de fabricación de los tubos y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas.

La Supervisión de la Obra exigirá al Contratista el certificado de garantía de que se efectuaron en forma satisfactoria los ensayos y de que los materiales utilizados en la fabricación cumplieron las especificaciones correspondientes. Este certificado podrá sustituirse por un sello de calidad reconocido oficialmente.

La Supervisión de la Obra, si lo estima necesario, podrá ordenar en cualquier momento la realización de ensayos sobre lotes, aunque hubiesen sido ensayados en fábrica, para lo cual el Contratista avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estos ensayos de los que se levantará acta, y los resultados obtenidos en ellos prevalecerán sobre cualquier otro anterior.

Cada entrega en obra de los tubos y elementos será acompañada de un albarán especificando naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que la componen y deberá hacerse con el ritmo y plazos señalados en el Plan de Obra. Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte o que presenten defectos serán rechazadas.

Los ensayos de recepción, en el caso de que el Supervisor de las Obras lo considere oportuno, podrán sustituirse por un certificado en el que se expresen los resultados satisfactorios de los ensayos de estanqueidad, aplastamiento y flexión longitudinal del lote a que pertenezcan los tubos o los ensayos de autocontrol sistemáticos de fabricación que garanticen las propiedades anteriores.

Respecto al tipo de juntas propuestas, el Supervisor de Obra podrá ordenar ensayos de estanqueidad de tipos de juntas. En este caso, el ensayo se hará en forma análoga al de los tubos, disponiéndose dos trozos de tubo, uno a continuación del otro, unidos por su junta, cerrando los extremos libres con dispositivos apropiados y siguiendo el mismo procedimiento que para los tubos, se comprobará que no existe pérdida alguna.

La tolerancia para el diámetro interior del tubo se establece en uno por ciento (1%) de su diámetro nominal, sin exceder de quince milímetros (15 mm). Además, el promedio de los diámetros mínimos en las cinco secciones resultantes de dividir la longitud del tubo en cuatro partes iguales, no debe ser inferior a su diámetro nominal.

La tolerancia para el espesor del tubo se establece en cinco por ciento (5%) de su espesor nominal. Esta misma tolerancia se establece para el núcleo de los tubos pretensados.

La ovalización en la zona de junta deberá ser tal que la diferencia entre sus diámetros interiores máximo y mínimo no exceda del cero con cinco por ciento (0,5%) del diámetro nominal del tubo.

IV.IV.8.6.4. Medición y pago de los tubos colectores de hormigón

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de las partidas, se medirán las unidades como metro (m) de tubos colectores de hormigón en masa o en armado.

El precio para cada tipo de tubo colector incluye el suministro de dicho tubo colector de hormigón y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos; no incluye el hormigón de la cama de apoyo ni el hormigonado de dado de recubrimiento.

A continuación, se indican los códigos de los precios unitarios y las unidades de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de los tubos colectores de hormigón, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04040030	TUBO COLECTOR DEL DRENAJE PRINCIPAL DE HORMIGÓN EN MASA CLASE 3 Ø400 mm, EN TÚNEL	m
CRG04040031	TUBO COLECTOR DEL DRENAJE PRINCIPAL DE HORMIGÓN EN MASA CLASE 3 Ø500 mm, EN TÚNEL	m
CRG04040032	TUBO COLECTOR DE HORMIGÓN ARMADO CLASE III Ø1000 EN ALCANTARILLA mm, i/ MATERIALES PARA SU TOTAL TERMINACIÓN Y PUESTA EN OBRA	m

IV.IV.8.7. TUBO COLECTOR DE POLIETILENO ESTRUCTURADO SN8 Ø400 MM

Esta especificación hace referencia a los tubos colectores de polietileno de alta densidad (PEAD/PAD) estructurado a disponer como elementos de evacuación longitudinal, tanto de aguas de filtración, como de aguas de vertido, en el tramo de túnel asociado a la presencia de anhidritas, tal y como se indique en los planos.

Estos tubos, cuyas uniones se ejecutan por soldadura térmica, presentan una estanqueidad superior a los tubos de hormigón empleados en los colectores del resto de la traza, por lo que su uso evita el riesgo de filtraciones del drenaje a las zonas inferiores de la sección transversal.

IV.IV.8.7.1. Materiales del tubo colector de polietileno estructurado SN8 Ø400 mm

Los tubos deberán estar fabricados en Polietileno de Alta Densidad (PEAD, PAD o HDPE, según sus siglas en inglés) y ser de tipo estructurado.

El polietileno que conforme los tubos, ha de ser virgen y cumplir con la norma ISO 12162.

Todos los tubos empleados habrán de cumplir con la norma ASTM F667 o la norma EN-13476.

La categoría resistente empleada será de tipo SN8, con una rigidez anular de 8 kN/m², conforme a la norma ISO 9969.

IV.IV.8.7.2. Procedimiento de ejecución del tubo colector de polietileno estructurado SN8 Ø400 mm

Las tuberías y sus accesorios se manipularán con cuidado para evitar golpes, rasgaduras y arañazos.

Las maniobras de manipulación deben realizarse con útiles o piezas especiales que no dañen ni deformen el tubo. Todas las superficies que vayan a estar en contacto con el material deben estar debidamente protegidas.

Si debido a la manipulación o almacenaje defectuoso una tubería resultase dañada, se habría de reponer el tramo afectado totalmente, por cuenta del Contratista.

El transporte se realizará en vehículos provistos de un plano horizontal, con superficie lisa y exenta de elementos punzantes.

Las tuberías deben descansar por completo sobre la superficie del vehículo, evitando que el extremo de las mismas sobresalga por la parte posterior más de 40 cm.

Se deben proteger los extremos de los tubos para evitar daños. No se utilizarán amarres metálicos para sujetar las tuberías.

Las tuberías no deben someterse a esfuerzos durante el transporte, evitando colocar cargas pesadas encima que puedan provocar deformaciones y alterar su forma circular, especialmente en las bocas.

El acopio de palets es conveniente realizarlo en lugar firme y plano, para lo cual se aconseja la utilización de cuñas de madera si el tubo está fuera del marco de madera. No es aconsejable acopiar más de tres alturas de palets.

Es aconsejable que los tubos no estén expuestos a la radiación solar durante largos períodos de almacenamiento. Los accesorios deberán permanecer en sus embalajes hasta su empleo.

Los tubos no deben estar almacenados en lugares próximos a fuentes de calor ni a materiales combustibles, tales como pinturas, disolventes o adhesivos.

IV.IV.8.7.2.1. Uniones entre tubos colectores de polietileno estructurado SN8 Ø400 mm

Las uniones entre tubos contiguos de PAD estructurado se harán por medio de soldaduras a tope, asegurando la estanqueidad de la unión resultante. Para ello, el proceso habrá de adecuarse a las indicaciones del fabricante, comprendiendo de forma general las siguientes directrices:

- ◆ Refrentado de las caras a soldar, garantizando que sean lisas, homogéneas y perpendiculares en toda la unión.
- ◆ La soldadura a tope debe realizarse de forma que coincida con la primera mitad del valle de la corruga de cada tubo.
- ◆ Una vez preparadas las caras, se realiza la soldadura por exposición a una elevada temperatura de ambas caras de las tuberías.

Todas las juntas se deberán someter a las comprobaciones de estanqueidad propuestas por el fabricante de los tubos.

IV.IV.8.7.2.2. Uniones entre tubos y arquetas del tubo colector de polietileno estructurado SN8 Ø400 mm

Las uniones entre arquetas y tubos, se efectuarán asegurando la estanqueidad del conjunto, habiéndose de disponer anillos de estanqueidad para cámaras conforme a lo indicado en los Planos de detalle.

El hormigonado del dado de recubrimiento que aporte rigidez al conjunto y garantice la protección de los tubos ante el tráfico de vehículos, se hará asegurando que no se producen abolladuras o

cambios de nivelación en la tubería. Para ello, podría ser necesario ejecutar primeramente una cama de apoyo en hormigón, que garantice la geometría indicada en los Planos.

IV.IV.8.7.2.3. Hormigonado del dado de recubrimiento del tubo colector de polietileno estructurado SN8 Ø400 mm

Los tubos, una vez colocados, se habrán de hormigonar en su contorno conforme a lo indicado en los Planos del Proyecto. A efectos de las especificaciones de dicho hormigón y del proceso de ejecución, será de aplicabilidad lo dispuesto para la unidad "HORMIGÓN SIMPLE G20/H-20".

IV.IV.8.7.3. Medición y pago del tubo colector de polietileno estructurado SN8 Ø400 mm

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro (m) tubo colector de polietileno de alta densidad estructurado colocado en obra.

El precio incluye suministro del tubo de polietileno estructurado SN8 de Ø400 mm y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos; no incluye el hormigón de la cama de apoyo ni el hormigonado de dado de recubrimiento.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos del tubo colector de polietileno estructurado SN8 Ø400 mm, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04040017	TUBO COLECTOR DEL DRENAJE PRINCIPAL DE POLIETILENO ESTRUCTURADO SN8 Ø400 mm	m

IV.IV.8.8. TUBO DREN CALIFORNIANO PARA FRENTE DE EXCAVACIÓN

Esta especificación hace referencia a las consideraciones relativas a materiales y puesta en obra de los drenes californianos ejecutados en el frente de excavación con objeto de evacuar las afluencias puntuales de agua.

Se designa como dren californiano a una perforación efectuada en el frente excavación en el que se introduce un tubo ranurado de PVC de 65 mm de diámetro, envuelto en geotextil, para evitar el arrastre de finos. Su función es drenar el macizo, aliviando la presión hidrostática en el mismo y evitando el afloramiento de agua el frente del túnel.

Los drenes californianos se realizarán en aquellos frentes que designe la Supervisión de Obra, además de lo indicado en los planos. Asimismo, el Supervisor fijará la separación, profundidad e inclinación de los drenes en función de las condiciones existentes en cada caso.

A efectos de la presente especificación, resultará de aplicabilidad lo indicado para la unidad “TUBO DREN CALIFORNIANO EN TALUDES”.

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro (m) de dren californiano colocado en frente de excavación.

El precio incluye el suministro de tubo dren de 60 mm todas las operaciones y materiales necesarios, para su instalación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos del tubo dren californiano para frente de excavación, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01090033	TUBO DREN CALIFORNIANO DE 60 MM DE DIÁMETRO PARA FRENTE DE EXCAVACIÓN MATERIALES Y LAS OPERACIONES NECESARIAS PARA SU EQUIPAMIENTO	m

IV.IV.8.9. TUBOS DE PVC PARA EL SISTEMA DE DRENAJE

La presente especificación técnica comprende las consideraciones relativas a calidad de materiales, equipos y puesta en obra a tener en cuenta en el suministro y colocación de tubos drenantes longitudinales al eje del túnel, que tienen como objetivo la recogida de aguas del trasdós de las secciones así dispuestas según los planos del Proyecto, tubos de conexión entre drenes principales y colectores longitudinales y tubos drenantes en zanjas en el exterior.

IV.IV.8.9.1. Materiales de los tubos de PVC para el sistema de drenaje

Las tuberías serán de policloruro de vinilo (PVC), no plastificado, y diámetro externo nominal indicado en los Planos, de acabado ranurado o liso en función de cada tubo, de igual forma en concordancia con los Planos del Proyecto.

Se entiende como P.V.C. no plastificado la resina de cloruro de polivinilo no plastificado, técnicamente puro (menos del uno por ciento (1 %) de impurezas) en una proporción del noventa y seis por ciento (96 %), exento de plastificantes. Podrá contener otros ingredientes tales como estabilizadores, lubricantes, modificadores de las propiedades finales y colorantes.

Las características físicas del material que constituye la pared de los tubos en el momento de su recepción en obra serán las que se presentan en la **Tabla IV.IV.8.9.1.I.**

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	VALORES	MÉTODO DE ENSAYO	OBSERVACIONES
Densidad	De 1,35 a 1,46 t/m ³	ISO 1183-2	
Temperatura de Reblandecimiento	75 ° C	ISO 306	Carga de ensayo de 1 kg
Resistencia a tracción Simple	50 N/mm ²	ISO 1452-1	El valor menor de las cinco probetas
Alargamiento a la rotura	80 por 100	ISO 1452-1 y 1452-2	El valor menor de las cinco probetas

TablaIV.IV. 8.9.1.I.- Características físicas del material que constituye los tubos de PVC para el sistema de drenaje.

La Supervisión de Obra podrá solicitar los Certificados del fabricante sobre las características de los tubos suministrados, así como realizar los correspondientes ensayos de comprobación.

El tubo debe fabricarse a partir de una banda nervada del material citado cuyos bordes están conformados para ser engatillados. La banda se enrolla helicoidalmente formando el tubo del diámetro que se desee, mediante una máquina especial, que además de fijar el diámetro, efectúa el encaje de los dos bordes de la banda y aplica sobre éstos un polimerizador que actúa como soldadura química.

Los equipos que emplee el Contratista en esta actividad deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación y del programa de trabajo. Los equipos deberán de cumplir con las especificaciones de normas ambientales.

La Supervisión de Obra podrá solicitar los Certificados del fabricante sobre las características de las tuberías suministradas, así como realizar los correspondientes ensayos de comprobación.

IV.IV.8.9.2. Procedimiento constructivo de los tubos de PVC para el sistema de drenaje

Todas las tuberías del sistema de drenaje deberán disponerse en la forma y diámetros indicados por los planos del proyecto.

El entronque de las tuberías con las arquetas se realizará recibiendo la tubería con mortero, quedando enrasado su extremo con la cara interior de la arqueta o boquilla.

Con la finalidad de brindar un soporte firme, estable y uniforme a las tuberías, éstas se apoyarán sobre una cama nivelada. Los tubos deberán estar apoyados y se procurará restringir el movimiento del tubo.

El ancho de las zanjas en que se instalen los tubos, en los casos que corresponda, será el indicado en los planos.

IV.IV.8.9.3. Control de calidad de los tubos de PVC para el sistema de drenaje

Las tuberías de PVC, así como los accesorios suministrados para las mismas, deberán cumplir con la norma ISO 4435.

Entre algunas de sus propiedades físicas destacan las siguientes:

- ◆ Peso Específico: 1,44 g/cm³ a 25°C
- ◆ Absorción de agua: < 40 g/m²
- ◆ Estabilidad dimensional a 150°C: < 5%
- ◆ Coeficiente de dilatación térmica: 0,06-0,08 mm/m/°C
- ◆ Inflamabilidad: autoextingible
- ◆ Rugosidad Absoluta: Ks = 0,0000015 m
- ◆ Coeficiente de fricción: n = 0,009 Manning
- ◆ Punto Vicat: > 79°C

Se comprobará que los diferentes elementos constructivos cumplen con las dimensiones especificadas, así como su ubicación en planta de acuerdo a los planos.

IV.IV.8.9.4. Medición y pago de los tubos de PVC para el sistema de drenaje

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de las partidas, se medirá cada elemento como metro lineal (ml) de tubería de PVC colocada.

Cada precio incluye el suministro de su tubo de PVC correspondiente para el sistema de drenaje previsto en los planos y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indican los códigos de los precios unitarios y las unidades de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos para tubos de PVC para el sistema de drenaje, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04040009	TUBO DE PVC LISO DE 90 mm DE DIÁMETRO PARA DRENAJE, EN TÚNEL	m
CRG04040006	TUBO DE PVC LISO DE 120 mm DE DIÁMETRO PARA DRENAJE, EN TÚNEL	m
CRG04040012	TUBO DE PVC LISO DE 150 mm DE DIÁMETRO PARA DRENAJE, EN TÚNEL	m
CRG04040021	TUBO DE PVC LISO DE 200 mm DE DIÁMETRO PARA DRENAJE, EN TÚNEL	m
CRG04040013	TUBO PVC NO RANURADO DE 120 mm DE DIÁMETRO PARA DRENAJE, EN TÚNEL	m
CRG04040014	TUBO PVC RANURADO DE 250 mm DE DIÁMETRO PARA DRENAJE, EN TÚNEL	m

IV.IV.8.10. CUNETA EN HORMIGÓN DE 20 MPA

La presente Especificación hace referencia a la ejecución de cunetas mediante hormigón en masa, según forma y dimensiones definidas en las secciones tipo y planos de drenaje.

La cuneta y los cunetones con su forma geométrica adecuada revestidas se utilizarán como:

- ❖ Cunetas de protección de taludes. En coronación de los desmontes y al pie de los rellenos, siempre que la escorrentía del terreno natural vierta hacia la traza.
- ❖ Cunetas de la plataforma. Entre la plataforma y el pie de talud de los desmontes, así como en las bermas que se dispongan, cuando así lo indiquen los planos, en taludes tanto de desmonte como de terraplén. Se utilizará, asimismo, cuando así lo indique la Supervisión de Obra en la explanación de caminos de enlace.

IV.IV.8.10.1. Materiales de la cuneta en hormigón de 20 MPA

El hormigón a emplear en la ejecución de las zanjas habrá de garantizar una resistencia característica a compresión simple a los 28 días de 20 MPa en probeta cilíndrica.

Las zanjas, con su forma geométrica adecuada revestidas se utilizarán como elementos de protección de taludes en la coronación de los desmontes.

Se habrá de conformar la superficie de apoyo de la zanja en el terreno. El encuentro con el terreno natural se realizará sin saltos ni discontinuidades, con las formas lo más redondeadas posibles.

Los requerimientos de las zanjas serán los siguientes:

- ◆ Espesor del hormigón indicado en los Planos
- ◆ Resistencia característica estimada del hormigón a los 28 días mayor o igual a $0,9 \times F_{ck}$
- ◆ Tolerancias de ejecución:
 - ◆ Planeidad: ± 4 mm/m
 - ◆ Replanteo: ± 10 mm/m
 - ◆ Dimensiones: ± 5 mm
- ◆ En lo relativo a los agregados, aditivos y agua de hormigonado, se atenderá a lo dispuesto para la unidad constructiva “HORMIGÓN ARMADO G35/H-35”.

IV.IV.8.10.2. Procedimiento de ejecución de la cuneta en hormigón de 20 MPA

El encuentro con el terreno natural se realizará sin saltos ni discontinuidades, con las formas lo más redondeadas posibles.

Las pendientes serán las indicadas en los Planos del proyecto o en su defecto las que fije el Supervisión de Obra. Cualquier diferencia respecto de los valores establecidos deberá ser subsanada por el Contratista a su costa.

Se revestirá en su totalidad con hormigón.

Las pequeñas irregularidades superficiales deberán corregirse mediante la aplicación de mortero de cemento.

Las conexiones de las cunetas con las arquetas, se efectuarán a las cotas indicadas en los Planos.

El revestimiento llevará juntas cada tres metros (3,00 m) aproximadamente; su ejecución se atenderá a las condiciones impuestas a la unidad de hormigón.

IV.IV.8.10.3. Medición y pago de la cuneta en hormigón de 20MPA

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cubico (m^3) hormigón en cuneta.

El precio incluye suministro de hormigón, encofrado, fratasado, juntas, acabado de las cunetas y todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos. No incluye la excavación.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de cuenta en hormigón de 20 MPA, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG02050002	HORMIGÓN EN MASA G20/H-20 ($f_c' = 20$ MPa) EN FORMACIÓN DE CUNETAS i/ ENCOFRADO, FRATASADO, ACABADOS Y JUNTAS	m ³

IV.IV.8.11. BAJANTE PREFABRICADA EN HORMIGÓN

La presente especificación se refiere a las bajantes prefabricadas de hormigón, de geometría y posición indicadas en los Planos, a disponer como elementos de canalización de aguas.

La función de las bajantes es evitar la erosión de los taludes por el agua procedente tanto de la cuneta de coronación en los desmontes, como de las obras de conducción de aguas del drenaje proveniente del túnel.

IV.IV.8.11.1. Materiales de la bajante prefabricada en hormigón

Estas canaletas estarán constituidas por piezas prefabricadas de ancho indicado en los Planos, constituidas con hormigón G20/H-20, cuyas especificaciones serán comunes a las de la unidad "HORMIGÓN SIMPLE G20/H-20".

IV.IV.8.11.2. Procedimiento de ejecución de la bajante prefabricada en hormigón

Las piezas prefabricadas se colocarán siguiendo alineaciones rectas, montando una pieza sobre otra, según se indica en Planos. La pendiente será uniforme a lo largo de toda la alineación. El Contratista realizará el acondicionamiento del apoyo necesario, incluso colocando una pequeña cama de hormigón en masa G20/H-20, para lograr que las piezas descansen sobre el terreno en toda su longitud.

No se admitirá la colocación de piezas defectuosas, desportilladas, fisuradas, etc., incluso en el caso de que el Contratista proponga repararlas una vez colocadas.

IV.IV.8.11.3. Medición y pago de la bajante prefabricada en hormigón

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro (m) de bajante prefabricada en hormigón.

El precio incluye excavación, preparación de la superficie de asiento, hormigón G20/H-20, rejuntado con mortero, remates y todas las operaciones y materiales necesarios, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de la bajante prefabricada en hormigón, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG02060003	BAJANTE PREFABRICADA DE 0,50 m DE ANCHO INTERIOR i/ SUMINISTRO, TRANSPORTE, EXCAVACIÓN, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ASIENTO CON HORMIGÓN G20/H-20 ($f_c' = 20$ MPa) DE 10 cm DE ESPESOR, REJUNTADO CON HORMIGÓN O MORTERO Y P.P. DE EMBOCADURAS Y REMATES	m

IV.IV.8.12. IMPERMEABILIZACIÓN BITUMINOSA

La presente especificación hace referencia a la impermeabilización bituminosa a disponer en los tramos de túnel falso (entre la lámina drenante y la cara exterior del hormigón) y en la capa superior de la contrabóveda en el tramo en anhidritas (bajo el relleno granular seleccionado), conforme a lo indicado en los planos.

IV.IV.8.12.1. Materiales de la impermeabilización bituminosa

El sistema consistirá en una membrana monocapa termosoldable, formada por una lámina de betún elastómero (tipo LBM-60/G-FP o similar), de densidad orientativa de seis kilogramos por metro cuadrado de masa nominal (6 kg/m^2), armada con fieltro de poliéster y autoprotegida en superficie por una capa de gránulos minerales o de pizarra. Este tipo de lámina presentará una franja longitudinal sin gránulos de 8 ± 1 cm, de ancho para permitir la soldadura de hileras contiguas.

Las láminas termosoldables de impermeabilización deben resistir: a) las deformaciones de la estructura de hormigón (resistencia a la tracción y alargamiento de rotura); b) el arranque por defecto de adherencia a la estructura de hormigón (resistencia de la unión a hormigón); c) el punzonamiento causado por la presión de áridos minerales angulosos y d) el envejecimiento por acción de los agentes atmosféricos. Con estos fines, las muestras de lámina sometidas a ensayo deberán cumplir los siguientes valores mínimos:

- ◆ *Resistencia a la tracción:* mayor o igual a 750 Newtons por 50 mm (750 N/50 mm) en dirección longitudinal y mayor o igual a 650 Newtons por 50 mm (650 N/50 mm) en dirección transversal y *Alargamiento a la rotura:* superior al cuarenta y cinco por ciento con una tolerancia del mas menos quince por ciento (45 ± 15 %), (ambos ensayos según norma EN 12311-1).
- ◆ *Resistencia de la unión a hormigón:* mayor o igual a cero coma cuatro Newtons por milímetro cuadrado (0,4 N/mm²), (ensayo según norma EN 13596).
- ◆ *Resistencia al punzonamiento estático:* mayor o igual a treinta y cinco kilogramos (35 kg) (ensayo según norma EN 12730 Método B).
- ◆ *Resistencia al envejecimiento:* tras envejecimiento según EN 1296 alcanza un valor menor o igual a cero grados centígrados (0 °C) de flexibilidad a baja temperatura (ensayo según norma EN 1109) y un valor mayor o igual a noventa grados centígrados (90 °C) de resistencia a la fluencia (ensayo según norma EN 1110).

El Contratista deberá presentar para cada partida de láminas bituminosas recibida en obra, el certificado del fabricante que garantiza sus características.

A criterio de la Supervisión de Obra, si el Contratista presentara un certificado de calidad de cada producto emitido por una entidad certificadora, éste podría eximir de la realización de algunos ensayos de control de recepción. En caso de requerirse el ensayo de adherencia al soporte, éste se llevará a cabo al inicio del tajo. El ensayo deberá realizarse sobre la primera lámina aplicada.

IV.IV.8.12.2. Procedimiento de ejecución de la impermeabilización bituminosa

La superficie de la estructura de hormigón, cuya edad será siempre superior a veintiocho días (28 d), no debe presentar cavidades ni elementos salientes que puedan dañar la membrana de impermeabilización. Se eliminará mediante barrido y/o aspiración todo material y polvo suelto, con la ayuda si fuera preciso de un lavado con agua a presión.

Una vez obtenida la superficie convenientemente uniforme, llana y limpia, totalmente seca, y previa aprobación de su estado por la Supervisión de Obra, se procederá a la aplicación de una capa de imprimación bituminosa recomendada por el fabricante de la membrana, con una dotación de entre ciento cincuenta y doscientos cincuenta gramos por metro cuadrado ($150 - 250 \text{ g/m}^2$) sin formar capa gruesa. La aplicación se realizará sobre toda la superficie indicada en los planos. La aplicación y secado se realizará a una temperatura ambiente y del soporte igual o superior a cinco grados centígrados (5°C). Antes de aplicar la lámina impermeabilizante la imprimación deberá estar seca. Una vez aplicada la imprimación de la estructura, se colocará la membrana impermeabilizante.

Se recomienda no realizar trabajos de impermeabilización cuando la temperatura exterior sea menor que menos cinco grados centígrados (-5°C).

Sobre la imprimación seca se adherirá la lámina de betún elastómero tipo LBM-60/G-FP, de seis kilogramos por metro cuadrado de masa nominal (6 kg/m^2), armada con fieltro de poliéster y autoprotegida en superficie por una capa de gránulos minerales o de pizarra.

Los solapes transversales tendrán una anchura nominal de doce más menos un centímetro ($12 \pm 1 \text{ cm}$) y los longitudinales tendrán una anchura nominal de ocho más menos un centímetro ($8 \pm 1 \text{ cm}$).

Las hileras de láminas se colocarán en el sentido longitudinal del túnel o del túnel falso. Se empezarán a colocar desde el punto más bajo respetando las escorrentías, y se continuará hasta terminar una hilera, los solapes transversales no deben coincidir con los de la hilera contigua. En el sentido transversal, se empezarán a colocar desde los puntos más bajos respetando las escorrentías, siendo la última lámina a colocar la central, para impedir la entrada de agua entre los solapes.

Una vez efectuada la soldadura se hará un repaso de la misma, calentando el borde del solape y sellándolo con el paletín, a criterio de la Supervisión de Obra.

La circulación de maquinaria y vehículos de obra sobre las membranas antes de estar cubiertas, estará totalmente prohibida.

En el tramo de contrabóveda en anhidritas, el vertido y compactación posterior de material granular seleccionado de relleno sobre la impermeabilización bituminosa, se ejecutará con cuidado de no dañar o perforar la membrana, pudiendo ser necesario reducir el espesor de las tongadas de compactación bajo indicación de la Supervisión de Obra.

IV.IV.8.12.3. Medición y pago de la impermeabilización bituminosa

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cuadrado (m^2) de impermeabilización bituminosa.

El precio incluye suministro de lámina asfáltica tipo LBM-60/G-FP, aplicación de emulsión bituminosa al 50 % de betún y todas las operaciones y materiales necesarios para su aplicación, instalación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de impermeabilización bituminosa, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01100012	IMPERMEABILIZACIÓN ASFÁLTICA MEDIANTE LÁMINA IMPERMEABILIZANTE DE BETÚN ELASTÓMERO (TIPO LBM-60/G-FP O SIMILAR) 6 kg/m ²	m ²

IV.IV.8.13. SELLADO DE IMPERMEABILIZACIÓN

Esta especificación hace referencia al sellado de impermeabilización a ejecutar sobre la superficie de la bóveda del Túnel Falso, en el extremo del mismo que queda al descubierto, sin cobertura material.

Este sellado consistirá en la extensión de un producto asfáltico sobre la superficie indicada.

A la hora de ejecutar el sellado de impermeabilización, se habrán de considerar los siguientes pasos:

- ◆ La superficie a impermeabilizar, debe ser terminada con un alisado de arena y portland cuatro por uno (4x1).
- ◆ En segundo lugar, se aplicará una primera capa, dosificada con una parte de sellado por una parte de agua.
- ◆ Posteriormente se repetirá la aplicación de sucesivas capas, hasta garantizar la cubrición de la totalidad de la superficie, evitando que queden puntos al descubierto.
- ◆ Una vez que se realice la capa impermeable, hay que protegerla de los elementos climáticos que favorecen su envejecimiento.
- ◆ Sobre la superficie impermeabilizada, una vez seca, se podrá ejecutar un pintado de acabado bajo indicación del Supervisor.

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cuadrado (m²) de sellado de impermeabilización.

El precio incluye suministro emulsión bituminosa al 50 % de betún y todas las operaciones y materiales necesarios para su aplicación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos del pintado de impermeabilización, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01100013	SELLADO DE IMPERMEABILIZACIÓN EN BÓVEDA DEL TÚNEL FALSO	m ²

IV.IV.8.14. MEMBRANA PROYECTADA

Esta especificación establece los requerimientos para la colocación de la membrana impermeabilizante proyectada que permite dotar de impermeabilidad al revestimiento del túnel. Se abarcan los aspectos referentes a la naturaleza del material, así como a los equipos y los requerimientos para su puesta en obra.

La membrana impermeabilizante proyectada consiste en un producto que se aplica por proyección sobre estructuras de hormigón, quedando adherida a las mismas e impermeabilizándolas, garantizando además una cierta adherencia del hormigón del revestimiento.

En particular, los requerimientos para el control de calidad referentes a las membranas impermeabilizantes proyectadas cumplirán con las limitaciones establecidas en la presente especificación, conduciéndose los ensayos oportunos de acuerdo con los estándares de la normativa.

IV.IV.8.14.1. Materiales de fabricación de la membrana proyectada

El material consistirá en un producto pulverulento, tipo MasterSeal o similar, que se mezcla con agua en el momento de su aplicación con el fin de producir su fraguado una vez colocado sobre la superficie de hormigón. Con el fin de evitar riesgos durante su puesta en obra, el producto empleado no deberá contener ningún elemento tóxico en su composición.

El material empleado deberá permitir presiones de agua de hasta 10 bares. Asimismo, deberá presentar una adherencia mínima de 0,6 MPa.

La capa impermeabilizante colocada tendrá un espesor mínimo de 2 mm.

IV.IV.8.14.2. Procedimiento constructivo de la membrana proyectada

La proyección de la membrana impermeabilizante se llevará a cabo por vía seca. Para ello, se precisará como equipo mínimo una bomba de proyección accionada por aire, que debe contar con un equipo adicional suficiente para permitir la correcta proyección por vía seca.

El equipo adicional deberá contener al menos:

- ◆ Filtro de eliminación de polvo o un sistema similar.
- ◆ Boquilla de proyección con corona anular con taladros para inyección de agua.
- ◆ Bomba de agua para garantizar la adecuada presión y cantidad de agua durante la proyección.

Para su correcta implementación, se requiere el cumplimiento de una serie de condicionantes previos, así como el seguimiento de unas pautas de actuación durante su puesta en obra.

En primer lugar, se ha de evitar la aplicación de la membrana en zonas en las que existan fugas permanentes de agua. En dicha situación, se han de efectuar tratamientos previos de drenaje con el fin de ejecutar la misma en condiciones que eviten su rotura y faciliten un correcto curado posterior.

Asimismo, se recomienda la preparación de la superficie, de manera que su acabado superficial sea lo más liso posible, lo que redundará en una mayor regularidad y continuidad de la membrana impermeabilizante.

Para la puesta en obra de la membrana impermeabilizante se puede proceder mediante aplicación manual o robotizada, si bien se recomienda la aplicación mediante robot dirigido de forma remota.

El procedimiento a seguir para la puesta en obra de la membrana impermeabilizante debe contemplar las siguientes fases:

- ◆ Arranque del aire.
- ◆ Arranque del agua.
- ◆ Arranque de la alimentación del producto para la membrana impermeabilizante.
- ◆ Aplicación de la membrana impermeabilizante.
- ◆ Parar la alimentación del producto para la membrana impermeabilizante.
- ◆ Cerrar el agua.
- ◆ Cerrar el aire.

Bajo ninguna circunstancia se debe llevar a cabo la puesta en obra de la membrana impermeabilizante sin la adición de agua en la boquilla.

La distancia de proyección debe estar comprendida entre 1,5 m y 2 m de la superficie a impermeabilizar, y debe llevarse a cabo en pasadas paralelas.

En el caso de proyección de forma robotizada, se debe escanear previamente la sección en la que se va a colocar la membrana impermeabilizante, proyectando posteriormente la membrana determinando los valores de distancia, velocidad del brazo y de la bomba. Una vez proyectada la membrana en una sección, se desconecta la alimentación, según el orden mostrado, y se procede al posicionamiento de los equipos para el escaneo de la sección siguiente.

Se debe realizar una prueba inicial de proyección, que debe ser cuidadosamente supervisada, con el fin de establecer los parámetros adecuados de distancia de la boquilla, así como las velocidades del brazo y de salida del material.

IV.IV.8.14.3. Control de calidad de la membrana proyectada

Se exigirá, a la llegada a la obra del producto, la entrega de los correspondientes certificados que acreditan el cumplimiento de la normativa aplicable y las presentes especificaciones.

Se deben comprobar varios aspectos relacionados con la ejecución de la membrana impermeabilizante, los cuales se presentan en este apartado.

En primer lugar, se debe verificar el espesor de la membrana colocada. Para ello, se llevarán a cabo las siguientes actuaciones:

- ◆ Se realizarán chequeos, de forma rutinaria, en diferentes puntos por parte del personal encargado mediante el uso de un medidor de profundidad.
- ◆ Una vez curado el producto que conforma la membrana impermeabilizante, se ejecutarán, a petición de la Supervisión de Obra, cortes en la membrana de zonas pequeñas (5 cm x 5 cm) en las que se analizará su espesor. Dichas zonas se repararán posteriormente, a mano o proyectando.

Para la supervisión del curado de la membrana se medirá la dureza en Shore A conforme a la norma ASTM D 676, debiendo los puntos de medida tener una superficie uniforme, sin agua. No se recomienda llevar a cabo la colocación del hormigón proyectado correspondiente a la tercera fase de revestimiento hasta que la dureza en Shore A sea superior a 50.

IV.IV.8.14.4. Medición y pago de la membrana proyectada

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cuadrado (m²) de membrana impermeabilizante proyectada.

El precio incluye el suministro del producto y todas las operaciones y materiales necesarios para su correcta aplicación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de la membrana proyectada, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01100010	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MEMBRANA PROYECTADA	m ²

IV.IV.8.15. CAZ PREFABRICADO Ø300 MM

El caz para la recogida de aguas a lo largo del trazado está constituido por elementos prefabricados de hormigón armado, situados paralelamente a las vías, quedando enrasados a la cota indicada en los planos. Estos elementos canalizan los vertidos de la calzada en su interior, de sección circular y diámetro interno de 300 milímetros.

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- ◆ Control de calidad en fábrica.
- ◆ Suministro y recepción en obra de las piezas del caz prefabricado.
- ◆ Excavación, carga y transporte de los materiales sobrantes.
- ◆ Preparación de la superficie de asiento.
- ◆ Colocación de la canaleta.

IV.IV.8.15.1. Procedimiento de ejecución del caz prefabricado ø300 MM

La canaleta terminada quedará en la forma prevista en los planos. El Contratista estará obligado a mantener el interior de la canaleta limpio de arrastres y de agua hasta la recepción de las obras.

En los puntos bajos de la canaleta se colocarán las arquetas de sifonamiento y conexión al colector de aguas sucias, conforme a lo indicado en los planos.

IV.IV.8.15.2. Medición y pago del caz prefabricado ø300 MM

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá por metros lineales (m) la longitud realmente ejecutada según planos y se abonará al precio indicado.

El precio incluye el suministro de la canaleta para la recogida de aguas a lo largo del trazado, hormigón G20/H-20 y todas las operaciones y materiales necesarias para su construcción y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de caz prefabricado Ø300mm, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG02050001	CAZ PREFABRICADO DE HORMIGÓN ARMADO G20/H-20 ($f_c' = 20$ MPa) CON DIÁMETRO DE TUBO COLECTOR INTERNO DE Ø300 mm	m

IV.IV.8.16. HORMIGÓN ARMADO G35/H-35 EN ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO,

La presente especificación hace referencia a la formación de arquetas para conexión de los elementos de drenaje del interior del túnel y sifonamiento de vertidos, así como la formación de arquetas en conexiones y cambios de dirección del sistema de drenaje en tramos a cielo abierto en portales.

Todas las arquetas se ejecutarán en hormigón armado de 35 MPa de resistencia característica a los 28 días, obtenida en probeta cilíndrica.

En su mayor parte y bajo aprobación previa de la Supervisión de Obra, estos elementos podrán ser de tipo prefabricado.

IV.IV.8.16.1. Materiales para el hormigonado en arquetas y pozos de registro

En lo referente al hormigón a emplear en la ejecución de arquetas, será de aplicabilidad lo indicado para la unidad "HORMIGÓN ARMADO G35/H-35".

IV.IV.8.16.2. Procedimiento de ejecución y control de calidad para el hormigonado en arquetas y pozos de registro

Las conexiones de las cunetas y tubos con las arquetas se efectuarán respetando las cotas que resultan de los Planos, de forma que los extremos de los tubos coincidan con el paramento interior de la arqueta.

Las arquetas estarán provistas de tapa de hormigón prefabricada o metálicas, de dimensiones y características acordes a lo indicado en los Planos.

Las tapas de las arquetas sifónicas y conexión de vertidos del caz al colector asociado, así como las tapas del compartimento de conexión del drenaje transversal del túnel al colector de aguas limpias, habrán de garantizar la estanqueidad frente a posibles vertidos, asegurando el correcto funcionamiento del sistema sifónico cortafuegos y evitando vertidos al sistema de aguas limpias.

Las arquetas de hormigón se ejecutarán con arreglo a las especificaciones relativas a las unidades constructivas "HORMIGÓN ARMADO G35/H-35", "ACERO PARA ARMADURAS Y MALLAS ELECTROSOLDADAS" y "ENCOFRADOS EN TÚNEL".

IV.IV.8.16.3. Medición y pago para el hormigonado en arquetas y pozos de registro con tapa

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de hormigón armado en arquetas y pozos de registro con tapa.

El precio para cada arqueta incluye el hormigón para armar G35/H-35 con una cuantía de acero de igual a 40 kg/m³, encofrado, desencofrante, acabados, con su cerco y tapa correspondiente según planos, y todas las operaciones y materiales necesarios para su construcción y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de hormigón armado G35/H-35 en arquetas y pozos de registro, con tapa, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04040024	HORMIGÓN PARA ARMAR TIPO G35/H-35 (f _c '= 35 MPa) EN ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO CON UNA CUANTIA DE ACERO IGUAL A 40 kg/m ³ l/ ENCOFRADO, ACABADOS CERCO Y TAPA	m ³

IV.IV.8.17. REJILLA TIPO TRAMEX PARA CANALETA DE DRENAJE

La presente especificación hace referencia a la rejilla electrosoldada de acero galvanizado tipo “tramex”, a disponer como cubierta de las canaletas de recogida de aguas de filtración junto al pie de los hastiales de las galerías.

La rejilla electrosoldada es una pieza metálica compuesta por varias tiras de fleje iguales, colocadas en paralelo, de canto y separadas entre sí, las cuales llevan soldadas perpendicularmente, en todos sus cruces o intersecciones, unas varillas de diámetro mayor al grueso de las mismas.

IV.IV.8.17.1. Materiales de la rejilla tipo Tramex para canaleta de drenaje

La rejilla electrosoldada estará formada por tres elementos principales:

- ◆ Pletina portante de acero laminado en caliente, de resistencia igual o superior a 235 MPa y bajo contenido en silicio, con altura de 20 mm y espesor de 3 mm. La rejilla se habrá de conformar de forma que las pletinas portantes se distribuyan en dirección ortogonal a la directriz de la canaleta, es decir, en dirección transversal al túnel.
- ◆ Separador de barra lisa, de diámetro igual o superior a 4 mm

- ◆ Marco de calidad idéntica o superior a la de la pletina portante, electrosoldado en las cabezas de las pletinas.

Las dimensiones de la rejilla serán las indicadas en los Planos del Proyecto, debiendo ejecutarse en acero galvanizado.

El tipo de rejilla empleado deberá ser preferiblemente del tipo para usos livianos RS/L. El espaciado de los elementos de la malla será de 40 mm entre pletinas y 50 mm entre barras separadoras.

Cualquier cambio en el tipo de rejilla, así como en el espaciado o dimensiones de la sección de los elementos de la misma, deberá ser aprobado previamente por la Supervisión de Obra.

El Contratista habrá de adecuarse a las especificaciones sobre acopio y puesta en obra definidas por el fabricante.

IV.IV.8.17.2. Medición y pago de la rejilla tipo Tramex para canaleta de drenaje

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá este elemento como metro cuadrado (m²) de rejilla metálica tipo “tramex” colocada.

El precio incluye suministro de rejilla tipo Tramex RS/L (40x50 mm), accesorios como elementos de fijación y soporte, marco de sustentación, nivelación y todas las operaciones y materiales necesarios su montaje y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de rejilla tipo Tramex para canaleta de drenaje, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04040026	REJILLA CON PLETINAS DE ACERO GALVANIZADO TIPO "TRAMEX" EN CUBRICIÓN DE HUECOS, ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y SOPORTE, RECIBIDO, NIVELACIÓN Y MONTAJE i/ MARCO DE SUSTENTACIÓN	m ²

IV.IV.9. PAVIMENTOS Y ACABADOS

La presente especificación hace referencia a los elementos que constituyen los pavimentos y acabados del túnel y galerías.

IV.IV.9.1. SUBBASE GRANULAR

Esta especificación se desarrolla en relación al suministro, mezclado, colocación, perfiladura y compactación de las subbases granulares definidas en el Proyecto.

La subbase comprende la capa granular de apoyo de la base de hormigón pobre del pavimento rígido de hormigón, a emplear en aquellas secciones así indicadas en los Planos.

IV.IV.9.1.1. Materiales para la fabricación de la subbase granular

La granulometría de los áridos para la subbase del pavimento rígido deberá ajustarse a la banda granulométrica recogida en la **Tabla 9.1.1.I**, obtenida a partir de los criterios asociados a subbases granulares de graduación abierta.

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa
50	100
40	70-100
25	55-85
20	45-75
10	35-65
5	25-55
2.5	-
2	15-45
0.5	0-25
0.08	0-5

Tabla 9.1.1.I.- Huso granulométrico del material de subbase granular.

La elección de la granulometría abierta y la reducción del contenido de finos asociada, se han determinado con objeto de mejorar el comportamiento de la subbase frente a ciclos de hielo/deshielo. La graduación propuesta anterior podrá ser modificada en el momento de la ejecución, para lo que el Contratista deberá someterla a aprobación previa de la Supervisión de Obra.

Además, se deberán garantizar los requisitos que se presentan en la **Tabla 9.1.2.II**.

Ensayo	Valor exigido	Método de ensayo
Límite líquido	$\leq 25\%$	ASTM D 4318 / MC - 8.102.3
Índice de Plasticidad	$\leq 4\%$	ASTM D 4318 / MC - 8.102.4
Desgaste Los Ángeles	$\leq 35\%$	ASTM C 131/535 / MC - 8.202.11
Sales Solubles	$\leq 4\%$	MC - 8.202.18
CBR	$\geq 50\%$	ASTM D 4429 / MC - 8.102.11

Tabla 9.1.2.II.- Parámetros que debe cumplir el material a utilizar para la fabricación de la subbase granular.

IV.IV.9.1.2. Puesta en obra de la subbase granular

Los trabajos de colocación de la subbase se comenzarán una vez se haya finalizado por completo la subrasante o la capa de apoyo inferior del relleno granular seleccionado, según se defina en los Planos. No se deberá extender la subbase sobre superficies no limpias o que presenten capas blandas, heladas o con presencia de nieve.

El Contratista habrá de asegurar los procedimientos de ejecución necesarios para que el perfilado y compactado del material sea el adecuado, disponiéndose estacas con puntos de referencia altimétrica y planimétrica, a intervalos de máximo 20 m y adicionalmente en puntos singulares.

El material de la subbase se deberá ejecutar en plantas especializadas, con objeto de asegurar el cumplimiento de los requisitos establecidos, por parte del material. Además, éste se deberá acopiar en lugares especialmente habilitados a tal efecto, evitándose su contaminación o segregación.

El material de subbase, una vez preparado, se extenderá sobre la plataforma de la vía, por medio de equipos autónomos, asegurándose el reparto de material, de forma que pueda ser compactado sin previa manipulación. Esta operación se ejecutará de forma que el material repartido presente una granulometría uniforme, sin acumulaciones de finos o gruesos.

El proceso de formación de la subbase deberá efectuarse por capas no superiores a 30 centímetros o inferiores a 12 cm.

La compactación del material extendido se llevará a cabo por medio de rodillos vibratorios, preferentemente terminándose mediante el empleo de rodillos lisos o neumáticos, hasta alcanzarse una compactación del 95% del Próctor Modificado.

Las diferencias de cotas respecto a las establecidas en los Planos, serán corregidas por cuenta del Contratista. Además, éste habrá de garantizar la protección y conservación en buenas condiciones de la subbase, hasta colocación de la siguiente capa. Los daños sufridos en la subbase por efectos climáticos adversos, serán asumidos por el Contratista.

IV.IV.9.1.3. Medición y pago de la subbase granular

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cúbico (m³) de subbase granular.

El precio incluye el suministro del material granular seleccionado, extensión, compactación y todas las operaciones y materiales necesarios para su colocación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de subbase granular, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01040014	SUBBASE GRANULAR i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDO SOBRE PERFIL TEÓRICO	m ³

IV.IV.9.2. BASE HORMIGÓN POBRE 5 MPA, DE ESPESOR 20 CM

Esta especificación se refiere a la base de hormigón pobre de resistencia característica de 5 MPa o superior, identificado por una dosificación mínima de 170 kilogramos por metro cúbico de hormigón. Este hormigón se empleará en la ejecución de la base del pavimento rígido de hormigón, entre éste y la subbase granular.

IV.IV.9.2.1. Materiales para fabricar la base de hormigón pobre 5 MPA

Los cementos, áridos y agua a emplear en la fabricación del hormigón se ajustarán a lo dispuesto en la Sección 5.501 del Manual de Carreteras de Chile o en el Reglamento CIRSOC 201 de Argentina, según corresponda.

La dosificación de cemento será de 170 kilogramos por metro cúbico de hormigón pobre.

IV.IV.9.2.2. Procedimiento de ejecución de la base de hormigón pobre 5 MPA

El proceso de control de la superficie de apoyo, encofrado, vertido, vibrado y acabado, será similar al dispuesto para la ejecución de la unidad "PAVIMENTO DE HORMIGÓN".

IV.IV.9.2.3. Medición y pago la base de hormigón pobre 5 MPA

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cuadrado (m^3) de base de hormigón pobre.

El precio incluye suministro y vertido de hormigón pobre 5MPa y todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de la base de hormigón pobre 5MPa, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01040015	BASE DE HORMIGÓN POBRE GRADO G05 ($f_c' = 5 \text{ MPa}$),	m^3

IV.IV.9.3. PAVIMENTO DE HORMIGÓN

Esta especificación se refiere a la construcción de un pavimento de hormigón hidráulico con juntas; y consiste en la elaboración, el transporte, la colocación y el vibrado de una mezcla de hormigón hidráulico en forma de losas, la ejecución y el sellado de juntas; el acabado, el curado y las demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento de hormigón hidráulico, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto.

Los materiales, puesta en obra, calidad y demás especificaciones del hormigón hidráulico, aquí no detalladas, habrán de ajustarse a las disposiciones de la Sección 5.410 del Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas de Chile o el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Pavimentos de Hormigón de la Dirección de Vialidad de Argentina, según corresponda.

IV.IV.9.3.1. Materiales para la fabricación del pavimento de hormigón

El pavimento en hormigón hidráulico de este proyecto será del tipo simple con juntas, no contando con armado repartido y resolviendo la transferencia de esfuerzos entre losas por medio de pasadores de acero.

IV.IV.9.3.1.1. Cemento hidráulico

El cemento habrá de ser de tipo hidráulico y cumplir con la norma NCh 148 o IRAM 50000, según corresponda, siendo de alta resistencia. Será responsabilidad del Contratista garantizar una correcta planificación de suministro que garantice la no paralización de los trabajos por este motivo.

El cemento hidráulico empleado habrá de cumplir con las especificaciones para la unidad "HORMIGÓN ARMADO G35/H-35".

IV.IV.9.3.1.2. Áridos

Los agregados deben ser de origen natural, y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados deben tener trazabilidad y debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos.

Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química.

Los agregados a emplear en la ejecución del hormigón no deben contener sustancias que afecten la resistencia y durabilidad del hormigón, o que ataquen al acero, en cantidades mayores a las establecidas en la presente especificación.

Los agregados no deben contener sustancias que puedan reaccionar desfavorablemente con los álcalis del cemento, en cantidades suficientes como para provocar una expansión perjudicial en el hormigón.

Todo agregado que de acuerdo con la experiencia recogida en obras realizadas o al ser sometido a los ensayos establecidos al respecto en las normas IRAM 1531, IRAM 1512 o NCh163 (según corresponda), sea calificado como reactivo, sólo puede ser empleado si se adoptan las medidas preventivas y recomendaciones de uso incluidas en las mencionadas normas. De forma alternativa, la reactividad de los áridos se podrá evaluar conforme a la norma ASTM 1260.

Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.

Los agregados se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin que se verifique segregación.

Cada fracción del agregado se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores al dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje.

Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los agregados, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptabilidad.

Los acopios deben estar limpios, exentos de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad del hormigón o capa con ellos eventualmente ejecutada.

No se permite el uso de agregados que provengan de acopios congelados, o que contengan hielo.

Los áridos gruesos empleados habrán de ajustarse a los siguientes puntos:

- ◆ Tamaño máximo del árido de 40 mm
- ◆ Máximo desgaste en el Ensayo de Los Ángeles del 35% según ASTM C131 Y ASTM C535
- ◆ Máximo porcentaje pasante por el tamiz 0,08 mm del 0,5% en peso.

Los agregados gruesos a emplear en la construcción de calzadas de hormigón, no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

Los áridos gruesos deberán cumplir con los requerimientos de la especificación "HORMIGÓN ARMADO G35/H-35".

En lo relativo a los requisitos aquí no indicados, se atenderá a las indicaciones del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Pavimentos de Hormigón de la Dirección de Vialidad de Argentina, o a la Sección 5.410 del Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas de Chile.

Los áridos gruesos empleados deberán presentar un porcentaje máximo pasante por el tamiz 0,08 mm del 3%.

Será obligación del Contratista proceder al lavado de los áridos por medios mecánicos y los materiales provenientes de acopios, para cada fracción de árido, serán pesados en la planta dosificadora.

Será obligación del Contratista el correcto lavado de los áridos por medios mecánicos y con los medios requeridos para cumplir dicho objetivo.

Las especificaciones en cuanto a granulometría, contenido de sustancias perjudiciales y demás disposiciones, se ajustarán a lo indicado para el hormigón armado del revestimiento.

IV.IV.9.3.1.3. Aditivos y agua

A efectos de los aditivos y el agua a emplear en la fabricación del hormigón del pavimento, se habrá de atender a lo dispuesto en la especificación de la unidad "HORMIGÓN ARMADO G35/H-35".

IV.IV.9.3.2. Procedimiento de ejecución y control de calidad de la fabricación de pavimentos de hormigón

El Contratista proveerá los equipos necesarios para la obtención de áridos, confección, colocación y acabado del pavimento de hormigón.

La ejecución de los trabajos y las condiciones para el recibo de los trabajos del pavimento en hormigón hidráulico deberán estar acordes a las especificaciones de la normativa nacional.

Para obtener una buena regularidad superficial en la construcción de un pavimento rígido es preciso atender a ciertas recomendaciones constructivas que garanticen una buena calidad de la rodadura que están basadas sobre todo en la elección de una fórmula de trabajo adecuada y en una regularidad del proceso de fabricación y puesta en obra del hormigón. Se destacan las siguientes:

- ◆ Hormigones homogéneos, sin variaciones en su consistencia.
- ◆ Equipo para el extendido del hormigón en buen estado.
- ◆ Fabricación de hormigón acorde con el ritmo previsto de puesta en obra.
- ◆ Transporte de hormigón desde la planta al punto de vertido bien organizado.
- ◆ Suministro de hormigón adecuado al avance, evitando sobre todo que se produzcan paradas de la misma.

Los materiales empleados en la fabricación del hormigón deberán medirse atendiendo a las siguientes consideraciones:

- ◆ La tolerancia en la medición del cemento será del 1%
- ◆ La tolerancia en el peso de los áridos será del 3%
- ◆ La tolerancia en el peso o medida del volumen del agua de amasado será del 1%

Los elementos y equipos empleados en la medida de volúmenes y pesos deberán ser calibrados por cuenta y cargo del Contratista.

Con objeto de proteger la base de apoyo del pavimento de hormigón, separarla de éste y evitar absorción del agua de amasado durante el fraguado, se procederá a humedecer la capa de apoyo antes de colocar el hormigón. Se humedecerá a este respecto toda la superficie de apoyo del pavimento, además de una franja de 30 centímetros de sobreancho.

Será responsabilidad del Contratista el despliegue de medios suficientes, tanto materiales como humanos, para asegurar la protección del pavimento frente a afecciones perjudiciales derivadas del uso de equipos y del público en general.

Cualquier deficiencia en el pavimento en el momento de su entrega habrá de ser subsanada por parte del Contratista, incluyendo operaciones de demolición y reposición si fuera necesario.

IV.IV.9.3.2.1. Ejecución del pavimento

No se verterá hormigón en el caso de que la temperatura del mismo sea mayor de 35° o se tengan temperaturas ambientales inferiores a 5°.

La compactación del hormigón se llevará a cabo por medio de maquinaria especializada, de forma que la intervención manual sea la mínima posible. El Contratista habrá de asegurar que los equipos son suficientes para adecuarse a la producción de hormigón, evitando tiempos de espera.

El hormigón deberá compactarse mediante vibradores, cuidando de no producirse segregación o exudación en el mismo. Los vibradores deberán ser tanto de superficie, como de inmersión, llevando asociadas frecuencias mínimas de 3.500 y 5.000 ciclos por minuto respectivamente, garantizándose un radio de acción mínimo de 30 centímetros.

Los vibradores no podrán entrar en contacto con los moldes.

En caso de ejecutarse el pavimento con moldes deslizantes, se habrán de garantizar desviaciones inferiores a 30 mm respecto del eje del camino.

Una vez compactado el hormigón, se procederá a la terminación del pavimento empleando maquinaria apropiada. Los bordes del pavimento serán posteriormente redondeados con un radio entre 6 mm y 10 mm, así como las juntas transversales de construcción. El posterior barrido con escobillones o útiles similares de la superficie del pavimento se hará de forma que conforme una textura estriada en el sentido longitudinal de la vía, habiendo de ejecutarse mientras el hormigón permanezca fresco.

El pavimento deberá curarse en su totalidad durante un periodo mínimo de una semana, aplicándose compuestos específicos líquidos de formación de membrana impermeable. Asimismo, se habrá de colocar un techo móvil sobre el pavimento inmediatamente después de su terminación, con el objetivo de proteger éste de la acción perjudicial del sol y el viento.

La superficie del pavimento se deberá humedecer en caso de pérdida por evaporación, preferiblemente mediante atomizadores de agua.

Quedará totalmente a responsabilidad del Contratista asegurar los medios suficientes para el adecuado curado del hormigón.

IV.IV.9.3.2.2. Ejecución de las juntas

Las juntas que se ejecuten por medio de aserrado deberán protegerse posteriormente frente a la entrada de material extraño. El corte se efectuará de forma mecánica, por medio de discos de widia o diamante y en la profundidad y anchura indicadas en los Planos.

En las juntas se dispondrán pasadores de acero de diámetro, longitud y espaciado acordes a lo indicado en los Planos, asegurando la disposición de material antiadherente entre la superficie de las barras y el hormigón.

El espaciado de las juntas de contracción será el indicado en los Planos, admitiéndose una variación máxima de 50 mm respecto a ellos.

Las juntas longitudinales de construcción y contracción se habrán de ejecutar de acuerdo a los Planos de proyecto, asegurando la correcta disposición de los pasadores de acero.

IV.IV.9.3.3. Control de calidad de la fabricación de pavimentos de hormigón

El Contratista deberá efectuar los controles sobre el hormigón recogidos en el apartado 5.410.3 del Manual de Carreteras de Chile o el Plan de Control de Calidad del Volumen 13 del PETG para Pavimentos de Hormigón (Argentina).

IV.IV.9.3.4. Medición y pago de la fabricación de pavimentos de hormigón

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

La unidad de medida del pavimento de hormigón hidráulico será el metro cúbico (m³) de pavimento de hormigón suministrado, colocado, vibrado, terminado y curado.

El volumen se determina multiplicando la longitud real medida a lo largo del eje de los túneles del proyecto, por el ancho y el espesor mostrados en los documentos del proyecto.

El precio incluye suministro y vertido de hormigón para pavimentos con resistencia mínima a flexotracción de 5 MPa, producto de curado, junta de dilatación y todas las operaciones y materiales necesarios para su puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de pavimento de hormigón, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG01010001	PAVIMENTO DE HORMIGÓN VIBRADO HF-5.0 i/ P.P. DE JUNTAS, SELLADO Y CURADO CON PRODUCTO FILMÓGENO	m ³

IV.IV.9.4. ACERO DE BARRAS DE TRASPASO DE CARGA Y AMARRE

Esta especificación viene referida a las barras de acero de traspaso de carga y amarre empleadas como elementos de cosido de juntas de construcción en el pavimento de hormigón.

A efectos del acero en barras de traspaso de carga, serán aplicables las disposiciones relativas a especificación “ACERO PARA ARMADURAS Y MALLAS ELECTROSOLDADAS”.

La colocación de los pasadores se habrá de ajustar a lo indicado en los Planos. De igual forma, se tendrán en consideración las indicaciones sobre el proceso de ejecución, recogidas en la especificación para la unidad “PAVIMENTO DE HORMIGÓN”.

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como kilogramo (kg) de acero de barras de traspaso de carga.

El precio incluye el suministro de barras de traspaso y amarre A63.42H en juntas transversales y longitudinales de pavimentos y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de acero de barras de traspaso de carga, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG03080002	ACERO EN BARRAS DE TRASPASO DE CARGA Y BARRAS DE AMARRE A63-42H (fy= 420 MPa) EN JUNTAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS	kg

IV.IV.9.5. JUNTAS DE EXPANSIÓN EN PAVIMENTO

Las juntas de poliestireno expandido de alta densidad constituyen dispositivos que enlazan tramos contiguos del elemento de hormigón, permiten los movimientos originados por los efectos reológicos en el mismo, y mitigan el desgaste entre el hormigón de ambos lados de la junta por los movimientos producidos en situación sísmica, presentando al mismo tiempo una superficie continua que impida la entrada de elementos extraños en la junta.

Esta especificación tiene por objetivo establecer los requerimientos para el suministro y empleo de los materiales, la mano de obra y los equipos necesarios para la ejecución de las juntas de expansión en pavimento. Se incluyen en la presente especificación todos aquellos aspectos relativos a los materiales y equipos a emplear, así como el proceso constructivo requerido para su correcta puesta en obra.

IV.IV.9.5.1. Materiales para la fabricación de juntas de expansión en pavimento

Las juntas de poliestireno expandido de alta densidad a disponer tendrán el espesor indicado en los Planos del Proyecto.

Las juntas de expansión estarán constituidas por bandas de poliestireno expandido de alta densidad, material elastomérico capaz de absorber deformaciones en tres direcciones perpendiculares entre sí; siendo sus funciones principales la absorción de los movimientos impuestos por las acciones reológicas y la protección del hormigón situado a ambos lados de la junta del desgaste producido por los movimientos en una eventual situación sísmica.

El poliestireno expandido de alta densidad que conforma las juntas de expansión deberá cumplir con los requerimientos indicados en la norma ASTM D6817.

Las características básicas que deben cumplir este tipo de juntas son:

- ◆ Elasticidad para permitir los movimientos sin agrietarse y sin introducir esfuerzos inadmisibles en las estructuras de hormigón adyacentes.
- ◆ Estanqueidad de manera que se evite la entrada de líquidos o elementos extraños en la junta.
- ◆ Posibilidad de desplazamiento de cualquiera de los bordes en las tres direcciones básicas fundamentales en relación con los ejes de simetría de las juntas.
- ◆ Resistencia al desgaste.
- ◆ Conservación de las características mecánico-elásticas de los materiales de la junta y bordes, dentro del rango de temperaturas a que van a estar sometidas.
- ◆ No generar resaltes o hundimientos.

Se incluyen en esta unidad los elementos de fijación y sellado de juntas que sean necesarios.

IV.IV.9.5.2. Puesta en obra para la fabricación de juntas de expansión en pavimento

El Contratista deberá disponer de los medios necesarios para la correcta ejecución de las juntas de expansión, de acuerdo a lo dispuesto en los Planos y en la presente Especificación Técnica.

Las juntas de poliestireno expandido de alta densidad se montarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante, poniendo especial atención a su anclaje al elemento estructural y al enrase con su superficie.

Antes de montar la junta se ajustará su abertura inicial eliminando, en caso necesario, la zona que ocupará la junta. Posteriormente, se dispondrán los elementos necesarios de fijación y se sellará con resina epoxi enrasando con la superficie.

Las partes vistas llevarán una capa de pintura anticorrosiva de minio de plomo clorocaucho de treinta y cinco micras (35 μ), con una segunda capa de pintura clorocaucho de treinta y cinco micras (35 μ).

El proceso de colocación no producirá desperfectos ni modificará las condiciones exigidas al material.

IV.IV.9.5.3. Control de calidad para la fabricación de juntas de expansión en pavimento

Se exigirán, a la llegada a la obra del producto, los correspondientes certificados que acreditan el cumplimiento de la normativa aplicable y las presentes especificaciones.

IV.IV.9.5.4. Medición y pago para la fabricación de juntas de expansión en pavimentos

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro (m) de junta de expansión colocada en obra.

El precio incluye suministro de poliestileno, mástico asfáltico y resina epoxi y todas las operaciones y materiales necesarios para la construcción y puesta en obra de la junta de expansión en el pavimento, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos fabricación de juntas de expansión en pavimentos, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG03120001	JUNTA DE EXPANSIÓN CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN PAVIMENTO, TOTALMENTE COLOCADA, CORTE Y DEMOLICIÓN DE ANCHO EN ZONA OCUPADA POR LA JUNTA i/ ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y SELLADO CON RESINA EPOXI ENRASADO CON EL PAVIMENTO	m

IV.IV.9.6. DUCTOS PARA INSTALACIONES

Esta especificación hace referencia a los tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para instalaciones eléctricas y a los tubos de fundición dúctil empleados de cara a la Protección Contra Incendios (PCI)

La ubicación y dimensiones de los tubos será la indicada en los Planos del Proyecto, embebidos en hormigón.

IV.IV.9.6.1. Materiales de los ductos para instalaciones

Los tubos para la instalación eléctrica estarán conformados en polietileno de alta densidad, con sus juntas ejecutadas a tope. Las propiedades más importantes de éstos tubos son:

- ◆ Rigidez dieléctrica de 800 kilovoltios por centímetro.
- ◆ Grado de protección mecánica: 450 N de compresión.
- ◆ Accesorios como curvas o manguitos con las mismas características técnicas que el tubo.
- ◆ Acorde a las normas EN 50086-1, EN 50086-2-4, EN-ISO 306:9, EN 50086 o equivalentes nacionales.

En cambio, los tubos PCI, así como los accesorios a emplear para su montaje, serán de fundición dúctil. Estos tubos tienen el objetivo de canalizar las aguas del sistema de Protección Contra Incendios, a lo largo del túnel y las galerías.

IV.IV.9.6.2. Procedimiento de ejecución de los ductos para instalaciones

En este apartado se describen las actividades a realizar para ejecutar los ductos para instalaciones eléctricas y los tubos de PCI.

IV.IV.9.6.2.1. Tubos para la instalación eléctrica

Los tubos se rodearán de una capa de hormigón en masa acorde a lo indicado en los planos. La superficie exterior de los tubos de la instalación eléctrica quedará a las distancias mínimas marcadas por las normativas de la compañía eléctrica suministradora y por las siguientes normas:

- ◆ Norma NCH Elec. 4/2003, Instalaciones de consumo en baja tensión de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (S.E.C.).
- ◆ Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA 90364) aprobadas en Marzo 2006.

Se cuidará que el acoplamiento entre los tubos quede perfecto, utilizando las piezas de empalme existentes de manera que en las juntas no queden cantos vivos, ni que por ellas pueda entrar agua, tierra o lodos.

Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas en los mismos, para lo cual, se taponarán los extremos libres con trapos o papel. En el montaje estará incluido la guía para el tendido posterior de los conductores.

Los cambios de dirección se realizarán con elementos adecuados y respetando los radios de curvatura apropiados. Los cambios importantes de dirección se realizarán mediante arquetas.

Antes del tapado de los mismos, se procederá a su inspección por la Supervisión de Obra.

Para el cruce de los tubos con otros servicios, paralelismos, proximidad con vías y otras consideraciones, se mantendrán las distancias y se cumplirán las recomendaciones indicadas en la normativa anterior.

Al hormigonar los tubos se pondrá un especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable rellenar las juntas con un producto asfáltico.

La recepción de los materiales y/o equipos de este epígrafe, se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las normas anteriores.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

IV.IV.9.6.2.2. Tubos PCI

Las uniones entre tubos así como los accesorios, codos, té de derivación, bridas, etc., serán del tipo enchufable o embridado según los equipos a interconectar.

Las conexiones a válvulas, hidrantes y tuberías de otro tipo, se realizarán mediante accesorios embridados, con bridas PN-16 o similar.

La ubicación de los tubos será la indicada en los Planos.

IV.IV.9.6.3. Medición y pago de los ductos para instalaciones

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de cada partida, se medirán las unidades como metros (m) de tubo de polietileno de alta densidad y tubo PCI de fundición dúctil.

El precio incluye el suministro del tubo y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indican los códigos de los precios unitarios y las unidades de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de ductos para instalaciones, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG04040028	TUBO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA INSTALACIONES Ø50 mm, EN TÚNEL i/ MATERIALES PARA SU TOTAL TERMINACIÓN Y PUESTA EN OBRA	m
CRG04040027	TUBO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA INSTALACIONES Ø100 mm, EN TÚNEL i/ MATERIALES PARA SU TOTAL TERMINACIÓN Y PUESTA EN OBRA	m
CRG04040022	TUBO PCI DE FUNDICIÓN DUCTIL PARA INSTALACIONES Ø200 mm, EN TÚNEL i/ MATERIAL DE ASIENTO CON HORMIGÓN EN MASA G-20 DE 10 cm DE ESPESOR Y RESTO DE MATERIALES PARA SU TOTAL TERMINACIÓN Y PUESTA EN OBRA	m

IV.IV.9.7. PLACA REFLECTANTE DE ACABADO

Esta especificación hace referencia a los revestimientos que se diseñan para permitir un adecuado acabado de la superficie expuesta de los túneles, incorporando mejoras de tipo estética y funcional, en lo que respecta a las necesidades de la infraestructura durante su explotación (luminosidad, reflectancia, etc.). Resultan especialmente indicados para su uso en túneles de carretera, debido a las mayores exigencias de seguridad y confort relacionadas con la visibilidad de los usuarios de la infraestructura, siendo éste el campo de actuación fundamental en el que se centra el contenido de este apartado.

Por tanto, los paneles prefabricados no ejercen ninguna función estructural, quedando relegada dicha tarea al sostenimiento o revestimiento.

Por las razones expuestas su uso suele estar condicionado a la presencia de un revestimiento interior con una superficie de acabado no apropiada para los requerimientos de explotación de la infraestructura, razón por la cual suele ser muy recurrente su utilización como complemento de un revestimiento de hormigón proyectado.

IV.IV.9.7.1. Materiales de la placa reflectante de acabado

La composición de este tipo de elementos debe ser compatible con las exigencias de resistencia al fuego exigidas para la infraestructura. Del mismo modo, suelen resultar imprescindibles determinadas aptitudes del material relacionadas con las actividades de limpieza y mantenimiento, sin olvidar la facilidad de instalación para permitir la restauración de los elementos con la suficiente diligencia en caso de reparación o restauración.

Las características demandadas a este tipo de elementos son las siguientes:

- ◆ Fácil instalación, para minimizar los costes de construcción y mantenimiento.
- ◆ Adaptabilidad a la geometría del túnel.
- ◆ Instalación adecuada para ocultar en su trasdós los elementos de drenaje, así como cualquier presencia de filtraciones.
- ◆ Resistencia a la humedad y la escarcha.
- ◆ Durabilidad y protección frente a la corrosión y el ataque de gases procedentes de la circulación de los vehículos.
- ◆ Resistencia al fuego, de acuerdo con las exigencias normativas que resulten de aplicación.

- ◆ Mejora de la luminosidad en el interior del túnel, lo que supone una mejora y uniformidad de los sistemas de iluminación, sirviendo además de forma adecuada al guiado visual del conductor. Esto resulta especialmente interesante en revestimientos de hormigón en túneles de carretera, potenciando el contraste entre los colores del pavimento y hastiales. Suele ser habitual en las distintas administraciones de carreteras exigir acabados de colores claros y con buena reflectancia. La extensión de los paneles debe cubrir como mínimo 4 metros en la zona de hastiales para cubrir los objetivos pretendidos.
- ◆ Debe tenerse en consideración que los residuos de combustión de los vehículos depositados en la superficie del hormigón oscurecerán con el tiempo, más si cabe, la superficie expuesta del revestimiento. Los paneles pueden limpiarse con periodicidad, evitando dicho problema
- ◆ Eficiencia energética, lo cual está asociado a las características definidas anteriormente.
- ◆ Calidad estética de los acabados del túnel, lo que implica composiciones adecuadas para permitir la limpieza, e igualmente resistentes para evitar el vandalismo. Cobra especial relevancia la capacidad ofrecida por los fabricantes de paneles en el tratamiento de grafitis.
- ◆ Resistencia al impacto y a la succión generada por el paso de los vehículos, o gradientes de presión generados por el viento, así como a la distorsión ante temperaturas extremas.
- ◆ Debe mitigar en lo posible el impacto acústico en el interior del túnel.
- ◆ Dentro de las múltiples soluciones que puede cumplir con estas características, se ha considerado que la mejor opción es colocar paneles reflectantes de acero vitrificado de 2 mm de espesor, con índices de claridad 6001 SM de $\beta = 88\%$ (CIE-15) y de reflectividad de $Y = 80\%$ (DIN 6174).
- ◆ No obstante, el constructor podrá presentar otra solución de similares características a la Supervisión de Obra, quien analizará dicha propuesta y decidirá, en función de las ventajas ofrecidas, su aplicación.

IV.IV.9.7.2. Procedimiento de ejecución de la instalación de la placa reflectante de acabado

El principal inconveniente de esta tipología de revestimiento es el coste de mantenimiento asociado a los daños generados por accidentalidad en el interior del túnel, razón por la cual la instalación de los paneles se realiza sobre muretes de hormigón con las características definidas en los Planos del Proyecto, con el objetivo de minimizar los daños generados por impactos de vehículos.

La instalación se realiza utilizando sistemas variados, dependiendo de las características y espesor de los paneles, siendo habitual el empleo de perfilera de aluminio anclada al revestimiento, y adaptadas a las necesidades de espacio de las instalaciones.

IV.IV.9.7.3. Medición y pago de la placa reflectante de acabado

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro cuadrado (m²) de placa reflectante.

El precio incluye el suministro del panel reflectante prefabricado, fijaciones y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de la placa reflectante de acabado, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG06070002	PLACAS REFLECTANTES PREFABRICADAS EN ACABADOS DEL TÚNEL	m ²

IV.IV.9.8. PANTALLA DEFLECTORA DE ACERO GALVANIZADO

La presente especificación hace referencia al suministro y colocación de la pantalla deflectora de acero galvanizado a disponer en el depósito de vertidos, conforme a lo indicado en los Planos.

La función de la pantalla deflectora es separar la zona de desagüe de vertidos, del resto de la cámara, facilitando la extracción de vertidos del depósito y actuando como elemento de retención de flotantes.

En los planos del proyecto se indican las dimensiones de este elemento, así como la ubicación dentro de la balsa de vertidos.

El material de conformación de la pantalla será acero galvanizado de 5 milímetros de espesor.

La pantalla se colocará en obra anclada a las paredes del depósito, de forma que no queden oquedades por las que puedan filtrarse los vertidos. El sistema de anclaje se ajustará a las indicaciones del fabricante.

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad constructiva como metro cuadrado (m²) de pantalla de acero galvanizado.

El precio incluye el suministro de la pantalla deflectora de acero galvanizado de 5 mm de espesor, fijaciones, accesorios y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de la pantalla deflectora de acero galvanizado, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG07010027	PANTALLA DEFLECTORA DE ACERO GALVANIZADO DE 5 MM DE ESPESOR EN BALSA DE VERTIDOS	m ²

IV.IV.9.9. PATES DE ACERO

La presente especificación hace referencia al suministro y colocación de los pates de acero a disponer en escaleras del depósito de vertidos y aquellas arquetas de inspección así indicadas en los Planos.

La función de las escaleras de pates revestidas con polipropileno es facilitar el descenso a las arquetas o depósitos enterrados, así como proteger a los operarios y facilitar su rápida evacuación. Comprende este artículo los pates o elementos fijos de acceso fabricados en acero liso y cubiertos con una cubierta de polipropileno.

En los planos del proyecto se indican las dimensiones de estos elementos, así como la ubicación dentro de las estructuras correspondientes.

IV.IV.9.9.1. Materiales de las partes de acero

El revestimiento protector de los pates será un material polimérico termoplástico perteneciente al grupo de las Poli olefinas (polipropileno). Este material deberá cumplir las condiciones de resistencia la desgaste, inalterabilidad al medio en que se coloque, ser imputrescible y compatible con los materiales que le afectan (hormigón y acero).

IV.IV.9.9.2. Procedimiento de ejecución de la instalación de las partes de acero

Los pates se colocarán en obra introduciendo su anclaje en los huecos abiertos previamente por taladro o inyectando un mortero especial de alta resistencia. La inyección cesará cuando rebose el mortero por fuera del hueco.

No se podrá hacer uso de estos elementos hasta pasados siete días (7 d) desde su colocación final. Los anclajes de los pates o de las escaleras deberán tener la longitud adecuada según especificación del fabricante o de la Supervisión de Obra. De manera previa a su colocación se hará un desengrasado y limpieza de los mismos para evitar oxidaciones posteriores.

IV.IV.9.9.3. Medición y pago de las partes de acero

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad constructiva como unidad (Ud.) de parte de acero revestido con polipropileno.

El precio incluye el suministro del peldaño revestido de polipropileno, perforación, mortero de fijación y todas las operaciones y materiales necesarios para su correcta instalación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de las partes de acero, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG03050014	PATE DE ACERO REVESTIDO CON POLIPROPILENO	Ud.

IV.IV.9.10. ACERO EN CHAPAS Y PERFILES LAMINADOS

La presente especificación se refiere a las indicaciones de materiales y ejecución de los perfiles metálicos en sección tipo “C”, a disponer como refuerzo del hormigón en los bordes del muro de hormigón armado de las entradas a galerías de interconexión, así como las chapas metálicas, perfiles y elementos auxiliares de acero en conformación de los portones a disponer en los tabiques de mampostería del interior del Túnel Caracoles (portones de separación de los sectores argentino y chileno durante la ejecución de las obras).

IV.IV.9.10.1. Materiales del acero en chapas y perfiles laminados

Las planchas metálicas se conformarán con acero laminado en caliente, de 2 milímetros de espesor. Los perfiles serán de acero soldado, habiendo de ajustarse a las normas ASTM A6-09 y ASTM A36-09 y a las siguientes normas de la American Welding Society:

- ◆ AWS A5.1-2004. “Specification for Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding”.
- ◆ AWS A5.17-1997(R2007). “Specification for Carbon Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding”.
- ◆ AWS A5.18-2005. “Specification for Carbon Steel Electrodes and Rods for Gas Shielded Arc Welding”.
- ◆ AWS D1.1-2010. “Structural Welding Code - Steel”.

Los perfiles habrán de cumplir con las indicaciones del “Manual de diseño para estructuras de acero” del Instituto Chileno del Acero (ICHA) o el Reglamento CIRSOC 301 de Argentina, según corresponda.

Todos los materiales que se utilicen en los perfiles y chapas de acero serán nuevos, de primer uso. Sus dimensiones, formas, pesos, tolerancias, propiedades químicas y mecánicas y cualquier otra característica relevante de ellos, serán las correspondientes a los mejores materiales en su clase, de acuerdo con las normas y códigos aplicables y en conformidad con lo indicado en los Planos.

Todos los elementos se transportarán y almacenarán cuidadosamente apoyados en caballetes de madera u otros soportes adecuados, dispuestos de tal manera que los miembros permanezcan limpios de tierra y adecuadamente drenados, evitándose cualquier salpicadura o acumulación de tierra, grasa, agua u otras materias extrañas, sobre o alrededor de las piezas. Cualquier salpicadura o acumulación de materias extrañas que se produzca por cualquier razón, deberá removerse previamente al montaje.

Se adoptarán los tratamientos anticorrosión necesarios, tales como pinturas de protección u otros equivalentes, considerando el uso y situación de los perfiles metálicos de la estructura.

Todos los perfiles de acero se cortarán y fabricarán dentro de unas tolerancias que no modifiquen sustancialmente la geometría teórica del diseño. No se permitirá que se produzcan tensiones adicionales perjudiciales en los perfiles como consecuencia de una geometría imperfecta.

Todo el acero estructural tendrá un manejo y almacenamiento cuidadoso, de modo que no resulte sometido a esfuerzos indebidos o a daños. El acero estructural no se almacenará en el terreno por largos períodos antes de su montaje. Todo el acero estructural, antes y después de su fabricación, deberá permanecer recto, sin deformaciones de cualquier especie y libre de grietas, torceduras, desgarraduras, raspaduras y daños de cualquier otra especie.

A la recepción de los materiales, se habrán de inspeccionar los siguientes puntos:

- ◆ Certificado de competencia de los soldadores estructurales, expedido por cualquier institución autorizada. En su defecto, se exigirán pruebas de calificación especificadas en la norma NCh308 o CIRSOC 304, según proceda.
- ◆ Dimensiones de las piezas antes de soldar en taller.
- ◆ Calidad de las soldaduras.
- ◆ Limpieza antes de pintar.
- ◆ Calidad y espesor de las pinturas.
- ◆ Geometría general de los perfiles en relación a la estructura a la que sirven (ubicación, niveles, elevaciones, eje).

IV.IV.9.10.2. Procedimientos de ejecución del acero en chapas y perfiles laminados

Los perfiles y chapas se fabricarán y ejecutarán conforme a la geometría, posición y calidades indicadas en los Planos del Proyecto.

Todas las soldaduras a tope serán con penetración completa, salvo indicación contraria anotada en los planos.

Antes de proceder a soldar en terreno se debe limpiar cuidadosamente la superficie con los métodos apropiados para lograr una terminación de superficie adecuada para el sistema de pintura especificado.

Las dimensiones mínimas de los filetes de soldadura serán de 6 mm.

Las estructuras a soldar deberán estar libres de escamas sueltas, de óxidos, grasa, pintura, cemento, humedad o cualquier elemento extraño. Serán lisas, uniformes, libres de rebabas, gotas de metal y otros aspectos que puedan afectar la calidad de la soldadura.

Se efectuará examen visual de las condiciones de superficie posteriores a la ejecución de la soldadura, siendo causa de rechazo durante este control los siguientes defectos que excedan las tolerancias: grietas, poros, falta de lado, falta de garganta, refuerzo excesivo, socavación del material base y traslapo.

Las tolerancias dimensionales de todo tipo, para la totalidad de los componentes de las estructuras metálicas, deberán estar de acuerdo con las establecidas de forma general en las normas y códigos indicados anteriormente en este ítem.

Las tolerancias de referencia en el montaje de las estructuras serán las indicadas en las normas NCh428 o CIRSOC 301, según corresponda, y AISC 316, en las cuales se indican:

- ◆ Alineación de vigas: Desviación menor a 1/500 de su longitud.
- ◆ Alineación a plomo: Desviación menor a 1/500 de su altura.

Todos los elementos deberán llevar marcas de montaje, en correspondencia con las indicadas en los planos de fabricación. Se ubicarán de acuerdo a una convención bien definida, confeccionándose con letras y números de golpe, cerca de al menos dos de sus extremos, debiendo contar dicho sistema con la aprobación del Supervisor.

IV.IV.9.10.3. Medición y pago del acero en chapas y perfiles laminados

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad constructiva como kilogramo (kg) de acero en chapas y perfiles laminados.

El precio incluye suministro de perfiles y chapas metálicos, soldadura, fijaciones, accesorios, elementos auxiliares de los portones y todas las operaciones y materiales necesarios para su colocación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos asociados al acero en chapas y perfiles laminados, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG03080005	ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-36 EN CHAPAS, PERFILES LAMINADOS Y ELEMENTOS AUXILIARES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PORTONES, i/ P.P. DE DESPUNTES, CORTE, DOBLADO, SOLDADURAS, TRANSPORTE, POSICIONAMIENTO Y COLOCACIÓN EN OBRA, TOTALMENTE MONTADO, EN PORTONES	kg
CRG03080006	ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-500 EN CHAPAS Y PERFILES LAMINADOS, i/ P.P. DE DESPUNTES, CORTE, DOBLADO, SOLDADURAS, TRANSPORTE, POSICIONAMIENTO Y COLOCACIÓN EN OBRA, TOTALMENTE MONTADO, EN PORTONES	kg

IV.IV.9.11. REVESTIMIENTO ANTIÁCIDO EN PARAMENTOS DE HORMIGÓN

La presente especificación hace referencia al revestimiento antiácido a ejecutar sobre los paramentos interiores del depósito de vertidos peligrosos de cada portal del túnel.

El objetivo del revestimiento antiácido es la protección contra la corrosión, el desgaste y el ataque químico que pueda sufrir el hormigón de los depósitos, al encontrarse en contacto con vertidos agresivos.

IV.IV.9.11.1. Materiales del revestimiento antiácido en paramentos de hormigón

El revestimiento será preferentemente de tipo epóxico y de muy alta resistencia química, con base química de resina epoxy. Soluciones similares podrán ser empleadas.

IV.IV.9.11.2. Procedimiento de ejecución para la fabricación del revestimiento antiácido en paramentos de hormigón

No se deberá aplicar el revestimiento antiácido sobre superficies de hormigón, antes de los 28 días de edad.

El hormigón deberá encontrarse limpio, exento de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa o pintura.

Se deberá aplicar primeramente una capa de prueba de producto en un área reducida.

Cuando sea necesaria la reparación del sustrato, el relleno de poros o la nivelación de la superficie, se atenderá a las disposiciones del fabricante del producto.

La limpieza superficial debe incluir un tratamiento enérgico con escobilla de acero o pulidora. Otros métodos de limpieza como el escarificado superficial o el tratado con chorro de arena deberán ser previamente aprobados por la Supervisión de Obra.

La preparación de la mezcla, en caso de que el producto se presente en varias componentes, se hará en conformidad con las indicaciones del fabricante.

No se deberán preparar cantidades de producto excesivas, que no se vayan a aplicar inmediatamente sobre el hormigón.

La humedad de la superficie deberá ser inferior al límite establecido por el fabricante. Como referencia, ésta debería ser inferior al 4%.

El antiácido se aplicará mediante brocha o rodillo reforzado de pelo corto. Se habrá de asegurar la cubrición de toda la porosidad del sustrato.

Las capas sucesivas de producto no se habrán de espaciar temporalmente en menos de 5 horas o más de 24h, salvo indicación contraria del fabricante.

El Contratista deberá asegurar el correcto estado y limpieza de las herramientas y útiles a emplear en la puesta en obra del revestimiento antiácido.

IV.IV.9.11.3. Medición y pago del revestimiento antiácido en paramentos de hormigón

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad constructiva como metro cuadrado (m²) de revestimiento antiácido en paramentos interiores del depósito de vertidos.

El precio incluye suministro de resina epoxi antiácida y todas las operaciones y materiales necesarios para su correcta aplicación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de fabricación del revestimiento antiácido en paramentos de hormigón, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
--------	----------	--------

CRG01100016	REVESTIMIENTO ANTIÁCIDO EN PARAMENTOS DE HORMIGÓN A DISPONER EN LAS BALSAS DE VERTIDOS	m ²
-------------	--	----------------

IV.IV.9.12. ANCLAJE DE BARRA CORRUGADA INYECTADA CON RESINA EPOXI

La presente especificación comprende el suministro y ejecución de los anclajes de barras de acero empleados en la unión entre los muros de hormigón del paramento de entrada a las galerías y la sección del túnel.

A efectos de esta unidad, serán de aplicabilidad las disposiciones recogidas en la especificación "PERNO MACIZO Ø32 PARA PARAGUAS".

IV.IV.9.12.1. Procedimiento de ejecución del anclaje de barra corrugada inyectada con resina Epoxi

Previamente a la realización de los taladros se realizará el replanteo de su posición según lo establecido en los planos.

Una vez perforados todos los taladros y limpios de polvo y otros restos se introducirá la resina, hasta que rebose, y a continuación la barra.

Se esperará unas 12 h hasta ejecutar el muro del acceso de la galería.

IV.IV.9.12.2. Medición y pago del anclaje de barra corrugada inyectada con resina Epoxi

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad como metro (m) de anclaje de barra corrugada.

El precio incluye suministro de barra de acero corrugado de 16 mm, perforación, resina epoxi y todas las operaciones y materiales necesarios para su correcta instalación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos del anclaje de barra corrugada inyectada con resina Epoxi, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG03090001	ANCLAJE CON BARRA Ø 16 DE ACERO CORRUGADO A63-42H (fy= 420 MPa) DE LONGITUD < 110 cm i/ PERFORACIÓN, COLOCACIÓN E INYECCIÓN DE RESINA EPOXI, SEGÚN DEFINICIÓN EN PLANOS	m

IV.IV.9.13. MAMPOSTERIA DE LADRILLO

La presente especificación hace referencia a los tabiques de ladrillo cerámico a disponer durante las obras de construcción de la Ampliación del Túnel Caracoles, junto a la frontera de Argentina y Chile, pero del lado argentino.

Estos tabiques servirán de marco a los portones provisionales que se dispondrán con objeto de poder limitar la ventilación natural existente, de forma que no exista interferencia entre las obras de ambos países.

IV.IV.9.13.1. Materiales de la mampostería de ladrillo

Los materiales a utilizar son ladrillos y mortero, desarrollados en detalle a continuación.

Ladrillos de material cerámico:

El tabique de albañilería estará formado por ladrillos huecos tipo MqH (según la norma chilena NCh169) o “ladrillos prensados” (conforme al numeral L.VII del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de Vialidad Nacional, Argentina). Estos ladrillos serán de material cerámico y estarán conformados mecánicamente.

Los materiales, el procedimiento de ejecución y el control de calidad de la unidad constructiva se habrán de ajustar a las disposiciones de las normativas anteriores.

Morteros:

Los morteros se componen de cemento, áridos, agua, aditivos y/o adiciones. Cuya función es producir la adherencia entre las unidades de albañilería, generando trasposos de carga entre ellas. Sellar las juntas entre unidades, asegurando su impermeabilidad al agua y al aire

La mezcla del mortero deberá garantizar la trabajabilidad adecuada para su puesta en obra. Los componentes del mortero (cemento, áridos y agua) deberán cumplir con las indicaciones asociadas al cemento, áridos y agua de la unidad constructiva “HORMIGÓN ARMADO G35/H-35”.

IV.IV.9.13.2. Procedimiento de ejecución de la mampostería de ladrillo

El transporte de los ladrillos se deberá efectuar con medios mecánicos. La manipulación de los ladrillos debe ser cuidadosa por parte del albañil, evitando roces entre las piezas para que éstas no se dañen ni se despunten. El personal debe usar guantes para manipular los ladrillos.

La geometría y dimensiones del tabique final de mampostería de ladrillo atenderán a las indicaciones recogidas en los Planos.

Previamente a su colocación, se habrán de humedecer los ladrillos, con objeto de evitar la absorción del agua del mortero y su agrietado. No obstante, no se deberán colocar ladrillos con exceso de agua que dificulten la adherencia del mortero.

La mampostería se ejecutará en hiladas horizontales, asegurándose que el conjunto se encuentre trabado en todas las direcciones con un recubrimiento superior a 0,5 veces la anchura del tabique. No se podrán disponer ladrillos de hileras contiguas de forma que presenten juntas coincidentes en la misma vertical.

Cada hilada de ladrillos se deberá disponer sobre una capa de mortero, ajustándose los ladrillos de forma que se asegure la penetración de mortero en las oquedades de los ladrillos, para permitir la correcta unión y traspaso de cargas. Las juntas entre hileras y entre ladrillos contiguos se habrán de rematar, debiendo retirarse el material sobrante.

La ejecución de los tabiques se habrá de hacer asegurando la correcta alineación recta de los ladrillos de cada hilera y garantizando la verticalidad del conjunto de hileras que conformen el tabique resultante.

La unión del tabique con el perímetro de la sección existente del Túnel Caracoles se hará garantizando que no se dejen oquedades. Los posibles huecos derivados del acuerdo entre la tabiquería y el perímetro se rellenarán debidamente con mortero.

En ningún caso se podrán emplear cascotes en la ejecución de los tabiques.

IV.IV.9.13.3. Medición y pago de la mampostería de ladrillo

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de la partida, se medirá la unidad constructiva como metro cuadrado (m²) de mampostería de ladrillo.

El precio incluye el suministro y todas las operaciones y materiales necesarios para su correcta aplicación y puesta en obra, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de fabricación de los tabiques de mampostería de ladrillo, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG03080007	MAMPOSTERÍA DE LADRILLO HUECO CERÁMICO I/ TRANSPORTE Y COLOCACIÓN, TOTALMENTE TERMINADO	m ²

IV.IV.10. MONITOREO

En este apartado se presentan las especificaciones de los dispositivos de monitoreo para el control de las obras a colocar.

IV.IV.10.1. DEFINICIONES Y ALCANCE DEL MONITOREO

La finalidad del monitoreo es controlar los movimientos en las obras en ejecución para verificar las hipótesis y resultados de cálculo adoptados en el diseño y para la verificación de la seguridad de la construcción.

Para cumplir los objetivos anteriores se instalarán Secciones de Monitoreo provistas de sensores y sistemas de monitoreo que, en cada momento, informen de las reacciones con las que el terreno responde a las distintas fases constructivas que se lleven a cabo.

Las magnitudes que se controlarán en la construcción de las obras subterráneas son convergencias y desplazamientos de clave y deformaciones unitarias del terreno.

En los portales se controlarán los desplazamientos del terreno en la coronación de los taludes y en la cara de los mismos

Finalmente, en el Túnel del Cristo Redentor se controlarán las deformaciones unitarias del terreno, la apertura de grietas en el revestimiento, la ventilación natural y las variables climatológicas.

La presente especificación particular establece los requerimientos mínimos de monitoreo previstos en los diseños del presente contrato. Asimismo, especifica las frecuencias mínimas de medición, los instantes de toma de lectura de los elementos, la calidad de los instrumentos, su forma de instalación, así como la auscultación mediante realización de medidas específicas de los elementos de instrumentación y cualquier otra actividad relacionada con el monitoreo de los túneles tanto durante la etapa de obra como asimismo a lo largo de la vida útil de las estructuras.

Se definen los siguientes conceptos, que se emplearán en lo sucesivo en la presente especificación:

- ◆ **Unidad de Monitoreo:** La Unidad de Monitoreo es un equipo especializado en mediciones de precisión y su labor es la de hacer las mediciones en el interior del túnel, en superficie, en el subsuelo. El responsable de la Unidad de Monitoreo debe mantener un permanente contacto con la Supervisión de Obra, a quienes debe entregar la información recopilada de las lecturas para su interpretación con la frecuencia indicada en el plan de monitorización.
- ◆ **Sección de monitoreo:** Las secciones de monitoreo son planos transversales al eje longitudinal del túnel sobre los que se instala un conjunto de elementos de medición de deformaciones en el interior del túnel.
- ◆ **Valores umbrales de control:** Estos valores corresponden a los valores establecidos de acuerdo a los resultados obtenidos en la modelación de los túneles, que servirán para verificar las hipótesis de diseño y poder tomar medidas que garanticen la estabilidad del

túnel, en caso que los valores de deformación indiquen que no se están cumpliendo las hipótesis de diseño.

IV.IV.10.2. MATERIALES QUE CONSTITUYEN LOS DISPOSITIVOS DE MONITOREO

Se presentan en esta sección los diferentes dispositivos que se emplearán para el monitoreo. De forma general, los dispositivos que se emplearán estarán destinados a la medición de desplazamientos.

Los dispositivos con los que se realizará el monitoreo son los siguientes:

- ◆ Puntos de convergencia (PCC) y descenso de clave (PN).
- ◆ Extensómetros de varillas (EXT).
- ◆ Hitos de Nivelación Topográfica (HNT).
- ◆ Puntos de control topográfico en el terreno (PCT).

En los siguientes apartados se desarrollan las características exigibles de los diferentes dispositivos presentados.

IV.IV.10.2.1. Puntos de convergencia (PCC) y descenso de clave (PN)

Las Secciones de Monitoreo se colocarán en principio según lo dispuesto en el Proyecto. En zonas especialmente conflictivas desde el punto de vista del terreno o debido a la existencia de un entronque, intersección, ensanche, etc., no previsto, y con autorización del Supervisor, se podrán instalar secciones adicionales. En ningún caso se instalarán un número menor de secciones que las estipuladas en el Proyecto.

En los tramos de túnel excavados a Sección Completa, cada una de las Secciones de Monitoreo estará formada por dos pernos de convergencia (PCC) situados simétricamente en ambos hastiales del túnel y por un perno de nivelación (PN) ubicado en la clave de la bóveda; todos ellos se dispondrán rígidamente unidos al terreno.

En los tramos de túnel excavados en dos fases: bóveda y banco, se añadirán dos pernos de convergencia en la fase de banco situados simétricamente en ambos hastiales del túnel.

Los pernos de nivelación en clave estarán provistos de una diana reflectante para realizar medidas ópticas mediante teodolito. Los pernos de convergencia en hastiales se colocarán a una distancia mínima de la base de excavación de ciento cincuenta centímetros.

Estos pernos de convergencia y nivelación deberán ser instalados por el Contratista junto con el hormigón proyectado del sostenimiento, y deberán quedar firmemente empotrados en el terreno. En caso de rotura de dichos pernos, se deben volver a instalar anclados mediante resina de poliéster de fraguado y endurecimiento rápido para poder realizar la medida de origen lo antes posible.

Las medidas de convergencias se realizarán en las cuerdas horizontales entre los puntos situados en la base de la bóveda y en la base del banco, mediante el empleo de cinta extensométrica con precisión de 0,01 mm. Para proteger la argolla del perno de convergencias el Contratista deberá instalar sobre el extremo del mismo un capuchón protector de material sintético.

Para la nivelación de la clave del túnel se utilizará un sistema de monitoreo óptico tridimensional de medición de desplazamientos sobre la base de un sistema espacial de coordenadas. Los puntos sobre los que se efectuará la medición de los desplazamientos de la clave están materializadas bien mediante dianas con láminas de reflexión o con prismas ópticos de reflexión de alta precisión y centrado positivo. El reflector tendrá un centro definido y permitirá mediciones desde ambos lados sin necesidad de ser rotado

La distribución de medidas a realizar en el tiempo dependerá de la velocidad de desplazamiento y de la magnitud de éste, así como de las operaciones a realizar en el túnel. En principio, y salvo otra indicación del Supervisor, se realizarán medidas según lo indicado en los planos del presente proyecto.

La evaluación de las mediciones será efectuada por la Unidad de Monitoreo mediante el empleo de un software de evaluación apropiado. Este software provisto por la Unidad de Monitoreo cumplirá con las siguientes especificaciones:

- ◆ Procesamiento de datos rápido y robusto para permitir una evaluación continua de la totalidad de los resultados del monitoreo.
- ◆ Formato adecuado de la representación gráfica de los datos en pantalla y en la impresora o plotter. La salida de datos contendrá al menos la siguiente información:
 - ◆ Detalles del proyecto objeto.
 - ◆ Localización y nombre de la Sección de Monitoreo.
 - ◆ Fecha de lectura.
 - ◆ Fecha de producción de la salida de datos.
 - ◆ Escalas y nombres de los ejes.
 - ◆ Representación gráfica de las etapas de excavación incluyendo las leyendas correspondientes.
 - ◆ Gráficos de los resultados de mediciones en diferentes colores incluyendo leyendas aclaratorias.
- ◆ Evaluación y representación en término de historias de desplazamientos absolutos e historias de desplazamientos relativos (convergencias), ilustradas sobre la base de

secciones transversales o como curvas de evolución de los desplazamientos en el tiempo en dirección longitudinal.

- ◆ Administración de información tecnológicamente actualizada capaz de proveer la mayor flexibilidad posible en relación a entradas de datos, posibilidades de modificación y representación alternativa de geometría, puntos fijos, coordenadas Gauss-Krueger, etc.
- ◆ Herramientas de tipo estadístico para acumular experiencia a medida que progresa la obra y pronosticar desplazamientos en forma anticipada para el frente de excavación del túnel.

Siempre que la Supervisión de Obra lo solicite expresamente, el Contratista instalará en las Secciones de Monitoreo interiores de los túneles un perno adicional para la colocación de una mira de medida óptica en la contrabóveda. Éstos pernos deberán ser instalados de la misma manera que los pernos de nivelación en clave, con la diferencia de que para mantenerlos accesibles será necesario proveer una caja de protección. La misma podrá ser de hormigón premoldeado o construida in situ de espesor mínimo de 8 cm, debiendo estar dimensionada para resistir las cargas del tránsito de obra. La parte superior de la caja deberá ser provista con un anillo y tapa de cerramiento estable frente a las mismas cargas.

Una vez terminadas las obras del presente contrato, el Contratista deberá dejar instalados y en funcionamiento todos los pernos instalados en el revestimiento, de modo de que puedan ser empleados para la continuación del monitoreo.

IV.IV.10.2.2. Extensómetros de varillas

Se utilizarán extensómetros de varillas (EXT), de precisión no inferior a una centésima de milímetro (0,01 mm).

Los extensómetros se colocarán en los puntos indicados en el Proyecto, y además, en zonas especialmente conflictivas desde el punto de vista del terreno, no previstas en el Proyecto, siendo necesario en este caso la autorización correspondiente por parte de la Supervisión de Obra. Los puntos de anclaje de cada varilla serán los especificados en Planos.

La instalación se efectuará del siguiente modo: en primer lugar se efectuará una perforación del diámetro suficiente para albergar las varillas previstas; posteriormente se introducirán éstas en el taladro, protegidas con un tubo de PVC que las permite desplazarse libremente en la dirección de su eje, salvo en el extremo, donde irán soldadas a un trozo de acero corrugado; después se procederá a inyectar el taladro con lechada de cemento y, por último, se instalará la cabeza del extensómetro, procediéndose a realizar la lectura inicial.

La lectura puede realizarse manualmente con un calibrador, aunque se recomienda la lectura eléctrica centralizada mediante potenciómetro, cuerda vibrante o cualquier otro método similar.

Todos los instrumentos y accesorios necesarios deberán ser suministrados por el Contratista, debiendo estar disponibles a pie de obra con anterioridad al comienzo de las obras de construcción del túnel.

El personal de instrumentación responsable de la instalación, pruebas, vigilancia y toma de lecturas y registros de los instrumentos, deberá ser personal cualificado y con experiencia en el campo de la instrumentación para túneles, a satisfacción de la Supervisión de Obra.

Los instrumentos empleados deberán ser probados durante el proceso de instalación. Cualquier instrumento que no funcione debidamente al término de la instalación, habrá de ser instalado de nuevo o será sustituido, según establezca la Supervisión de Obra.

Todos los instrumentos deberán ser fijados de manera firme y cuidadosa, debiendo ser protegidos para asegurarse de que no reciban daño alguno durante el transcurso de las operaciones de excavación del túnel.

Asimismo, el Contratista mantendrá todos los extensómetros en perfectas condiciones de trabajo durante el transcurso de las obras, de modo que se garantice su continuidad durante la Explotación de los túneles. En caso de que algún instrumento resultase dañado por las operaciones efectuadas por el Contratista, éste habrá de sustituirlo.

IV.IV.10.2.3. Hitos de nivelación topográfica

Los Hitos de Nivelación Topográfica (HNT) se usarán para conocer la evolución de los movimientos del terreno en la coronación de los taludes de los portales.

Los Hitos estarán constituidos por redondos de acero de 50 cm anclados al terreno con el fin de conocer los movimientos que se generen en la superficie, como consecuencia de las distintas fases de excavación. Las medidas se realizarán mediante equipo topográfico con una apreciación de 0,1 mm y una precisión de 1 mm + 1,5 ppm.

Los Hitos deberán ser provistos e instalados como se describe en los planos correspondientes del Proyecto por parte del Contratista. Su instalación deberá efectuarse con la debida anticipación, necesaria para que la Unidad de Monitoreo comience con el monitoreo antes del comienzo de las excavaciones.

Siempre que lo requiera la Supervisión de Obra, el Contratista instalará Hitos adicionales a los especificados en los planos.

IV.IV.10.2.4. Puntos de control topográfico

Los Puntos de Control Topográfico (PCT) se usarán para conocer la evolución de los movimientos del terreno en la cara de los taludes de los portales.

Los Puntos estarán constituidos por prismas topográficos anclados al terreno mediante redondos, redondos de acero, con el fin de conocer los movimientos que se generen en la superficie, como consecuencia de las distintas fases de excavación. Las medidas se realizarán mediante equipo topográfico con una precisión de 0,3 mgon para medición de ángulos y de 1 mm + 1,5 ppm para medición de distancias.

Los Puntos de Control deberán ser provistos e instalados como se describe en los planos correspondientes del Proyecto por parte del Contratista. Su instalación deberá efectuarse con la debida anticipación, necesaria para que la Unidad de Monitoreo comience con el monitoreo antes del comienzo de las excavaciones.

Siempre que lo requiera la Supervisión de Obra, el Contratista instalará Puntos adicionales a los especificados en los planos.

IV.IV.10.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL MONITOREO

Los **Puntos de Control Topográfico (PCT)** a instalar por el Contratista en la coronación de los taludes de los portales deberán quedar debidamente protegidos, ya estén en terrenos comunes o en sectores transitables.

En los tramos de túnel y galerías excavados a Sección Completa las **Secciones de Monitoreo Normal SMN** constarán de dos puntos de convergencia (PCC) situados a 150 cm del piso; y de un punto de nivelación topográfica (PN) en la clave de la bóveda del túnel.

En los tramos de túnel excavados en dos fases, Bóveda y Banco, las SMN se complementarán con dos puntos de convergencia (PCC) adicionales, situados a 150 cm del piso para la fase de Banco.

Para registrar los máximos movimientos posibles es necesario que la primera medida se realice lo más cerca posible del frente de excavación; por ello, el Contratista colocará los preceptivos puntos de convergencia y de nivelación de la bóveda a la menor distancia posible del frente; y, nunca más lejos de 3 m del frente.

En los puntos de convergencia, de nivelación y extensómetros, los trabajos de medida se realizarán sin afectar a los trabajos del frente, si bien, en las secciones más próximas al mismo se detendrán los trabajos el tiempo necesario para tales mediciones, aunque sin interrumpir trabajos ya iniciados en labores de proyección de hormigón.

El Contratista estará obligado a prestar sin demora ni interrupciones los operarios y medios necesarios para estas operaciones que se realizarán bajo programa.

Previamente al inicio de las obras, la Supervisión de Obra y el Contratista deberán analizar las necesidades específicas para estas prestaciones y su evolución temporal, fijando los programas antes mencionados, debiendo prever el Contratista la incorporación de los medios auxiliares necesarios para la correcta realización de los trabajos de acuerdo a lo señalado en la presente especificación.

IV.IV.10.3.1. Instalación de dispositivos de monitoreo

Los métodos de instalación de dispositivos y equipamiento especiales deberán responder a las recomendaciones del fabricante y ser aprobados por la Supervisión de Obra.

Una vez completada la instalación de dispositivos, el Contratista deberá remitir la Supervisión de Obra una disposición gráfica completa de todos los dispositivos, componentes o equipamiento instalados, consignando su emplazamiento, fecha y hora de instalación, tipo de equipo instalado y las dimensiones principales.

IV.IV.10.3.2. Realización de las medidas de monitoreo

La lectura cero (lectura inicial) de cada dispositivo será efectuada inmediatamente después de la instalación o tan pronto como sea posible en función de consideraciones prácticas. La lectura cero será el resultado de al menos dos operaciones de lectura independientes que arrojen resultados consistentes. El Contratista informará la Supervisión de Obra una vez terminada la instalación de cualquier dispositivo de monitoreo.

En los Planos del diseño y documentos del Proyecto se especifica la frecuencia de medición de las Secciones de Monitoreo de túneles.

Más allá de los requerimientos a los que se ha hecho referencia anteriormente, la frecuencia de toma de lecturas podrá tener que ser ajustada a condiciones particulares no previsibles durante el Diseño. Estos ajustes serán definidos por la Supervisión de Obra, debiendo ser implementados por la Unidad de Monitoreo. En particular, serán considerados motivos de ajuste de la frecuencia la secuencia de excavación empleada y la evolución de los movimientos.

La frecuencia de medida de todos los puntos de monitoreo instalados dentro de los túneles no será menor a los valores indicados en el Proyecto.

Si existiera un cambio anómalo o no esperado en la evolución de los desplazamientos en el tiempo o dondequiera que se anticipen circunstancias particulares que demanden un cuidado especial y una mayor intensidad de monitoreo, la frecuencia de medición será aumentada por indicación del Supervisor. Será parte de la responsabilidad del Contratista la de dar a conocer a la Supervisión de Obra de inmediato la ocurrencia de cualquier evento especial que pueda demandar el aumento de la frecuencia de monitoreo.

La Unidad de Monitoreo ingresará los datos brutos de las lecturas efectuadas para su posterior evaluación y representación gráfica en un programa de computación.

El formato de registro de mediciones, tanto en forma escrita como en copia electrónica o magnética, será definido por la Unidad de Monitoreo y aprobado por el Supervisor.

La comparación de los valores previstos en la fase de proyecto con los obtenidos por el monitoreo permitirá clasificar las secciones de control en nivel de alerta de acuerdo con los siguientes criterios:

- ◆ **Nivel verde:** El valor medido es inferior al 75 % de la magnitud calculada.
- ◆ **Nivel ámbar:** El valor registrado mediante las medidas realizadas está comprendido entre el 75% y el 125% del valor calculado.

- ◆ **Nivel rojo:** El valor registrado durante la obra supera el 125% del valor obtenido en diseño.

En función del nivel de alerta obtenido en cada caso, las actuaciones a efectuar serán las indicadas en los Planos y el Proyecto.

IV.IV.10.3.3. Calibración de los aparatos de medida

Será responsabilidad de la Unidad de Monitoreo el probar que el sistema de monitoreo y equipamiento de medición es adecuado para los objetivos particulares del Proyecto y apto para cumplir los requerimientos de las presentes especificaciones. Todos los equipos a ser usados deberán haber sido calibrados en fábrica y deberán estar preparados para efectuar múltiples lecturas cero.

Durante todo el desarrollo del trabajo se deberán mantener calibrados todos los instrumentos que tengan la posibilidad de ser calibrados. Todas las calibraciones deben ser realizadas por la Unidad de Monitoreo de acuerdo a la metodología y frecuencia recomendada por el fabricante o a las instrucciones de la Supervisión de Obra.

IV.IV.10.3.4. Seguimiento del monitoreo

Se efectuarán reuniones periódicas entre el Supervisor, el Contratista y la Unidad de Monitoreo, en las cuales la Unidad de Monitoreo informará de los últimos resultados del monitoreo, el Contratista entregará la información relacionada con la instalación de elementos de monitoreo, y el Supervisor informará sobre posibles adaptaciones al programa de monitoreo. La Unidad de Monitoreo deberá redactar una minuta de la reunión la cual debe ser distribuida a todas las partes asistentes.

De acuerdo a la evolución de las mediciones y su implicación en relación a las hipótesis de diseño y, en definitiva, sobre la estabilidad de las excavaciones, el Supervisor podrá requerir un aumento de la frecuencia de monitoreo, como asimismo adaptaciones de la secuencia de trabajo o de la magnitud del sistema de sostenimiento, las que deberán ser ejecutadas por el Contratista. Previo a la ejecución de las citadas modificaciones, el Contratista deberá remitir al Supervisor para aprobación una documentación por escrito que dé cuenta de la metodología, los plazos, materiales y equipos que empleará para lograr el objetivo deseado.

La Unidad de Monitoreo deberá documentar todas las variables que identifiquen la lectura así como las condiciones de terreno que puedan afectar a las lecturas que se hacen, como temperatura, humedad, progresión del frente de excavación, actividades anexas, tiempo entre actividades y desde la primera toma de lectura, referencia acerca del tipo y emplazamiento del elemento respectivo, el nombre de la persona que efectuó la medición y una referencia acerca del equipo de lectura utilizado.

Durante toda la obra la Unidad de Monitoreo debe mantener en obra copia de todos los registros de lecturas efectuadas para poder ser entregados al Supervisor frente a un requerimiento en tal sentido.

IV.IV.10.4. CONTROL DE CALIDAD DEL MONITOREO

A lo largo de la duración de la obra, el Supervisor llevará a cabo las siguientes comprobaciones:

- ◆ Verificación de la correcta instalación de los dispositivos de monitoreo.
- ◆ Supervisión y aprobación de los procedimientos de calibrado de los dispositivos.
- ◆ Control de los resultados de monitoreo obtenidos y, en caso de valores inaceptables, requerimiento de modificaciones respecto de la frecuencia de medición o de revisión del procedimiento de ejecución.

IV.IV.10.5. MEDICIÓN Y PAGO DEL MONITOREO

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras realizadas, de acuerdo al Proyecto y estas especificaciones.

Para la cuantificación de las partidas asociadas a la puesta en obra de los elementos del monitoreo, se medirán las unidades como Unidad (Ud.) de perno de convergencia, de perno de nivelación, de punto de control topográfico y extensómetro de varillas en túnel.

El precio incluye el suministro de cada dispositivo, perforación, mortero, resinas y/o lechada de cemento y todas las operaciones y materiales necesarios para su instalación y puesta en obra.

Para la cuantificación de las partidas asociadas a la toma de medidas, seguimiento y control del monitoreo se medirán las unidades como mes (mes.).

El precio incluye la toma de medidas, informe de seguimiento mensual y software específico para su aplicación y ejecución en obra.

A continuación, se indican los códigos de los precios unitarios y las unidades de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de monitoreo, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG07010028	PERNO DE CONVERGENCIA EN TÚNEL (PCC) PARA CINTA EXTENSOMÉTRICA DE MEDIDA DE CONVERGENCIAS EN TUNEL i/ MONTAJE EN TÚNEL	Ud.
CRG07010029	DIANA REFLECTANTE EN PUNTO DE NIVELACIÓN (PN) PARA MEDIDAS DE DESCENSO DE CLAVE POR SISTEMA DE LECTURA CON LÁSER EN TÚNEL i/ MONTAJE SOBRE EL TERRENO	Ud.
CRG07010008	HITO DE CONTROL TOPOGRÁFICO EN ACERO INOXIDABLE PARA MEDICIONES DE PRECISIÓN i/ MONTAJE SOBRE EL TERRENO, ARQUETA METÁLICA CON TAPAS Y ANCLAJES	Ud.
CRG07010009	PUNTO DE CONTROL TOPOGRÁFICO EN TALUDES (PCT) i/ MONTAJE SOBRE EL TERRENO	Ud.
CRG070100011	EXTENSÓMETRO DE VARILLAS CON TRES PUNTOS DE ANCLAJE EN INTERIOR DE TÚNEL	Ud.
CRG07010015	AUSCULTACIÓN E INFORME DE MEDICIONES OBTENIDAS	Ud.
CRG07010016	SISTEMA INFORMÁTICO Y SOFTWARE DE MONITOREO	mes
CRG07010017	EQUIPO PARA CONTROL DE INSTRUMENTACIÓN COMPUESTO POR TÉCNICO (TITULADO SUPERIOR) Y TÉCNICO AUXILIAR (TITULADO MEDIO)	mes
CRG07010018	EQUIPO DE TOPOGRAFÍA COMPUESTO POR TOPÓGRAFO, AUXILIAR (AYUDANTE) Y EQUIPOS	mes
CRG07010033	PUESTA A DISPOSICIÓN, AMORTIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DURANTE EL PERIODO REQUERIDO DE USO DE CINTA EXTENSOMÉTRICA EN TÚNEL	mes
CRG07010005	PUESTA A DISPOSICIÓN, AMORTIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DURANTE EL PERIODO REQUERIDO DE USO DE COMPARADOR DIGITAL PARA MEDIDA DE EXTENSÓMETRO	mes

IV.IV.11. OTROS

IV.IV.11.1. LETREROS DE IDENTIFICACION DE LAS OBRAS

Se incluye en este concepto las características y especificaciones de los letreros de obras que el Contratista deberá colocar de forma previa al inicio de las obras, asegurando su mantenimiento, adaptación y renovación durante el transcurso de las obras, procediendo igualmente a su retirada tras la finalización de las actividades constructivas o cuando la Supervisión así lo determine. Estos elementos deberán establecerse de forma homogénea y compatible con las Normativas de señalización de las Vialidades afectadas, dependiendo del tramo en cuestión, para lo cual será necesario presentar una propuesta previa a la Supervisión de Obra y atender cuantos requerimientos y peticiones pudieran ser demandadas para cumplir con las exigencias de seguridad de ambos países.

Se medirán y pagarán exclusivamente los elementos instalados, justificándose mediante la correspondiente factura el precio de abono por este concepto.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar los trabajos de instalación de obra y campamentos, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG1001	PARTIDA ALZADA: LETREROS DE IDENTIFICACIÓN DE LAS OBRAS, INCLUYENDO EL DISEÑO CONFORME A NORMATIVA, INSTALACIÓN, ADECUACIÓN, RENOVACIÓN, ADAPTACIÓN Y MANTENIMIENTO DURANTE LAS OBRAS, ASÍ COMO LA RETIRADA TRAS LA FINALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES	Ud.

IV.IV.11.2. PROVISIÓN DE HONORARIOS, MANUTENCIÓN Y TRANSPORTE DEL PERSONAL DE LA INSPECCIÓN FISCAL DE LAS OBRAS

Se incluye en este concepto la provisión destinada a garantizar los honorarios, el alojamiento, manutención y transporte del personal de la inspección fiscal de las obras.

Se pagarán exclusivamente los costes vinculados a esta actividad, convenientemente justificados en función de las necesidades reales que se determinen durante el avance de las obras, y la dedicación del personal asignado.

A continuación, se indica el código del precio unitario y la unidad de medición que se aplicarán para valorizar este tipo de provisiones, cuyo pago constituirá la compensación total por el trabajo descrito en esta sección.

Código	Concepto	Unidad
CRG1002	PARTIDA ALZADA: PROVISIÓN DE HONORARIOS, MANUTENCIÓN Y TRANSPORTE DEL PERSONAL DE LA INSPECCIÓN FISCAL DE LAS OBRAS EN ARGENTINA	Ud.

Código	Concepto	Unidad
CRG1003	PARTIDA ALZADA: PROVISIÓN DE HONORARIOS, MANUTENCIÓN Y TRANSPORTE DEL PERSONAL DE LA INSPECCIÓN FISCAL DE LAS OBRAS EN CHILE	Ud.