



Transporte S.A.

Instrucción de Trabajo "Preparación de Hormigón"

ITM.120

Revisión 1

Válido desde: 06.03.2019

Página: 1/24

Tabla de Ediciones

Revisión	Fecha	Motivo de la Revisión
0	09.10.2014	
1	06.03.2019	<ul style="list-style-type: none"> - Se fusiona con la instrucción de trabajo (la cual se elimina): <ul style="list-style-type: none"> • <i>ITM.096 Lastrado de Cañería.</i> - Adecuación a NB 1225001 Norma Boliviana del Hormigón Estructural. - Adecuación de acuerdo a la estructura organizacional actual. - Actualización del Alcance en el Punto 1. Objetivo y Alcance. - Redefinición en el <i>Punto 3. Desarrollo</i> de este documento, para reflejar la implementación del ERP-SAP S/4HANA que impacta a este Instructivo. - Mejoras y Aclaraciones en la Tabla de Responsabilidades. - Inclusión de los siguientes formularios: <ul style="list-style-type: none"> • <i>FO.399 Control de Preparación para Hormigonado</i> • <i>FO.400 Seguimiento y Control Diario de Hormigonado</i> • <i>FO.401 Control de Rotura de Probeta de Hormigón</i>

ÍNDICE	PÁG.
1. OBJETIVO Y ALCANCE.....	2
2. PRE-REQUISITOS.....	2
3. DESARROLLO.....	2
4. REGISTROS	3
5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	4

Elaboración

Nombre: Rubén Delgadillo / Roberto Antezaga
Cargo: Jefe de Mantenimiento de Líneas/ Gerente Sectorial de Proyectos y Construcciones
Fecha: 06.03.2019

Aprobación

Nombre: Jorge Neill Añez C. / Julio David Infante C.
Cargo: Gerente Sectorial de Mantenimiento / Gerente de Operaciones
Fecha : 06.03.2019





Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 2/ 24
---------	------------	--------------------------	---------------

1. OBJETIVO Y ALCANCE

1.1. Objetivo: Establecer los requerimientos que deben ser atendidos para dar cumplimiento a los requisitos normativos y/o recomendaciones técnicas para la elaboración y control de calidad de hormigones para la construcción de obras civiles y de protección en instalaciones y ductos de YPFB TRANSPORTE S.A. (en adelante YPFB TR), ya sea hormigón en masa, armado, o ciclópeo.

1.2. Alcance: Aplica a la construcción y mantenimiento de obras de hormigón en sus diferentes formas y en todas las instalaciones y ductos operados y/o mantenidos por YPFB TR y contratistas que presten servicios, en las diferentes Gerencias Sectoriales de Operaciones: Mantenimiento, Transporte de Gasoductos/ Oleoductos/ Poliductos, Proyectos y Construcciones, Proyectos Especiales, Control del Sistema y en la Gerencia de Gestión, Salud, Seguridad, Medio Ambiente y RSE.

1.2.1. Exclusión: Se excluye del alcance de la presente instrucción de trabajo a las estructuras construidas con hormigones especiales, tales como hormigones pesados, refractarios, etc., hormigón pretensado, estructuras que vayan a estar expuestas a temperaturas superiores a los 70° C o inferiores a -10 °C, o las estructuras, mixtas de hormigón y perfiles metálicos, en cuyo caso el personal a cargo deberá elaborar instructivos específicos para la actividad.

2. PRE-REQUISITOS

El personal de campo que participe en los trabajos de elaboración y control de calidad de hormigón deberá necesariamente contar las capacitaciones específicas y vigentes de acuerdo a cada actividad según lo establecido en **PH.002 Capacitación** y en los **Requisitos de GSSM y RSE para Contratistas**.

2.1 Competencias Técnicas

El personal a cargo de la actividad y del control de calidad del hormigón debe conocer y tener experiencia en:

- Especificaciones técnicas y/o planos aprobados para construcción referidos a la actividad a realizar.
- Norma Boliviana del Hormigón Estructural, NB 1225001

El personal de fuerza que participe en la preparación del hormigón debe conocer el manejo de herramientas manuales y equipos relacionados a la actividad que realice.

2.2 Equipos/Instrumentos/Herramientas Requeridos

En forma previa a su utilización, se deberán revisar los equipos y herramientas requeridos para la actividad, según **ITS.023 Seguridad de Equipos y Herramientas**.

- Mezcladora de hormigón.
- Alternativamente en función a las características de la obra y los volúmenes de hormigón, se podrán montar y disponer de plantas hormigoneras.
- Vibradoras de inmersión.
- Equipo de ensayos: cono de Abrams, probetas de ensayo con sus respectivos accesorios.
- Herramientas menores (palas, picotas, sierras, tenazas, martillos, etc.)
- Carretillas.
- Baldes.
- Depósitos para agua.
- Chapas y/o canaletas.
- Escaleras.



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 3/ 24
---------	------------	--------------------------	---------------

- Holiday detector (*)
- Juego de tamices, prensas para hormigón, balanzas, calibradores (*), requeridos para las roturas de probetas y para la dosificación previa del hormigón.
- Otros equipos y materiales de laboratorio que se requieran para el control de calidad de los componentes del hormigón y de su resistencia alcanzada.

(*) Este equipo debe contar con certificación o certificado de calibración vigente, además debe contarse con copia del certificado de calibración vigente del patrón de calibración.

2.3 Específicos de la Gestión de SSMS y RSE

- Para cada actividad es requisito obligatorio realizar una identificación de los peligros/aspectos y evaluar los riesgos/impactos a fin de tomar medidas de prevención de accidentes; según **PS.040 Gerenciamiento de Riesgos y Oportunidades**.
- Se debe tomar en cuenta el **PS.023 Primeros Auxilios y Evacuación Médica**.
- Al inicio de las actividades y de forma diaria, se deberán realizar charlas de concientización a todo el personal involucrado para la prevención de daños a la salud, seguridad, medio ambiente y aspectos sociales, se debe registrar las charlas en el **FS.017 Informe de Reuniones de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Social**.
- Asegurarse que todos los vehículos, equipos livianos, cuenten con la inspección correspondiente de acuerdo al **PS.050 Conducción Vehicular**.
- Las tareas de mantenimiento y construcción que se lleven a cabo en áreas clasificadas deben ser ejecutadas con equipos a prueba de explosión Clase I, Zona I, en casos excepcionales y por tiempos limitados, estas pueden ser llevadas a cabo con equipos no clasificados con monitoreo continuo de gases.
- Realizar inspección del área de trabajo.
 - Tomar acciones inmediatas si se detecta una condición que pueda ser peligrosa para la propiedad o las personas en el área.
 - El área de trabajo debe estar completamente señalizada, aislada con cintas de precaución y sólo el personal involucrado en el trabajo podrá estar en el área.
 - Medidas especiales deben adoptarse para los casos en que el servicio sea efectuado en zonas urbanas o colindantes con carreteras, caminos, ferrocarriles, calles, etc.
 - Se deben colocar letreros en el área de trabajo que estén relacionados con las labores que se realicen.
 - Si se dejase zanja abierta, esta se debe cercar completamente con cinta de precaución.

NOTA # 1:

La supervisión a cargo deberá verificar el cumplimiento de todas las recomendaciones y regulaciones en relación a seguridad, salud, social y medio ambiente antes de dar inicio a los trabajos.

2.3.1 Aspectos de Seguridad

- Contar con Planes de Emergencias actualizados en los sitios de trabajo según el **ITS.016 Elaboración del Plan de Respuesta a Emergencias y Simulacros**.
- Se deberá contar con el equipo de protección requerido por el Instructivo **ITS.002 Equipos de Protección Personal** en base a las actividades específicas que se realicen.
- Inspección de Extintores de acuerdo al **ITS.040 Extintores de Fuego Portátiles**
- Contar con Hojas de Datos de Seguridad (HSDM) de acuerdo al **ITS.018 Comunicación de los Peligros y HDSM**.



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 4/ 24
---------	------------	--------------------------	---------------

- Asegurarse que todos los equipos pesados cuenten con la inspección correspondiente de acuerdo al **ITS.051 Seguridad con Grúas y Equipo Pesado**

- Permisos de Trabajo

Previo al inicio de las actividades además de la Orden de Mantenimiento, se deberá proceder con la elaboración de los permisos de trabajos específicos de acuerdo al

PO.019 Permiso de Trabajo:

- FS.021 Permiso de Trabajos en Frío.
- FS.019 Permiso de Trabajo para Excavación.
- FS.031 Permiso de Trabajo en Agua/Superficies con Agua.
- FS.028 Permiso de Trabajo en Escalera.
- FS.029 Permiso de Trabajo en Andamios.
- FS.047 Formulario de Cierre y Etiquetado.
- FS.059 Permiso de Trabajos No Rutinarios.
- FS.024 Permiso de Trabajo Para Espacios Confinados.

2.3.2 Aspectos de la Gestión Social


- Se deben prevenir conflictos sociales, ejerciendo normas de conducta basadas en: respeto mutuo, comunicación clara y reciprocidad, informando anticipadamente a la población vecina y autoridades locales sobre la actividad a ejecutar, coordinando con ellos en lo que corresponda, a objeto de minimizar los impactos negativos y maximizar los posibles beneficios de nuestra actividad para la población local. Para documentar una reunión con la comunidad o grupo utilizar el **FS.071 Reporte de Reunión con Partes Interesadas**.
- Cualquier queja o solicitud proveniente de la comunidad o sus autoridades a YPFB TR. debe ser canalizada según el procedimiento **PS.032 Gestión de Responsabilidad Social Empresarial con Partes Interesadas** y formulario, **FS.032 Formulario para Quejas**.

2.3.3 Aspectos de la Gestión Ambiental

- El manejo de residuos sólidos deberá realizarse de acuerdo al procedimiento **PS.037 Gestión de Residuos Sólidos**.
- Las aguas residuales procedentes de usos domésticos y de procesos industriales que son descargadas al alcantarillado municipal, suelos o cuerpos de agua superficiales, son gestionadas a través del **PS.038 Gestión de Aguas Residuales y Pluviales**.
- Las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes fijas y móviles son gestionadas a través del **PS.027 Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica**.
- Los áridos a utilizar deben ser provistos por empresas autorizadas, según lo descrito en la Lista de Verificación de Requisitos Legales Ambientales **LL.002 Lista de Verificación de Requisitos Legales Ambientales**.
- El área de elaboración de hormigón, así como el almacenamiento de residuos de hormigón deben contar con impermeabilización para evitar contaminación del suelo (geomembrana o similar).

NOTA # 2:


En caso de que la actividad sea realizada por un contratista, se deberá contar con las carpetas del contratista aprobadas, con la documentación que respalde el cumplimiento en su totalidad de los **Requisitos de GSSM y RSE para Contratistas**.

 <div style="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón” </div>			
ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 5/ 24

3. DESARROLLO

3.1 Actividades para la Elaboración del Hormigón

Ítem	Tareas	ERP	Analista de Mto. Líneas*	Ejecutor/Contratista	Jefe/Coordinador de Mto.* / Jefe de Proyectos**	Supervisor Mto. Líneas* Supervisor de Obra**	Administrador General Cuadrilla*/ Administrador de Proyecto***	Encargado de Cuadrilla*/ Inspector de Calidad***	Maestro de Obra*/ Encargado de Fase***	Supervisor / Inspector SSMS
3.1.1	Actividades Previas a la Elaboración del Hormigón									
3.1.1.1	Realizar los trabajos de mantenimiento de acuerdo al Programa de Mantenimiento en cumplimiento del PO.003 <i>Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo y de Emergencia</i> , con las correspondientes Órdenes de Mantenimiento.			C		R		CR		
3.1.1.2	Generar la Orden de Mantenimiento en el ERP.	X	R							
3.1.1.3	Coordinar la realización de las actividades previas a la ejecución correspondiente a: -Personal y equipos en el sitio de trabajo (ver <i>Punto 2 Pre- Requisitos</i>). -Materiales (ver <i>Punto 3.2 Materiales</i>). ➤ Para Mantenimiento ➤ Para Proyectos				CR	R	C	C	I	I
					I	I	R			C
3.1.1.4	Asegurar que se realice el control previo a la preparación del hormigón de acuerdo a los parámetros requeridos en el formulario: • <i>FO.399 Control de Preparación para Hormigonado</i> .			CR		A		R		
3.1.2	Actividades Durante la Elaboración del Hormigón									
3.1.2.1	Reportar diariamente la ejecución de las actividades.			R	I	CR		C		I
3.1.2.2	Supervisar de forma continua las condiciones de seguridad y medio ambiente, en la realización de la actividad.					C		I		R
3.1.2.3	Verificar el cumplimiento de las especificaciones del hormigón de acuerdo al <i>Punto 3.3 Características del Hormigón</i> .			C		R		CR		

 <div style="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón” </div>			
ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 6/ 24

Ítem	Tareas	ERP	Analista de Mtto. Líneas*	Ejecutor/Contratista	Jefe/Coordinador de Mtto.* / Jefe de Proyectos**	Supervisor Mtto. Líneas* / Supervisor de Obra**	Administrador General Cuadrilla* / Administrador de Proyecto***	Encargado de Cuadrilla* / Inspector de Calidad***	Maestro de Obra* / Encargado de Fase***	Supervisor / Inspector SSMS
3.1.2.4	<p>Verificar que la preparación del hormigón se realice de acuerdo a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Punto 3.4 Descripción para la preparación, colocación, compactación y curado del hormigón.</i> <p>Nota: Se deben tomar en cuenta para los distintos tipos de hormigón los siguientes lineamientos del presente instructivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Punto 3.9 Hormigón Armado.</i> <i>Punto 3.10 Hormigón Ciclópeo.</i> <i>Punto 3.11 Hormigón Simple.</i> <i>Punto 3.12 Lastrado de Cañería.</i> 			CR	I	R		C	C	
3.1.2.5	<p>Asegurar que se realice el control de la preparación del hormigón de acuerdo a los parámetros requeridos en el formulario:</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>FO.400 Seguimiento y Control Diario de Hormigonado.</i> 			CR		A		R		
3.1.3	Actividades Posteriores a la Elaboración del Hormigón									
3.1.3.1	<p>Asegurar que se realice el control de resistencia del hormigón de acuerdo a los parámetros requeridos en el formulario:</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>FO.401 Control de Rotura de Probeta de Hormigón.</i> 			CR		A		R		
3.1.3.2	Cerrar y validar la OM de acuerdo a lo establecido en el <i>PO.003 Mantenimiento Preventivo Predictivo Correctivo y de Emergencia.</i>	X			R ^(a)					

R: Responsable I: Informado CR: Co-responsable

A: Aprueba

C: En coordinación con

X: Actividad / Tarea realizada a través del ERP.

R^(a): El coordinador de Mtto. Líneas cierra la OM.

* Mantenimiento.

** Proyectos.

*** Rol a ser desempeñado por personal de la contratista.



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 7/ 24
---------	------------	--------------------------	---------------

3.2 Materiales

Todos los materiales, herramientas y equipos a emplearse en la preparación, vaciado y curado del hormigón deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Boliviana del Hormigón Estructural, NB 1225001, Capítulo 3 - Materiales.

3.2.1 Cemento

El cemento a utilizar en la elaboración de hormigones, debe cumplir con alguna de las siguientes normas:

- Cemento Portland (ASTM C 150).
- Cementos hidráulicos adicionados (ASTM C 595), se excluyen los Tipos IS (>70) ya que no pueden ser empleados como constituyentes cementantes principales en el hormigón estructural.
- Cemento hidráulico expansivo (ASTM C 845).
- Cemento hidráulico (ASTM C 1157), NB 011.

El cemento empleado en la obra debe corresponder al que se ha tomado como base para la selección de la dosificación del hormigón, en el caso de cambiar de tipo o marca de cemento se deberá realizar una nueva dosificación en forma previa a la utilización de dicho cemento.

En el caso de que no se especifique un tipo de cemento en particular en el alcance del proyecto o trabajo a realizar, el Contratista podrá proponer el cemento a utilizar, pero se deberá contar con la aprobación previa de parte del Supervisor de YPFB TR.

El cemento deberá ser almacenado en condiciones que lo mantengan fuera de la intemperie y la humedad. El almacenamiento deberá organizarse en forma sistemática, de manera de evitar que ciertas bolsas se utilicen con mucho retraso y sufran un envejecimiento excesivo. En general no se deberán almacenar más de 10 bolsas una encima de la otra y deberán estar dispuestas sobre tarimas evitando el contacto directo con el suelo.

El cemento que por alguna razón haya fraguado parcialmente o contenga terrones, grumos, costras, etc. será rechazado automáticamente y deberá ser retirado del lugar de la obra.

3.2.2 Agregados

Los áridos a emplearse en la fabricación de hormigones serán aquéllas arenas y gravas obtenidas de yacimientos naturales, rocas trituradas y otros que resulten aconsejables, como consecuencia de estudios realizados en laboratorio.

Se entiende por arena o árido fino, el árido o fracción del mismo que pasa por el tamiz de 5 mm de malla (tamiz N° 4) y por grava o árido grueso el que resulta retenido en dicho tamiz.

Los agregados para hormigón deben cumplir con una de las siguientes normas:

- Agregados de peso normal (ASTM C 33); NB 594; NB 596.
- Agregados livianos (ASTM C 330).

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a:

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado
- 1/3 de la altura de la losa
- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre barras o alambres individuales de la armadura, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

3.2.3 Fierros

En todos los casos, las armaduras del hormigón armado deberán estar libres de corrosión.



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 8/ 24
---------	------------	--------------------------	---------------

El acero debe ser corrugado, excepto en espirales o acero pretensado en los cuales se puede utilizar acero liso. Además, se puede utilizar armadura consistente en pernos con cabeza para refuerzo de cortante, perfiles de acero estructural o en tubos y elementos tubulares de acero.

La soldadura de barras de la armadura debe realizarse de acuerdo con “Structural Welding Code – Reinforcing Steel”, ANSI/AWS D1.4 de la American Welding Society. La ubicación y tipo de empalmes soldados y otras soldaduras requeridas en las barras de la armadura deben estar indicados en los planos de diseño o en las especificaciones del proyecto. Las normas ASTM para barras de la armadura, excepto ASTM A 706, deben ser complementadas para requerir un informe de las propiedades necesarias del material para cumplir con los requisitos de ANSI/AWS D1.4.

Las barras de acero corrugado con resistencia a la fluencia igual a 400 MPa deben cumplir con los requisitos solicitados por las normas ASTM A 615M, ASTM A 706M y ASTM A 996M, para la normativa nacional cumplir con las normas NB 728, NB 729, NB 730, NB 731 y NB 732.

Las barras de acero corrugado con resistencia a la fluencia mayor a 400 MPa deben cumplir con una de las normas enumeradas en 3.5.3.1 de la NB 122500, excepto que para barras con $f_y > 400$ MPa, la resistencia a la fluencia debe tomarse como el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0,35%.

En cuanto a las mallas electrosoldadas para hormigón, deben ajustarse a la norma ASTM A 184M. Las barras de armadura utilizadas en las mallas de armadura deben cumplir con ASTM A 615M y ASTM A 706 M y en la normativa nacional con las normas NB 733 y NB 734

Los aceros de distintos diámetros y características se almacenarán separadamente, a fin de evitar la posibilidad de intercambio de barras.

El tipo de acero y su fatiga de fluencia será aquel que esté especificado diseño, cálculos, planos estructurales, etc. Queda terminantemente prohibido el empleo de aceros de diferentes tipos en una misma sección.

3.2.3.1 Armadura para lastrados

Para la construcción de lastrado de tuberías, se podrá utilizar indistintamente malla electrosoldada o armadas a partir de fierro corrugado.

Para los lastrados simples se utilizarán mallas electrosoldadas o armadas a partir de barras de 4,2 mm de diámetro con una separación de 15 cm en ambas direcciones, en el caso de lastres especiales, debe ser el especialista o diseñista quien determine el diámetro, separación entre barras y tipo de armadura a usar, en todo caso, las armaduras deberán ser aprobadas previamente por la supervisión de YPFB TR.

La malla de refuerzo del hormigón estará ubicada en forma concéntrica al eje del caño y fijadas firmemente en la mitad del revestimiento de hormigón, separada de la superficie del tubo por espaciadores pre moldeados de cemento.

La malla deberá tener un traslape tanto circunferencial como longitudinal de mínimamente 10 cm, o en su defecto lo especificado por el fabricante de las mallas.

Antes de la instalación de la malla, se le deberá dar una forma cilíndrica, con un diámetro que facilite su colocación, a una distancia del revestimiento indicada en la *Figura 1 Encofrado Metálico* y concéntrica al eje del tubo.

Bajo ninguna circunstancia las barras de la malla de refuerzo podrán sobrepasar la superficie del hormigón o quedar en contacto con el revestimiento anticorrosivo.



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 9/ 24
---------	------------	--------------------------	---------------

En los tramos de ducto lastrado de sección cuadrada, la armadura de refuerzo a utilizar podrá ser malla electrosoldada con las mismas dimensiones y características de la utilizada en la sección cilíndrica.

Se podrá utilizar fierro corrugado de 10 mm con estribos de 6 mm de diámetro cada 20 cm o el diámetro resultante del cálculo para los lastrados in situ.

3.2.4 Agua

El agua empleada en el mezclado del hormigón debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias nocivas para el hormigón o la armadura y debe cumplir con la norma ASTM C1602 y NB 637. En particular se debe cumplir que el exponente de hidrógeno pH sea mayor a 5.

Cualquier agua natural que se pueda beber (potable) y que no tiene sabor u olor marcado, puede utilizarse como agua de mezclado en la elaboración de hormigón o curado.

No debe utilizarse agua no potable en el hormigón, a menos que se cumpla con las siguientes condiciones:

- La selección de la dosificación del hormigón debe basarse en mezclas de hormigón con agua de la misma fuente.
- Los cubos de mortero para ensayos, hechos con agua no potable, deben tener resistencias a los 7 y 28 días, de por lo menos 90% de la resistencia de muestras similares hechas con agua potable. El tiempo de fraguado no variará en relación al control en 1,00 hora más temprano o 1,50 horas más tarde, de acuerdo al ensayo ASTM C 191. La comparación de los ensayos de resistencia y fraguado debe hacerse en morteros idénticos, excepto por el agua de mezclado, preparados y ensayados de acuerdo con la norma ASTM C 109.

La temperatura del agua para la preparación del hormigón deberá ser superior a 5°C.

3.2.5 Aditivos

Se podrán emplear aditivos para modificar ciertas propiedades del hormigón, previa su justificación y aprobación expresa efectuada por el Supervisor de YPFB TR.

Como el modo de empleo y la dosificación deben ser de estudio adecuado, debiendo asegurarse una repartición uniforme de aditivo, este trabajo deberá ser encomendado a personal calificado y preferentemente bajo las recomendaciones de los fabricantes de los aditivos.

Para autorizar la incorporación de aditivos en el hormigón, en forma previa a la utilización de los mismos, se deberán preparar pastones de prueba de hormigón con la inclusión de los aditivos que se pretendan utilizar en las dosificaciones correspondientes, en caso de requerirse un cambio de aditivo o en la proporción del mismo, se requerirá la presentación de resultados de nuevas dosificaciones de prueba que certifiquen que se alcanzarán las resistencias y propiedades indicadas en los planos de construcción y/o especificaciones técnicas.

3.3 Características del Hormigón

La elección de los componentes del hormigón y su dosificación, debe cumplir las exigencias relativas a las características especificadas por el proyecto / trabajo a realizar para el hormigón endurecido, la durabilidad, teniendo en cuenta la agresividad del ambiente, en relación con el hormigón y armadura, las características de hormigón fresco como la consistencia, las consecuencias del tratamiento previsto para el hormigón, en el ambiente que vaya a ejecutarse.

En general, las proporciones de los materiales que componen el hormigón (cemento, agregados, agua y aditivos) deberán garantizar mezclas compactas y con la resistencia requerida en las especificaciones y/o planos aprobados para construcción del proyecto/trabajo a realizar, para lo cual se deberán



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 10/ 24
---------	------------	--------------------------	----------------

presentar resultados de rotura de probetas de pastones de prueba preparados en forma previa a la adopción de una determinada dosificación del hormigón, los cuales deberán ser aprobados por la Supervisión de YPFB TR.

Previo a realizar estos ensayos de dosificación, se deberá entregar a YPFB TR. la documentación de calidad de los materiales a utilizar para aprobación, tales como:

- Cemento: certificado de calidad.
- Agua: análisis de laboratorio en caso de que se vaya a utilizar agua no potable.
- Agregados: informe de laboratorio de los ensayos de granulometría y ensayo de desgaste (Máquina de Los Ángeles) para el agregado grueso en el caso de que así lo requiera la Supervisión de YPFB TR.

En el caso de que el volumen total de hormigón a vaciar en un proyecto o trabajo de menor envergadura sea menor a 15 m³, se podrá prescindir de la elaboración de pastones de prueba para la determinación de la dosificación a utilizar, pero siempre y cuando se cumplan con las siguientes condiciones:

- La resistencia característica a la compresión del hormigón requerido no es mayor a 210 kg/cm².
- El cemento y aditivos a utilizar deberán ser de la misma marca y características y los agregados deberán ser de similares características a los anteriormente utilizados.
- Se deberá presentar la dosificación propuesta a la Supervisión de YPFB TR., la cual deberá especificar una cantidad de cemento mayor o igual a la solicitada en el *Punto 3.3.1 Contenido unitario de cemento*.
- Dicha dosificación debe haber sido utilizada anteriormente y se deberán presentar respaldos (resultados de laboratorio) de que la resistencia promedio alcanzada a los 28 días en dicha anterior oportunidad con la dosificación propuesta fue por lo menos un 15% mayor a la requerida y ninguno de los resultados de rotura a los 28 días fue menor a la especificada.
- Se requerirá la autorización de la Supervisión de YPFB TR. para su utilización.

3.3.1 Contenido unitario de cemento

En ningún caso las cantidades de cemento podrán ser menores que:

- Para hormigón pobre (de limpieza y nivelación), 150 kg/m³.
- Hormigón ciclópeo, 150 kg/m³.
- Estructuras corrientes de hormigón en masa y hormigón armado, 320 kg/m³.
- Depósitos de agua /hidrocarburos, 350 kg/m³.
- Hormigones expuestos a la acción de un medio agresivo, 380 kg/m³.
- Hormigones a vaciarse bajo agua 400 kg/m³.

3.3.2 Consistencia del Hormigón

La consistencia del hormigón será la necesaria para que, con los métodos de puesta en obra y compactación previstos, el hormigón pueda rodear las armaduras en forma continua y rellenar completamente los encofrados sin que se produzcan coqueras (cangrejeras). La consistencia de la mezcla será determinada mediante el ensayo de asentamiento, empleando el cono de Abrams. El ejecutor deberá tener en la obra el cono standard (10 cm de diámetro en la parte superior x 20 cm de diámetro en la parte inferior x 30 cm de altura) para la medida de los asentamientos en cada vaciado. Como norma general, y salvo justificación especial, no se utilizarán hormigones de consistencia fluida, recomendándose los de consistencia plástica y blanda, compactados por vibrado. En elementos con función resistente, se prohíbe la utilización de hormigones de consistencia líquida. Se exceptúa de lo anterior el caso de hormigones fluidificados por medio de un súper plastificante, siempre y cuando se corrobore que se alcanzarán las resistencias requeridas mediante la elaboración y rotura de probetas



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 11/ 24
---------	------------	--------------------------	----------------

obtenidas de pastones de prueba. La fabricación y puesta en obra de estos hormigones, deberá realizarse según reglas específicas.

Las distintas consistencias y los valores límites de los asentamientos correspondientes, medidos en el cono de Abrams de acuerdo con el método del ensayo indicado en la NB 589, son los siguientes:

Tabla N° 1: Asentamiento de Hormigón

Consistencia	Asentamiento en cm	Tolerancia en cm
Seca	0 – 2	0
Plástica	3 – 5	±1
Blanda	6 – 9	±1
Fluida	10 – 15	±2

Como regla general, se empleará hormigón con el menor asentamiento posible que permita un llenado completo de los encofrados, envolviendo perfectamente las armaduras y asegurando una perfecta adherencia entre las barras y el hormigón.

No se permitirá el uso de hormigones con asentamiento superior a 16 cm.

Al inicio de los vaciados del día y cada vez que lo solicite la Supervisión de YPFB TR. se realizará el control de asentamiento del hormigón mediante el Cono de Abrams, el cual no podrá ser mayor al que determinen las especificaciones correspondientes, o la considerada en la dosificación aprobada por la Supervisión de YPFB TR., con la tolerancia indicada en la *Tabla N° 1*


3.3.3 Relación Agua - Cemento (en peso)

La relación agua - cemento se determinará en cada caso basándose en los requisitos de resistencia y trabajabilidad, pero en ningún caso deberá exceder de:

Tabla N° 2: Relación Agua – Cemento para Hormigones

Condiciones de Exposición	Extrema	Severa	Moderada
Naturaleza de la obra	Hormigón sumergido en medios agresivos	Hormigón en contacto con agua a presión Hormigón en contacto alternado con agua y aire	Hormigón expuesto a la intemperie. Hormigón sumergido permanentemente en medio no agresivo.
Piezas delgadas	0.48	0.54	0.60
Piezas de grandes dimensiones	0.54	0.60	0.65

Para la aplicación del agua en la mezcla de hormigón, deberá tenerse muy en cuenta la humedad propia de los agregados.

 <div style="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón” </div>			
ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 12/ 24

3.3.4 Ensayos de resistencia mecánica del hormigón

Uno de los parámetros más importantes para determinar la calidad del hormigón es su resistencia característica a la compresión a la edad de 28 días, para su determinación se deberán utilizar probetas cilíndricas normales de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, el laboratorio en el cual se realizarán dichos ensayos deberá estar aprobado por la Supervisión de YPFB TR.

Los cilindros para los ensayos de resistencia deben ser fabricados y curados en laboratorio de acuerdo con las normas NB 586 o ASTM C 31 y deben ensayarse de acuerdo con las normas NB 639 o ASTM C 39.

Por cada día y por cada 10 m³ de hormigón vaciado en cada día, se obtendrán 4 probetas cilíndricas para determinar la resistencia del hormigón, de las cuales se romperá una a los 7 días de edad, otra a los 14 días y las dos restantes a los 28 días, pudiendo el ejecutor moldear un mayor número de probetas para efectuar ensayos a edades (días) diferentes a las anteriormente mencionadas y así apreciar la resistencia probable de sus hormigones con mayor anticipación, o en caso de alcanzarse las resistencias mínimas especificadas, poder continuar con la siguiente fase constructiva.

En caso de vaciarse hormigón premezclado (mixers), se deberán obtener al menos 4 probetas por cada mixer para ser ensayadas (rotas) a las mismas edades indicadas para el hormigón preparado en obra.

Los cuerpos de prueba deben ser identificados a través de un marcado propio con un número secuencial para llevar un control de las fechas de rotura de dichos cuerpos.

Después de protegidos los cuerpos de prueba deben ser encaminados al laboratorio, debiendo ser transportados en caso necesario en cajas rígidas, conteniendo aserrín o arena mojada.

3.4 Descripción para la preparación, colocación, compactación y curado del hormigón

3.4.1. Dosificación de Materiales

Para la preparación del hormigón se recomienda, dentro de lo posible, que la dosificación de los materiales se efectúe en peso.

Para los áridos se aceptará una dosificación en volumen, es decir transformándose los pesos en volumen aparente del material suelto, conforme a ensayos de laboratorio que se deberán realizar en conjunto con la dosificación de los pastones de prueba. A solicitud de la Supervisión de YPFB TR. se podrán realizar determinaciones del peso unitario de los agregados y del contenido de humedad de los mismos durante el desarrollo de los trabajos.

Cuando se emplee cemento envasado, la dosificación se realizará por número de bolsas de cemento, quedando prohibido el uso de fracciones de bolsa, a menos que se diseñen recipientes dosificadores en función al peso unitario suelto del cemento determinado en laboratorio.

La medición de los áridos en volumen se realizará en recipientes dosificadores, los que, al igual que en el caso de los utilizados para el cemento y el agua, deberán ser aprobados por la Supervisión de YPFB TR.

3.4.2 Mezclado

El hormigón deberá ser mezclado mecánicamente, para lo cual:

- Se utilizarán una o más hormigoneras de capacidad adecuada y se empleará personal capacitado para su manejo.
- En caso de utilizarse hormigón premezclado, el mismo deberá mezclarse y entregarse de acuerdo a los requisitos de las normas ASTM C 94 o ASTM C 685.
- Periódicamente se verificará la uniformidad del mezclado.



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 13/ 24
---------	------------	--------------------------	----------------

- El período de mezclado comienza después de haber introducido en la mezcladora todos los componentes sólidos (por ejemplo, cemento y agregados). El tiempo de mezclado, después de que todos los componentes hayan ingresado en la mezcladora, no deberá ser inferior a 90 segundos para mezcladoras de hasta 1500 litros de capacidad, aumentando en tantas veces quince segundos como fracciones de 400 litros de exceso sobre los 1500 litros tenga la capacidad de la máquina utilizada.
- El uso de la capacidad del tambor de la mezcladora y el número de revoluciones se limitarán en todo momento a las especificaciones de fábrica. La Supervisión de YPFB TR. tendrá el derecho y la potestad de modificar el proceso y tiempo de mezclado si se comprobara que la forma de carga de los componentes de la mezcla y el proceso de mezclado no produce la deseada uniformidad, composición y consistencia del hormigón. No estará permitido cargar la mezcladora excediendo su capacidad, ni posteriormente agregar agua con el fin de obtener una determinada consistencia.
- Para realizar la introducción de los materiales componentes del hormigón en la mezcladora se realizarán los siguientes pasos:
 - a) Verificar que la mezcladora esté convenientemente limpia sin restos de materiales endurecidos por usos anteriores.
 - b) Verificar con anticipación el sistema mecánico y/o eléctrico de la mezcladora.
 - c) Cargar los materiales de acuerdo al siguiente orden: $\frac{3}{4}$ partes de agua, $\frac{1}{2}$ parte de la grava, cemento, arena, resto de la grava y el resto del agua para la consistencia deseada.
 - d) Descargar la mezcla en forma continua.
 - e) Limpiar y lavar completamente la mezcladora, una vez finalizada la faena del hormigonado.
 - f) Los restos de hormigón no deberán verterse directamente al suelo, debiéndose disponer para ello áreas especiales en coordinación con la Supervisión de YPFB TR.

3.4.3 Transporte

El hormigón será transportado desde la hormigonera hasta el lugar de su colocación en condiciones que impidan su segregación, pérdida del material, o el inicio del fraguado. Para ello se emplearán métodos y equipos que permitan mantener la homogeneidad del hormigón y evitar la pérdida de sus componentes o la introducción de materias ajenas, así como evitar interrupciones durante el proceso del vaciado que pudieran causar pérdidas de plasticidad entre capas sucesivas de colocación.

Para los medios corrientes de transporte, el hormigón deberá quedar colocado en su posición definitiva dentro de los encofrados antes de que transcurran treinta minutos desde que el agua se ponga en contacto con el cemento.

3.4.4 Colocación

Antes del vaciado del hormigón en cualquier sección, el ejecutor deberá contar con la correspondiente autorización del Supervisor de Obra.

Salvo el caso que se disponga de una protección adecuada y de la autorización necesaria de parte de la Supervisión de YPFB TR. para proceder en sentido contrario, no se colocará hormigón mientras llueva.

El espesor máximo de cada capa de hormigón no deberá exceder de 50 cm.

La velocidad de colocación será la necesaria para que el hormigón en todo momento se mantenga plástico y ocupe rápidamente los espacios comprendidos entre las armaduras.

No se permitirá verter libremente el hormigón desde alturas mayores a 1.50 metros.



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 14/ 24
---------	------------	--------------------------	----------------

En caso de presentarse alturas mayores de vertido, se deberán utilizar embudos y conductos cilíndricos que eviten la segregación del hormigón. Se exceptúan de esta regla los elementos que tengan pendientes mayores a 45°.

Durante la colocación y compactación del hormigón se deberá evitar el desplazamiento de las armaduras.

Las losas deberán hormigonarse en una operación continua.

No debe utilizarse hormigón al que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial.

En los lastrados, la colocación se hará por capas horizontales, de espesor uniforme en toda su longitud.

En losas, la colocación se hará por franjas de ancho tal que, al colocar el hormigón de la faja siguiente, en la faja anterior no se haya iniciado el fraguado.

3.4.5 Compactación del Hormigón

Todo hormigón debe compactarse cuidadosamente por medios adecuados durante la colocación y debe acomodarse por completo alrededor del refuerzo y de las instalaciones embebidas y en las esquinas del encofrado.

La compactación de los hormigones se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas, de manera tal que se eliminen los huecos o burbujas de aire del interior de la masa y se obtenga un perfecto cerrado de la misma, sin que llegue a producirse segregación. El proceso de compactación, deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

Los hormigones de consistencia seca, plástica o blanda, deben compactarse, en general, por vibración. Los de consistencia muy blanda o fluida (poco utilizados en el rubro hidrocarburífero), se compactan normalmente por picado o, si no existe riesgo de segregación, mediante un ligero vibrado.

Los vibradores de inmersión deben sumergirse rápido y profundamente en la masa, cuidando de retirar la aguja con lentitud y a velocidad constante. Cuando se hormigone por tongadas, conviene introducir el vibrador hasta que la punta penetre en la capa subyacente, procurando mantener el aparato vertical o ligeramente inclinado.

Los valores óptimos, tanto de la duración del vibrado como de la distancia entre los sucesivos puntos de inmersión, dependen de la consistencia de la masa, de la forma y dimensiones de la pieza, y del tipo de vibrador utilizado, no siendo posible establecer cifras de validez general, pero como orientación se indica que la distancia entre puntos de inmersión, debe ser la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada, una humectación brillante, siendo preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos más prolongadamente.

Se pondrá especial cuidado en evitar que la aguja del vibrador entre en contacto con las armaduras, sobre todo, en las últimas etapas del vibrado, pues ello daría lugar a que quedasen espacios vacíos alrededor de las barras.

3.4.6 Protección y Curado

Una vez puesto en obra el hormigón y en tanto éste no haya adquirido la resistencia suficiente deberá protegerse contra las influencias que puedan perjudicarlo y especialmente contra:

- Una desecación prematura, en particular a causa de soleamiento o viento.
- Un deslavado por lluvia o chorro de agua.
- Un enfriamiento rápido, durante los primeros días.
- Una baja temperatura o una helada.



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 15/ 24
---------	------------	--------------------------	----------------

- Vibraciones o sacudidas, capaces de alterar la textura del hormigón y la adherencia entre éste y las armaduras.

El hormigón deberá mantenerse a una temperatura por encima de 10°C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días después de su colocación, excepto para hormigones de alta resistencia inicial, en cuyo caso lo exigible es de mínimo 3 días.

El curado se realizará por riego directo con agua de similares características que la solicitada para el amasado del hormigón, cuidando que no se produzca lavado de la superficie de hormigón, o utilizando un material adecuado que no contenga sustancias nocivas para el hormigón y sea capaz de retener la humedad.

El tiempo de curado del hormigón podrá variar cuando se realice un curado acelerado, caso en el cual se deberá proceder de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Numeral 5.11.3 de la NB 1225001

Por otro lado, si el hormigón debe endurecer a bajas temperaturas o se utiliza un cemento de fraguado lento, deberá prolongarse el curado, regularmente se recomienda un curado prolongado en el caso en que el hormigón deba satisfacer exigencias especiales con respecto a la estanquidad, a la resistencia a ciclos de hielo-deshielo, o a la abrasión.

3.5 Encofrados y Cimbras

3.5.1 Construcción y armado de encofrados

Podrán ser de madera, metálicos o de cualquier otro material suficientemente rígido.

Deberán tener la resistencia y estabilidad necesaria, para lo cual serán convenientemente arriostrados. Previamente a la colocación del hormigón se procederá a la limpieza y humedecimiento de los encofrados.

Si se desea aceitar los moldes, dicha operación se realizará previa a la colocación de la armadura y evitando todo contacto con la misma.

En todos los ángulos se pondrán colocar filetes triangulares.

El encofrado debe cumplir con lo siguiente:

- La estructura de los encofrados debe garantizar su resistencia a la presión del hormigón, sin que provoque deformaciones en el hormigón terminado.
- El encofrado debe tener dimensiones exactas y las mismas deben corresponder a las del elemento de acuerdo a las especificaciones y/o planos de detalle.
- Las juntas de uniones deben ser estancas y no deben permitir la pérdida de lechada.
- El diseño y construcción del encofrado permita un desmoldeo sin dañar el hormigón endurecido.
- Sus superficies estén limpias e impregnadas de desmoldante para evitar la adherencia del hormigón.
- Que los fondos no contengan material suelto.



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

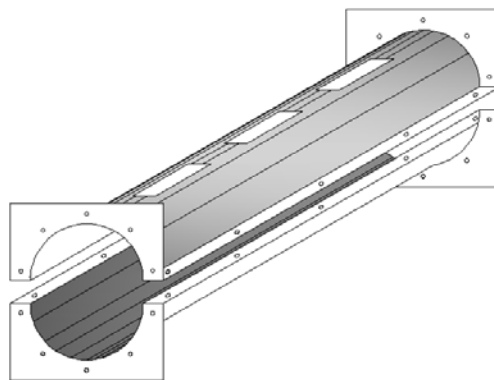
ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 16/ 24
---------	------------	--------------------------	----------------

3.5.2 Encofrado para Lastrados de Tubería

3.5.2.1 Encofrados Metálicos

Debe estar compuesto de planchas metálicas curvadas, que construidas en dos mitades cubrirán el ducto con una holgura mínima de 7 cm para el caso de lastre simple y para lastre especial la holgura se lo definirá en función al cálculo de flotabilidad (Ver *Figura 1* para criterio de construcción).

Figura 1
Encofrado Metálico



Se deberá utilizar en algunos cruces de camino, ríos y quebrada, en tendido de línea nueva y deberá cumplir con las características de la dimensión exterior del diseño de hormigón, evitando la reducción de espesores de la sección prevista.

Deberá ser apoyado sobre cuñas de madera y/o bolsas con arena asegurando su estabilidad, deberán humedecerse las paredes con aditivo desmoldante o aceite vegetal para facilitar el desencofrado.

En las extremidades de los caños se colocarán anillos de madera para evitar el derrame del hormigón, de modo de dejar expuesto 300 mm del extremo del tubo.

3.5.2.2 Encofrados de madera

Como otra opción de encofrado se podrá utilizar, en lastrados in situ que se realizan en los trabajos de mantenimiento de línea, encofrados de madera de sección cuadrada o rectangular.

El encofrado de madera estará conformado por tablonos o triplay, soleras, tornapunta y estacas, debiéndose garantizar la firmeza al mismo.


En caso de necesidad constructiva y en situaciones específicas, se podrá utilizar encofrado de sacrificio (entierro del lastre sin desencofrarlo).

3.5.3 Remoción de encofrados y cimbras

Los encofrados deben retirarse de tal manera que no se afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura, sin golpes, sacudidas ni vibraciones.

El hormigón expuesto por el desencofrado debe tener suficiente resistencia para no ser dañado por las operaciones de desencofrado.

Durante el período de construcción, sobre las estructuras no apuntaladas, queda prohibido aplicar cargas, acumular materiales o maquinarias en cantidades que pongan en peligro su estabilidad.

 <div style="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón” </div>			
ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 17/ 24

Los plazos mínimos para el desencofrado se detallan en la **Tabla N° 3** y en la **Tabla N° 4**.

Tabla N° 3: Plazos mínimos para la remoción de encofrados laterales

Elemento Estructural	Temperatura Superficial del Hormigón			
	≥24 °C	16 °C	8°C	2°C
Tabiques (*)	9 h	12 h	18 h	30 h
Columnas (*)	9 h	12 h	18 h	30 h
Lateral de vigas o viguetas (*)	9 h	12 h	18 h	30 h
Encofrados interiores de casetonados, los que pueden ser removidos sin perturbar el resto de los encofrados o apuntalamientos				
Ancho igual o menor de 750 mm	2 días	3 días	4 días	8 días
Ancho mayor de 750 mm	3 días	4 días	5 días	10 días
(*) Cuando los encofrados de estos elementos estructurales soporten, a su vez, encofrados de losas o vigas, el plazo para la remoción de sus encofrados dependerá del plazo para las losas o vigas que se apoyan.				

Fuente: Norma NB 1225001

Tabla N° 4: Plazos mínimos para la remoción de apuntalamientos, arriostramientos y otros elementos de sostén, en días

Tipo de estructura	Sobrecarga estructural menor que el peso propio de la estructura	Sobrecarga estructural mayor que el peso propio de la estructura
Túneles y conductos circulares	3 días	2 días
Claves de los arcos	14 días	7 días
Vigas principales, vigas secundarias y viguetas:		
- Luz libre entre apoyos menor de 3 m	7 días	4 días
- Luz libre entre apoyos igual o mayor de 10 m y menor de 20 m	14 días	7 días
Luz libre entre apoyos mayor de 20 m	21 días	14 días
Losas armadas en una dirección:		
- Luz libre entre apoyos menor de 3 m	4 días	3 días
- Luz libre entre apoyos igual o mayor de 10 m y menor de 20 m	7 días	4 días
- Luz libre entre apoyos mayor de 20 m	10 días	7 días
Sistemas de losas armadas en dos (2) direcciones	El plazo mínimo para desapuntalar depende del momento en que la estructura pueda ser reapuntalada. Dicho reapuntalamiento debe ser colocado inmediatamente después de finalizar la operación de desapuntalamiento.	
Sistemas de losas pretensadas con armaduras pos tesadas	Tan pronto se aplique el pos tesado total a las armaduras	

Fuente: Norma NB 1225001



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 18/ 24
---------	------------	--------------------------	----------------

3.6 Vaciados a Bajas Temperaturas

A temperaturas por debajo de los -10°C el hormigón normalmente no endurece, motivo por el cual se debe guardar una temperatura mínima en el hormigón vaciado.

Con temperaturas de aire entre 5°C y -3°C , la temperatura del hormigón no debe ser inferior a 5°C .. como regla general, se prohíbe la preparación y vaciado de hormigón para temperaturas de aire inferior a -3°C .

En caso de periodos de heladas continuas el contratista tomará las medidas más apropiadas para proteger el hormigón contra estos efectos negativos.

Las excepciones a estas restricciones deben ser aprobadas por la Supervisión de YPFB TR. mediante la presentación de procedimientos o instructivos especiales diferentes al presente.

3.7 Recubrimientos

Se deberá verificar que se respeten los recubrimientos mínimos establecidos por la norma NB 1225001 (Numeral 7.7) y/o los planos de detalle (lo que resulte más conservador).

Para tal efecto, se deberá disponer de “galletas” de mortero, las cuales deben fabricarse con la misma resistencia del hormigón a colocar.

3.8 Fabricación de Armaduras

Las barras se cortarán y doblarán ajustándose estrictamente a las dimensiones y formas indicadas en las planillas de fierros, las mismas que deberán ser verificadas por la Supervisión de YPFB TR. antes de su utilización.

El doblado de las barras se realizará en frío mediante equipo adecuado, sin golpes ni choques, quedando prohibido el corte y doblado en caliente.

Las barras de fierro que fueron dobladas no podrán ser enderezadas, ni podrán ser utilizadas nuevamente sin antes eliminar la zona doblada.

El radio mínimo de doblado, salvo indicación contraria en las planillas de fierro será:

- Acero 2400 kg/cm² (fatiga de fluencia): 10 veces el diámetro
- Acero 4200 kg/cm² (fatiga de fluencia): 13 veces el diámetro
- Acero 5000 kg/cm² o más (fatiga de fluencia): 15 veces el diámetro

La tendencia a la rectificación de las barras con curvatura dispuesta en zona de tracción, será evitada mediante estribos adicionales convenientemente dispuestos.

Antes de proceder al colocado de las armaduras en los encofrados, se limpiarán adecuadamente, librándolas de polvo, barro, pinturas y todo aquello capaz de disminuir la adherencia.

Si en el momento de colocar el hormigón existieran barras con mortero u hormigón endurecido, éstos se deberán eliminar completamente.

Todas las armaduras se colocarán en los diámetros y en las posiciones precisas señaladas en el diseño.

Las barras de la armadura principal se vincularán firmemente con los estribos.

Para sostener y para que las armaduras tengan el recubrimiento respectivo se emplearán soportes de mortero de cemento con ataduras metálicas (galletas) que se fabricarán con la debida anticipación, quedando terminantemente prohibido el empleo de piedras como separadores. Las mencionadas galletas deben elaborarse con la misma resistencia del hormigón a aplicar.

La armadura superior de las losas se asegurará adecuadamente, para lo cual el ejecutor tendrá la obligación de construir caballetes en un número conveniente pero no menor a 4 piezas por m².



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 19/ 24
---------	------------	--------------------------	----------------

La armadura de los muros se mantendrá en su posición mediante fierros especiales en forma de S, en un número adecuado, pero no menor a 4 por m², los cuales deberán agarrar las barras externas de ambos lados.

Todos los cruces de barras deberán atarse en forma adecuada.

En lo posible no se realizarán empalmes en barras sometidas a tracción.

Si fuera absolutamente necesario efectuar empalmes, éstos se ubicarán en aquellos lugares donde las barras tengan menores solicitaciones (puntos de momento nulos).

En una misma sección de un elemento estructural solo podrá aceptarse un empalme cada cinco barras.

La resistencia del empalme deberá ser como mínimo igual a la resistencia que tiene la barra.

Se realizarán empalmes por superposición de acuerdo al siguiente detalle:

- Los extremos de las barras se colocarán en contacto directo en toda su longitud de empalme, los que podrán ser rectos o con ganchos de acuerdo a lo especificado en los planos, no admitiéndose dichos ganchos en armaduras sometidas a compresión.
- En toda la longitud del empalme se colocarán armaduras transversales suplementarias para mejorar las condiciones del empalme.
- Los empalmes mediante soldadura eléctrica, solo serán autorizados cuando el ejecutor demuestre satisfactoriamente mediante ensayos, que el acero a soldar reúne las características necesarias y su resistencia no se vea disminuida, debiendo recabar una autorización de parte de la Supervisión de YPFB TR.

3.9 Hormigón Armado (H° A°)

El hormigón armado es utilizado en elementos estructurales (fundaciones, pilotes, columnas, vigas, etc.) necesarios para el mantenimiento y/o protección de los ductos e instalaciones de YPFB TR.

Todas las estructuras de hormigón armado, deberán ser preparadas de acuerdo con las dosificaciones y resistencias establecidas en los planos de detalle, especificaciones incluidas en el Documento Base de Licitación y en estricta sujeción con las exigencias y requisitos establecidos en la NB 1225001

3.10 Hormigón Ciclópeo

Este tipo de hormigón se aplica para la construcción de muros de contención de hormigón ciclópeo con un porcentaje de piedra desplazadora, también se utiliza para el vaciado de soportes de cañería tipo “Y” o “H”, o en algún elemento estructural que así lo requiera.

Los porcentajes a utilizarse de piedra desplazadora (el cual referencialmente se puede indicar que oscila entre el 40% al 50%), de hormigón simple, así como la dosificación y resistencia del hormigón, serán aquellos que se encuentren establecidos en los planos aprobados para construcción, memorias de cálculo, especificaciones técnicas del proyecto y/o instrucciones de la Supervisión de YPFB TR.

3.10.1 Preparación

Este tipo de Hormigón puede ser vaciado directamente sobre excavaciones preparadas exclusivamente para este efecto o también se puede vaciar sobre un encofrado de madera.

Para el caso de vaciarse sobre una excavación, esta debe estar libre de basura, troncos, raíces, tierra suelta, etc.

En caso de que no se especifique en planos ni en las especificaciones técnicas del proyecto o trabajo a realizar, la mezcla de hormigón a utilizarse tendrá una dosificación de 1:2:3 en volumen.

Las piedras a utilizar serán del tipo de canto rodado, piedra manzana, o piedra bolón. El tamaño de las piedras no deberá exceder los 30 cm de diámetro y entrarán en una proporción como máximo del 50% del total a ser vaciado. Las piedras deberán estar bien lavadas y húmedas al momento de colocarlas.



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 20/ 24
---------	------------	--------------------------	----------------

Teniendo la excavación libre de basura, se procederá a compactar el suelo de fundación con compactadores tipo saltarín u otro aprobado por la Supervisión de YPFB TR., siempre tendiendo el cuidado de tomar las medidas necesarias para evitar el deslizamiento de taludes.

A continuación de vaciará sobre el suelo compactado una capa de 10 cm de hormigón como mínimo, una vez distribuida uniformemente ésta, se procederá a colocar una capa de piedras, previamente mojadas para permitir una mejor adherencia con el cemento; una vez completada toda la capa de piedra, inmediatamente se procederá a vaciar otra capa de hormigón sobre las piedras, se tendrá el cuidado de llenar todos los posibles orificios entre las mismas.

Se repetirá la operación hasta llenar completamente la excavación o encofrado.

De preferencia y sobre todo en estructuras de importancia, se utilizará vibrador de inmersión tipo aguja para asegurar la penetración del hormigón entre los espacios dejados por las piedras, en el caso de estructuras secundarias se podrá compactar el hormigón mediante barretas o varillas de fierro.

La remoción de los encofrados laterales se podrá realizar a partir de las cuarenta y ocho horas de haberse efectuado el vaciado.

3.11 Hormigón Simple (H° S°)

Este tipo de hormigón deberá cumplir las mismas exigencias que para el hormigón armado en cuanto a materiales (excepto el acero), dosificación, modo de preparación, ensayos previos, durante y posteriores a los vaciados, encofrados, etc.

Se empleará en las obras que así lo requieran, como ser para el vaciado de ciertos soportes, contrapisos, ciertas reparaciones y donde se requiera de acuerdo a especificaciones y planos de detalle.

3.12 Lastrado de cañería

El lastrado de cañería es la instalación sobre esta de un revestimiento de hormigón armado.

3.12.1 Clasificación

3.12.1.1. Lastre Simple

Aplica sobre todo para reforzar la protección mecánica del ducto ante cualquier acción no controlada realizada por terceros, se usa generalmente en cruce de caminos, carreteras, quebradas, canales y otras obras menores.

Para este caso las dimensiones del lastre vienen ya predeterminadas de acuerdo a planos típicos de YPFB TR. conforme a los diámetros de los ductos.

3.12.1.2. Lastre en cruces especiales

Referido al cruce que realiza el ducto, ya sea de ríos, zonas pantanosas, curiches, zonas de inundación, etc., en donde no solamente se debe considerar el lastre como el medio de protección mecánica del ducto, sino que también se debe verificar que el peso que genera el lastre evite el efecto de flotabilidad del ducto, para lo cual, es primordial que se realice el estudio de suelos de cada sector específico y en función de estos datos el especialista determine el peso mínimo que deben generar los lastres por metro lineal de cañería para eliminar el efecto de flotación.

En el caso de ríos este estudio debe permitir al especialista determinar la profundidad mínima a la cual debe ser instalado el ducto a fin de que éste no sea afectado por la fuerza de empuje de las corrientes de agua del río.

3.12.2. Consideraciones especiales para lastrados

Tanto para los lastres simples y sobre todo para los cruces especiales, la forma geométrica de los lastres debe de ser cilíndrica, ya que ello otorga al lastre mayor flexibilidad en su transporte y reduce las posibilidades de desmoche, grietas o daños mayores.

Antes de proceder a los trabajos de lastrado de la cañería se debe inspeccionar el estado del revestimiento del ducto mediante el Holiday detector; la calibración de este equipo para la inspección debe estar de acuerdo a la ficha técnica del revestimiento del ducto.



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 21/ 24
---------	------------	--------------------------	----------------

Para el caso en que se haya usado acelerante de fraguado en las proporciones recomendadas por el respectivo fabricante, el encofrado podrá ser retirado después de 8 horas del vaciado.

Para el caso en que no se use ningún tipo de aditivo, el encofrado podrá ser retirado recién después de 30 horas de fraguado.

El retiro del encofrado no significa que se puede mover el hormigón o lastre, se recomienda mover el hormigón o lastre después de 7 días si no se ha usado ningún acelerante para su endurecimiento y en el caso de haberlo hecho, se recomienda mover el hormigón o lastre después de los 3 días después de realizado el vaciado.

3.13 Interrupción del proceso de hormigonado

En caso de que el proceso de hormigonado tuviera que ser interrumpido temporalmente y, en consecuencia, el hormigón vaciado se hubiera endurecido, la superficie de la capa deberá escarificarse y limpiarse de toda partícula suelta de los ingredientes del hormigón o materias extrañas antes de comenzar con el próximo vaciado.

Previo al reinicio del vaciado sobre hormigón endurecido, se deberá aplicar un puente de adherencia aprobado por la Supervisión de YPFB TR.

No se aceptará en ningún caso la interrupción de un vaciado para cimentación de equipos sometidos a vibración, tales como unidades de bombeo, de compresión y otros de similar importancia.

3.14 Medición

El hormigón se medirá en metros cúbicos, tomando en cuenta únicamente los volúmenes netos del trabajo ejecutado y aprobado por el Supervisor de YPFB TR.

4. REGISTROS

Nombre del Registro	Responsable de Almacenamiento		Tipo de Almacenamiento		Tiempo de Almacenamiento
	Físico	Electrónico	Físico	Electrónico	
Orden de Mantenimiento	N/A	Analista de Mtto.	N/A	ERP	Permanente
FO.399 Control de Preparación para Hormigonado	N/A*	Coordinador de Mtto.*	N/A*	W:/ Control Documentos*	Permanente
	Ingeniero de Proyecto**	Ingeniero de Proyecto**	Papel original (Biblioteca)**	CD (Biblioteca)**	
FO.400 Seguimiento y Control Diario de Hormigonado	N/A*	Coordinador de Mtto.*	N/A*	W:/ Control Documentos*	Permanente
	Ingeniero de Proyecto**	Ingeniero de Proyecto**	Papel original (Biblioteca)**	CD (Biblioteca)**	
FO.401 Control de Rotura de Probeta de Hormigón.	N/A*	Coordinador de Mtto.*	N/A*	W:/ Control Documentos*	Permanente
	Ingeniero de Proyecto**	Ingeniero de Proyecto**	Papel original (Biblioteca)**	CD (Biblioteca)**	
Informes de Trabajos Ejecutados	N/A	Coordinador de Mtto.	N/A	W:/ Control Documentos	Permanente

* Mantenimiento.

** Proyectos.



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 22/ 24
---------	------------	--------------------------	----------------

5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

5.1 Anexos

No presenta.

5.2 Indicadores de Gestión

No presenta.

5.3 Materiales de Referencia

5.3.1 Documentos Co-Vigentes

A) Propios del Presente Documento

- FO.399 Control de Preparación para Hormigonado
- FO.400 Seguimiento y Control Diario de Hormigonado
- FO.401 Control de Rotura de Probeta de Hormigón

B) Relacionados al Proceso

Procedimientos

- PH.002 Capacitación y Entrenamiento
- PS.023 Primeros Auxilios y Evacuación Médica
- PS.027 Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica
- PS.032 Gestión de Responsabilidad Social Empresarial con Partes Interesadas
- PS.037 Gestión de Residuos Sólidos
- PS.038 Gestión de Aguas Residuales y Pluviales
- PS.040 Gerenciamiento de Riesgos y Oportunidades
- PS.050 Conducción Vehicular
- PO.003 Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo y de Emergencia
- PO.019 Permiso de Trabajo

Instructivos

- ITS.002 Equipos de Protección Personal
- ITS.016 Elaboración del Plan de Respuesta a Emergencias y Simulacros
- ITS.018 Comunicación de los Peligros y HDSM
- ITS.023 Seguridad de Equipos y Herramientas
- ITS.040. Extintores de Fuego Portátiles
- ITS.051 Seguridad con Grúas y Equipo Pesado



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 23/ 24
---------	------------	--------------------------	----------------

Formularios

- FS.017 Informe de Reuniones de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Social
- FS.019 Permiso de Trabajo para Excavación
- FS.021 Permiso de Trabajo en Frío
- FS.024 Permiso de Trabajo Para Espacios Confinados
- FS.028 Permiso de Trabajo en Escalera
- FS.029 Permiso de Trabajo en Andamios
- FS.031 Permiso de Trabajo en Agua/Superficies con Agua
- FS.032 Formulario para Quejas.
- FS.047 Formulario de Cierre y Etiquetado
- FS.059 Permiso de Trabajos No Rutinarios
- FS.071 Reporte de Reunión con Partes Interesadas
- LL.002 Lista de Verificación de Requisitos Legales Ambientales
- Requisitos de GSSM y RSE para Contratistas

C) Normativa Técnica Aplicable:

Normas Internacionales

- ASTM C109 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars
- ASTM C150 Standard Specification for Portland Cement
- ASTM C191 Standard Test Methods for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle
- ASTM C31 Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field
- ASTM C39 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- ASTM C94 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- ASTM C595 Standard Specification for Blended Hydraulic Cements
- ASTM C685 Standard Specification for Concrete Made by Volumetric Batching and Continuous Mixing
- ASTM C845 Standard Specification for Expansive Hydraulic Cement
- ASTM C1157 Standard Performance Specification for Hydraulic Cement
- ASTM C33 Standard Specification for Concrete Aggregates
- ASTM C330 Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete
- ASTM C1602 Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete
- ANSI/AWS D1.4 Structural Welding Code Reinforcing Steel de la American Welding Society
- ASTM A184M Standard Specification for Welded Deformed Steel Bar Mats for Concrete Reinforcement
- ASTM A 615M Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement
- ASTM A706M Standard Specification for Deformed and Plain Low-Alloy Steel Bars for Concrete Reinforcement
- ASTM A 996M Standard Specification for Rail-Steel and Axle-Steel Deformed Bars for Concrete Reinforcement



Instrucción de Trabajo “Preparación de Hormigón”

ITM.120	Revisión 1	Válido desde: 06.03.2019	Página: 24/ 24
---------	------------	--------------------------	----------------

Normas bolivianas

- NB 011 Cemento – Definiciones, clasificación y especificaciones
- NB 586 Hormigones - Fabricación y conservación de probetas
- NB 589 Hormigón fresco - Determinación de la consistencia por el método del cono a Abrams
- NB 594 Áridos para morteros y hormigones - Definiciones
- NB 596 Áridos para morteros y hormigones - Requisitos
- NB 637 Agua para morteros y hormigones - Requisitos
- NB 639 Hormigones – Rotura por compresión
- NB 728 Productos laminados – Barras para hormigón armado – Definiciones y clasificación
- NB 729 Productos laminados – Barras para hormigón armado – Requisitos generales
- NB 730 Productos laminados – Barras para hormigón armado – Características
- NB 731 Productos laminados – Barras corrugadas para hormigón armado – Requisitos generales
- NB 732 Productos laminados - Barras corrugadas para hormigón armado – Características
- NB 733 Productos laminados – Mallas electrosoldadas de acero para hormigón armado – Requisitos generales
- NB 734 Productos laminados - Mallas electrosoldadas de acero para hormigón armado – Características
- NB 1225001 Norma Boliviana del Hormigón Estructural

5.3.2 Otros Documentos Relacionados al Proceso

- NB 470 Cemento - Determinación de la resistencia a la compresión
- NB 595 Áridos para morteros y hormigones - Toma y preparación de muestras
- NB 1000 Aditivos para la construcción - Definiciones y clasificación
- Estándares y típicos de YPFB TRANSPORTE S.A.