PROCESO DE LICITACIÓN LPI NO: EMAPAG EP-LPI-004-2015

# REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CUENCA LA CHALA – SUBURBIO OESTE DE GUAYAQUIL

## CIRCULAR DE ENMIENDA DEL DOCUMENTO DE LICITACIÓN **NO. 4**

08-MARZO-2016

LA PRESENTE ENMIENDA ESTÁ CONFORMADA POR TRES (3) AJUSTES AL DOCUMENTO DE LICITACIÓN:

1.- Ajuste en la Tabla de rubros y cantidades.- Considerando las consultas realizadas hasta el momento, fue necesario establecer rubros y cantidades de obra para tres tipos de rehabilitación mediante la tecnología de CIPP: CIPP Hidráulico, Estructural 1 y Estructural 2.

2.- Ajuste en Especificaciones Técnicas.- El ajuste anterior motivó un mayor detalle en la especificación de la tecnología CIPP; de la misma forma, se amplió la especificación para la tecnología de rehabilitación por Pipe Bursting.

3.- Nueva Especificación.- En atención a las consultas realizadas, se incrementó un rubro de hormigón armado para casos en los cuales sea necesaria la reconstrucción de cámaras de inspección, motivo por el cual se incluye el rubro respectivo en la tabla de cantidades y la especificación correspondiente.

LOS AJUSTES SE PRESENTAN A CONTINUACIÓN:

**1.-** EN LA SECCIÓN IV. FORMULARIOS DE LICITACIÓN, APÉNDICE DE LA OFERTA, LISTA DE CANTIDADES, REEMPLAZAR LA LISTA POR LA SIGUIENTE.

### LISTA DE CANTIDADES – 02-03-2016

| CODIGO | RUBRO | UNIDAD | CANTIDAD TOTAL | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| | **RUBROS DE DIAGNÓSTICO** | | | | |
| D | DIAGNÓSTICO | | | | |
| D-01 | TOPOGRAFÍA DE PRESICIÓN | m | 465.535,93 | | |
| D-02 | INSPECCION CCTV DE RAMALES Y TIRANTES | m | 434.226,13 | | |
| D-03 | INSPECCION CCTV COLECTORES<400MM | m | 23.014,07 | | |
| D-04 | INSPECCION CCTV COLECTORES>= 400MM | m | 37.240,96 | | |
| D-05 | LIMPIEZA DE RAMALES Y TIRANTES | m | 423.901,38 | | |
| D-06 | LIMPIEZA DE COLECTOR < 400 MM | m | 23.014,07 | | |
| D-07 | LIMPIEZA DE COLECTOR Φ400 A Φ750 MM | m | 14.912,64 | | |
| D-08 | LIMPIEZA DE COLECTOR > Φ750 MM | m | 2.966,27 | | |
| D-09 | LIMPIEZA BUZOS COLECTORES Φ>750mm | m | 909,00 | | |
| D-10 | BY PASS O BOMBEO PARA DESVIO DE AGUAS RESIDUALES | m | 23.014,07 | | |
| D-11 | BY PASS PARA DESVIO DE AGUAS RESIDUALES Φ 400 MM HASTA Φ 600MM | m | 13.974,97 | | |
| D-12 | BY PASS PARA DESVIO DE AGUAS RESIDUALES MAYORES A Φ 600 MM HASTA Φ 800MM | m | 1.850,45 | | |
| D-13 | BY PASS PARA DESVIO DE AGUAS RESIDUALES MAYORES A Φ 800 MM HASTA Φ 1300MM | m | 2.795,06 | | |

## CIRCULAR DE ENMIENDA DEL DOCUMENTO DE LICITACIÓN **NO. 4**

08-MARZO-2016

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **RUBROS DE REHABILITACIÓN SIN ZANJA** | | | | | |
| R-R | REHABILITACION DE RAMALES SIN ZANJA TECNOLOGÍA PIPE BURSTING | | | | | |
| R-R-01 PB | TUBERÍA 160 MM | m | 2.380,64 | | | |
| R-R-02 PB | TUBERÍA 175 MM | m | 15,88 | | | |
| R-R-03 PB | TUBERÍA 200 MM | m | 31,05 | | | |
| R-R | REHABILITACION DE RAMALES SIN ZANJA TECNOLOGÍA CIPP - HIDRAULICO | | | | | |
| R-R-01 CIPPH | TUBERÍA 160 MM | m | 21.425,76 | | | |
| R-R-02 CIPPH | TUBERÍA 175 MM | m | 142,94 | | | |
| R-R-03 CIPPH | TUBERÍA 200 MM | m | 279,43 | | | |
| R-R-04 | PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERIA | m | 24.275,70 | | | |
| R-T | REHABILITACION DE TIRANTES SIN ZANJA TECNOLOGÍA PIPE BURSTING | | | | | |
| R-T-01 PB | TUBERÍA 160 MM | m | 1.834,37 | | | |
| R-T-02 PB | TUBERÍA 175 MM | m | 11,91 | | | |
| R-T-03 PB | TUBERÍA 200 MM | m | 1.889,14 | | | |
| R-T-04 PB | TUBERÍA 250 MM | m | 103,48 | | | |
| R-T-05 PB | TUBERÍA 300 MM | m | 21,60 | | | |
| R-T | REHABILITACION DE TIRANTES SIN ZANJA TECNOLOGÍA CIPP - HIDRAULICO | | | | | |
| R-T-01 CIPPH | TUBERÍA 160 MM | m | 917,18 | | | |
| R-T-02 CIPPH | TUBERÍA 175 MM | m | 5,96 | | | |
| R-T-03 CIPPH | TUBERÍA 200 MM | m | 944,57 | | | |
| R-T-04 CIPPH | TUBERÍA 250 MM | m | 51,74 | | | |
| R-T-05 CIPPH | TUBERÍA 300 MM | m | 10,80 | | | |
| R-T | REHABILITACION DE TIRANTES SIN ZANJA TECNOLOGÍA CIPP - ESTRUCTURAL 1 | | | | | |
| R-T-01 CIPPE1 | TUBERÍA 160 MM | m | 6.420,29 | | | |
| R-T-02 CIPPE1 | TUBERÍA 175 MM | m | 41,69 | | | |
| R-T-03 CIPPE1 | TUBERÍA 200 MM | m | 6.612,00 | | | |
| R-T-04 CIPPE1 | TUBERÍA 250 MM | m | 362,17 | | | |
| R-T-05 CIPPE1 | TUBERÍA 300 MM | m | 75,59 | | | |
| R-T-06 | PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERIA | m | 19.302,47 | | | |

## CIRCULAR DE ENMIENDA DEL DOCUMENTO DE LICITACIÓN **NO. 4**

08-MARZO-2016

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R-C1 | REHABILITACIÓN DE COLECTORES - TECNOLOGIA PIPE BURSTING | | | | | |
| R-C1-01 PB | TUBERÍA 160 MM | m | 148,74 | | | |
| R-C1-02 PB | TUBERÍA 200 MM | m | 369,63 | | | |
| R-C1-03 PB | TUBERÍA 250 MM | m | 507,62 | | | |
| R-C1-04 PB | TUBERÍA 300 MM | m | 104,13 | | | |
| R-C1-05 PB | TUBERÍA 350 MM | m | 12,01 | | | |
| R-C1-06 PB | TUBERÍA 375 MM | m | 8,59 | | | |
| | | | | | | |
| R-C1 | REHABILITACIÓN DE COLECTORES - TECNOLOGIA CIPP - HIDRAULICO | | | | | |
| R-C1-01 CIPPH | TUBERÍA 160 MM | m | 297,47 | | | |
| R-C1-02 CIPPH | TUBERÍA 200 MM | m | 739,25 | | | |
| R-C1-03 CIPPH | TUBERÍA 250 MM | m | 1.015,24 | | | |
| R-C1-04 CIPPH | TUBERÍA 300 MM | m | 208,26 | | | |
| R-C1-05 CIPPH | TUBERÍA 350 MM | m | 24,02 | | | |
| R-C1-06 CIPPH | TUBERÍA 375 MM | m | 17,17 | | | |
| | | | | | | |
| R-C1 | REHABILITACIÓN DE COLECTORES - TECNOLOGIA CIPP - ESTRUCTURAL 1 | | | | | |
| R-C1-01 CIPPE1 | TUBERÍA 160 MM | m | 2.528,50 | | | |
| R-C1-02 CIPPE1 | TUBERÍA 200 MM | m | 6.283,64 | | | |
| R-C1-03 CIPPE1 | TUBERÍA 250 MM | m | 8.629,51 | | | |
| R-C1-04 CIPPE1 | TUBERÍA 300 MM | m | 1.770,18 | | | |
| R-C1-05 CIPPE1 | TUBERÍA 350 MM | m | 204,18 | | | |
| R-C1-06 CIPPE1 | TUBERÍA 375 MM | m | 145,95 | | | |
| | | | | | | |
| R-C1-07 | PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERIA | m | 23.014,07 | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R-C2 | REHABILITACIÓN DE COLECTORES - TECNOLOGIA CIPP - HIDRAULICO | | | | | |
| R-C2-01 CIPPH | TUBERÍA 400 MM | m | 302,87 | | | |
| R-C2-02 CIPPH | TUBERÍA 450 MM | m | 38,05 | | | |
| R-C2-03 CIPPH | TUBERÍA 500 MM | m | 245,88 | | | |
| R-C2-04 CIPPH | TUBERÍA 550 MM | m | 11,92 | | | |
| R-C2-05 CIPPH | TUBERÍA 600 MM | m | 100,03 | | | |
| R-C2-06 CIPPH | TUBERÍA 675 MM | m | 5,03 | | | |
| R-C2-07 CIPPH | TUBERÍA 750 MM | m | 41,86 | | | |
| R-C2-08 CIPPH | TUBERÍA 800 MM | m | 45,64 | | | |
| R-C2-09 CIPPH | TUBERÍA 825 MM | m | 10,30 | | | |
| R-C2-10 CIPPH | TUBERÍA 850 MM | m | 7,59 | | | |
| R-C2-11 CIPPH | TUBERÍA 900 MM | m | 29,15 | | | |
| R-C2-12 CIPPH | TUBERÍA 1000 MM | m | 9,88 | | | |
| R-C2-13 CIPPH | TUBERÍA 1150 MM | m | 35,51 | | | |
| R-C2-14 CIPPH | TUBERÍA 1200 MM | m | 13,80 | | | |
| R-C2-15 CIPPH | TUBERÍA 1300 MM | m | 33,53 | | | |
| R-C2-16 CIPPH | REHABILITACIÓN INTERNA DE TUBERÍA | m2 | 139,65 | | | |

## CIRCULAR DE ENMIENDA DEL DOCUMENTO DE LICITACIÓN **NO. 4**

08-MARZO-2016

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R-C2 | REHABILITACIÓN DE COLECTORES - TECNOLOGIA CIPP - ESTRUCTURAL 1 | | | | | |
| R-C2-01 CIPPE1 | TUBERÍA 400 MM | m | 5.148,80 | | | |
| R-C2-02 CIPPE1 | TUBERÍA 450 MM | m | 608,83 | | | |
| R-C2-03 CIPPE1 | TUBERÍA 500 MM | m | 3.688,22 | | | |
| R-C2-04 CIPPE1 | TUBERÍA 550 MM | m | 166,82 | | | |
| R-C2-05 CIPPE1 | TUBERÍA 600 MM | m | 1.300,38 | | | |
| R-C2-06 CIPPE1 | TUBERÍA 675 MM | m | 60,31 | | | |
| R-C2-07 CIPPE1 | TUBERÍA 750 MM | m | 460,44 | | | |
| R-C2-08 CIPPE1 | TUBERÍA 800 MM | m | 456,39 | | | |
| R-C2-09 CIPPE1 | TUBERÍA 825 MM | m | 92,70 | | | |
| R-C2-10 CIPPE1 | TUBERÍA 850 MM | m | 60,72 | | | |
| R-C2-11 CIPPE1 | TUBERÍA 900 MM | m | 204,07 | | | |
| R-C2-12 CIPPE1 | TUBERÍA 1000 MM | m | 59,25 | | | |
| R-C2-13 CIPPE1 | TUBERÍA 1150 MM | m | 177,55 | | | |
| R-C2-14 CIPPE1 | TUBERÍA 1200 MM | m | 55,19 | | | |
| R-C2-15 CIPPE1 | TUBERÍA 1300 MM | m | 100,58 | | | |
| R-C2-16 CIPPE1 | REHABILITACIÓN INTERNA DE TUBERÍA | m2 | 279,31 | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R-C2 | REHABILITACIÓN DE COLECTORES - TECNOLOGIA CIPP - ESTRUCTURAL 2 | | | | | |
| R-C2-01 CIPPE2 | TUBERÍA 400 MM | m | 605,74 | | | |
| R-C2-02 CIPPE2 | TUBERÍA 450 MM | m | 114,16 | | | |
| R-C2-03 CIPPE2 | TUBERÍA 500 MM | m | 983,52 | | | |
| R-C2-04 CIPPE2 | TUBERÍA 550 MM | m | 59,58 | | | |
| R-C2-05 CIPPE2 | TUBERÍA 600 MM | m | 600,18 | | | |
| R-C2-06 CIPPE2 | TUBERÍA 675 MM | m | 35,18 | | | |
| R-C2-07 CIPPE2 | TUBERÍA 750 MM | m | 334,86 | | | |
| R-C2-08 CIPPE2 | TUBERÍA 800 MM | m | 410,75 | | | |
| R-C2-09 CIPPE2 | TUBERÍA 825 MM | m | 103,00 | | | |
| R-C2-10 CIPPE2 | TUBERÍA 850 MM | m | 83,48 | | | |
| R-C2-11 CIPPE2 | TUBERÍA 900 MM | m | 349,84 | | | |
| R-C2-12 CIPPE2 | TUBERÍA 1000 MM | m | 128,38 | | | |
| R-C2-13 CIPPE2 | TUBERÍA 1150 MM | m | 497,14 | | | |
| R-C2-14 CIPPE2 | TUBERÍA 1200 MM | m | 206,96 | | | |
| R-C2-15 CIPPE2 | TUBERÍA 1300 MM | m | 536,44 | | | |
| R-C2-16 CIPPE2 | REHABILITACIÓN INTERNA DE TUBERÍA | m2 | 2.374,11 | | | |
| R-C2-17 | PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERIA | m | 18.620,48 | | | |
| | **RUBROS DE CÁMARAS Y CAJAS DOMICILIARIAS** | | | | | |
| T-C | REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCION DE CAMARAS | | | | | |
| T-C-01 | REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE CÁMARAS DE INSPECCIÓN | m2 | 1.440,00 | | | |
| T-C-02 | HORMIGÓN ARMADO PARA CÁMARAS DE INSPECCIÓN | m3 | 268,80 | | | |
| R-C | INSTALACIÓN DE CAJAS DOMICILIARIAS | | | | | |
| R-C-01 | CAJA H.S. TAPA DE H.A. 0,50M X 0,50M H hasta 1,25 M. | u | 358,00 | | | |
| R-C-02 | CAJA H.S. TAPA DE H.A. 0,50M X 0,50M H> 1,25 M y < 1,75 M. | u | 251,00 | | | |
| R-C-03 | CAJA H.S. TAPA DE H.A. 0,50M X 0,50M H> 1,76 M y < 2,00 M. | u | 107,00 | | | |

## CIRCULAR DE ENMIENDA DEL DOCUMENTO DE LICITACIÓN **NO. 4**

08-MARZO-2016

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **RUBROS DE REHABILITACIÓN CON ZANJA** | | | | | |
| R-ZA | REHABILITACION DE TUBERIA CON ZANJA ABIERTA | | | | | |
| R-ZA-01 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 160 MM | m | 1.668,73 | | | |
| R-ZA-02 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 175 MM | m | 10,92 | | | |
| R-ZA-03 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 200 MM | m | 863,37 | | | |
| R-ZA-04 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 250 MM | m | 505,13 | | | |
| R-ZA-05 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 300 MM | m | 248,86 | | | |
| R-ZA-06 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 350 MM | m | 12,01 | | | |
| R-ZA-07 | SUMINISTRO,TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 375 MM | m | 8,59 | | | |
| R-ZA-08 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 400 MM | m | 302,87 | | | |
| R-ZA-09 | SUMINISTRO,TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 450 MM | m | 38,05 | | | |
| R-ZA-10 | SUMINISTRO,TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 500 MM | m | 122,94 | | | |
| R-ZA-11 | SUMINISTRO,TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 550 MM | m | 5,96 | | | |
| R-ZA-12 | SUMINISTRO,TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 600 MM | m | 50,01 | | | |
| R-ZA-13 | SUMINISTRO,TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 675 MM | m | 2,51 | | | |
| R-ZA-14 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 750 MM | m | 20,93 | | | |
| R-ZA-15 | SUMINISTRO,TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 800 MM | m | 22,82 | | | |
| R-ZA-16 | SUMINISTRO,TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 825 MM | m | 5,15 | | | |
| R-ZA-17 | SUMINISTRO,TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 850 MM | m | 3,79 | | | |
| R-ZA-18 | SUMINISTRO,TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 900 MM | m | 14,58 | | | |
| R-ZA-19 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HA 500 MM | m | 122,94 | | | |
| R-ZA-20 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HA 550 MM | m | 5,96 | | | |
| R-ZA-21 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HA 600 MM | m | 50,01 | | | |
| R-ZA-22 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HA 675 MM | m | 2,51 | | | |
| R-ZA-23 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HA 750 MM | m | 20,93 | | | |
| R-ZA-24 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HA 800 MM | m | 22,82 | | | |
| R-ZA-25 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HA 825 MM | m | 5,15 | | | |
| R-ZA-26 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HA 850 MM | m | 3,79 | | | |
| R-ZA-27 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HA 900 MM | m | 14,58 | | | |
| R-ZA-28 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HA 1000 MM | m | 9,88 | | | |
| R-ZA-29 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HA 1150 MM | m | 35,51 | | | |
| R-ZA-30 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HA 1200 MM | m | 13,80 | | | |
| R-ZA-31 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HA 1300 MM | m | 33,53 | | | |
| R-ZA-32 | PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO Y NIVELACIÓN | m | 4.248,63 | | | |
| R-ZA-33 | PERFILADA DE HORMIGON SIMPLE EN ACERA | m | 2.543,02 | | | |
| R-ZA-34 | PERFILADA DE PAVIMENTO FLEXIBLE (ASFALTO) | m | 1.364,49 | | | |
| R-ZA-35 | PERFILADA DE PAVIMENTO RIGIDO DE H.S. EN CALLE, INCLUYE MATERIAL BITUMINOSO/SELLAR/JUNTA | m | 341,12 | | | |
| R-ZA-36 | ROTURA DE HORMIGON SIMPLE EN ACERA DE E = 0.10M, CON COMPRESOR | m2 | 1.314,74 | | | |
| R-ZA-37 | ROTURA DE CARPETA ASFÁLTICA DE E = 0,05 A 0,10 m CON BOBCAT | m2 | 1.517,99 | | | |
| R-ZA-38 | ROTURA DE PAVIMENTO RIGIDO EN CALLE DE E= 0,2 M, CON BOBCAT | m2 | 379,50 | | | |
| R-ZA-39 | EXCAVACION A MAQUINA HASTA 2.0 m DE ALTURA | m3 | 2.556,83 | | | |
| R-ZA-40 | EXCAVACION A MAQUINA MAYOR A 2 M DE ALTURA HASTA 3,5 M DE ALTURA | m3 | 2.589,41 | | | |
| R-ZA-41 | EXCAVACION A MAQUINA MAYOR A 3,5 M DE ALTURA | m3 | 796,08 | | | |
| R-ZA-42 | REPLANTILLO Y RECUBRIMIENTO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2"-3/4" COMPACTADO | m3 | 173,08 | | | |
| R-ZA-43 | RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL DEL LUGAR | m3 | 1.790,79 | | | |
| R-ZA-44 | RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO | m3 | 4.116,99 | | | |
| R-ZA-45 | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE | m3 | 151,80 | | | |
| R-ZA-46 | REPOSICION DE PAVIMENTO RIGIDO DE HS EN ACERA E=0.10 m F´C=210 kg /cm² | m2 | 131,47 | | | |
| R-ZA-47 | REPOSICION DE PAVIMENTO RIGIDO EN CALLE E=0.20 m F´C=210 kg /cm² | m2 | 75,90 | | | |
| R-ZA-48 | DESALOJO DE MATERIAL DE 20,01 KM A 25 KM (INCLUYE ESPONJAMIENTO) | m3 | 5.505,41 | | | |
| R-ZA-49 | BOMBEO D= 4" | dia | 1.274,59 | | | |
| R-ZA-50 | TABLESTACA METÁLICA PARA EXCAVACIONES A PARTIR DE 2,01 HASTA 3,5 METROS | m2 | 2.327,56 | | | |
| R-ZA-51 | DISPOSICION DE MATERIAL DE DESALOJO EN EL BOTADERO DE LAS IGUANAS | tn | 9.359,20 | | | |

CIRCULAR DE ENMIENDA DEL DOCUMENTO DE LICITACIÓN **NO. 4**

08-MARZO-2016

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **RUBROS AMBIENTALES SEGURIDAD Y COMPLEMENTARIOS** | | | | |
| A-C-PM | AMBIENTALES | | | | |
| A-C-PM-01 | CONTROL DE POLVO | m3 | 3.217,50 | | |
| A-C-PM-02 | TANQUES DE 55 GALONES PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA | u | 30,00 | | |
| A-C-PM-03 | MONITOREO Y MEDICIÓN DE POLVO PM 10 Y PM 2,5 | hora | 141,00 | | |
| A-C-PM-04 | MONITOREO Y MEDICION DE RUIDO | hora | 141,00 | | |
| A-C-PM-05 | MONITOREO Y MEDICIÓN DE AIRE NOX, SO2,CO2 | hora | 141,00 | | |
| A-C-PM-06 | CONTENEDORES PARA DESECHOS SOLIDOS | u | 10,00 | | |
| A-C-PM-07 | CHARLAS DE CAPACITACION AL PERSONAL DE OBRA | u | 12,00 | | |
| A-C-PM-08 | BAÑOS PORTATILES | mes | 48,00 | | |
| A-C-SS | SALUD & SEGURIDAD | | | | |
| A-C-SS-01 | EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL | u | 150,00 | | |
| A-C-SS-02 | PASOS PEATONALES | u | 48,00 | | |
| A-C-SS-03 | CHARLAS DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE OBRA | u | 12,00 | | |
| A-C-SS-04 | REUNIONES O TALLERES INFORMATIVOS | u | 8,00 | | |
| A-C-SS-05 | VOLANTES INFORMATIVAS | u | 1.400,00 | | |
| A-C-PS-01 | SEÑALIZACIÓN EN ÁREAS DE TRABAJO | u | 130,00 | | |
| A-C-PS-02 | CINTA DE PELIGRO | m | 7.500,00 | | |
| A-C-PS-03 | PITUTOS | u | 82,50 | | |
| A-AD | PLANOS | | | | |
| A-AD-01 | PLANOS AS BUILT | u | 100,00 | | |
| A-AD-02 | PLANOS ESQUINEROS PARA AASS (INCLUYE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y DIBUJO) | u | 478,00 | | |

| | |
|---|---|
| **TOTAL** | - |

**2.-** EN LA SECCIÓN VI. REQUISITOS DE LAS OBRAS, PARTE 1 – ESPECIFIACIONES TÉCNICAS, REEMPLAZAR LO INDICADO EN (R-R) (R-T) (R-C1) REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS SIN ZANJA POR LO SIGUIENTE.

# 6.- (R-R) (R-T) (R-C1) TECNOLOGÍA SIN ZANJA CIPP

### *1. Alcance*

El alcance del trabajo comprende una alternativa para corregir defectos estructurales y/u operacionales en el funcionamiento de tuberías existentes de alcantarillado, se implementará la técnica denominada Tubería Revestida y Curada en Sitio (CIPP por sus siglas en Inglés) la misma que servirá de consulta y aplicación para fiscalizadores y contratistas, respectivamente.

### *2. Referencias*

Para la elaboración de este documento se consideraron los criterios establecidos en:

- *ASTM F1216: Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Inversion and Curing of a Resin-Impregnated Tube.*
- *ASTM F1743: Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by Pulled-in-Place Installation of Cured-in-Place Thermosetting Resin Pipe (CIPP).*
- *ASTM D543: Standard Practices for Evaluating the Resistance of Plastics to Chemical Reagents.*
- *ASTM D903: Standard Test Method for Peel or Stripping Strength of Adhesive Bonds.*
- *ASTM D1538: Standard Specification for Distilled Linseed Fatty Acids (Withdrawn 2007).*
- *ASTM D 2990: Standard Test Methods for Tensile, Compressive, and Flexural Creep and Creep-Rupture of Plastics.*
- *ASTM D3567: Standard Practice for Determining Dimensions of "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting Resin) Pipe and Fittings.*
- *ASTM D3681: Standard Test Method for Chemical Resistance of "Fiberglass" (Glass–Fiber–Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe in a Deflected Condition.*
- *ASTM D5813: Especificación estándar para el Cured-in-place resina termoestable tuberías del sistema de alcantarillado.*
- *ASTM C581: Standard Practice for Determining Chemical Resistance of Thermosetting Resins Used in Glass-Fiber-Reinforced Structures Intended for Liquid Service.*
- *ASTM D2584: Standard Test Method for Ignition Loss of Cured Reinforced Resins.*
- *ASTM F2019: Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Pulled in Place Installation of Glass Reinforced Plastic (GRP) Cured-in-Place Thermosetting Resin Pipe (CIPP).*
- *ASTM D5813: Standard Specification for Cured-In-Place Thermosetting Resin Sewer Piping Systems.*
- *ASTM F2561: Standard Practice for Rehabilitation of a Sewer Service Lateral and Its Connection to the Main Using a One Piece Main and Lateral Cured-in-Place Liner.*
- *DIN EN ISO 178: 2010. Plastics -- Determination of flexural properties.*
- *DIN EN ISO 604:2012 Plastics -- Determination of compressive properties*
- *DIN EN ISO 761:1994 Plastics piping systems - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes - Determination of the creep factor under dry conditions*
- *DIN EN ISO 1228:2014. Plastics piping systems – Glass reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes – Determination of initial specific ring stiffness.*
- DIN SPEC 19748:2012: *Requirements for lining with cured-in-place pipes for renovation of drains connected to premises.*
- DIN EN 13566-4:2003: *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks. - Part 4: Lining with cured-in-place pipes.*
- *NTC 5866: Rehabilitación de línea de tubería y ductos por inversión y curado de un tubo impregnado con resina.*

### *3. Definiciones y Abreviaturas*

- ***AASS:*** *Aguas servidas.*

- ***CIPP:*** *Cured In Place Pipe (Tubería Curada en Sitio). El CIPP consta de una felpa impregnable con resina (a este conjunto se le conoce también como manga), la cual es posteriormente curada al colocarla dentro del tubo a rehabilitar; ésta deberá tener resistencia a bacterias del suelo, a agentes químicos y a los efectos del suelo circundante.*
- ***CCTV:*** *Circuito cerrado de televisión.*
- ***DN:*** *Diámetro nominal externo de los tubos.*
- ***GROUTING:*** *Mortero especializado para el relleno de espacios.*
- ***HA:*** *Hormigón armado.*
- ***HD:*** *Hierro Dúctil.*
- ***Inversión:*** *Proceso de voltear el interior del tubo impregnado con resina hacia afuera mediante el uso de presión de agua o aire.*
- ***Sujeción:*** *Porción del CIPP que ha curado en una posición tal que ésta queda separada a una distancia de la pared del tubo existente.*
- ***NEC:*** *Norma Ecuatoriana de la Construcción.*
- ***PEAD:*** *Polietileno de Alta Densidad.*

***4. Documentación soporte***

La siguiente es la información relacionada con el proceso de ejecución que deberá presentar el Contratista, antes de iniciar obras.

1. La información detallada sobre los procedimientos de instalación de CIPP (impregnado, calentado, curado y enfriamiento), incluyendo métodos de control de flujo si se requiere, y todas las herramientas y equipos necesarios para una instalación completa. También se debe incluir el horario de producción del revestimiento de CIPP, las cabezas y presiones de inversión aceptables, los procedimientos de inversión, procedimientos de curado y enfriamiento y las temperaturas y los tiempos de cada etapa del proceso.

2. Identificar las herramientas y el equipo que se usará en el lugar de trabajo en caso de avería del equipo. Todo el equipo que se requiere para el proyecto, incluyendo el equipo propuesto para contingencias, deberá estar claramente descrito. Se deberá establecer el procedimiento de mitigación que se aplicará en caso de fallo del equipo durante el proceso de instalación.

3. Detalles de los métodos de limpieza y reparación de la tubería existente previa a la instalación, incluyendo el puenteado de huecos grandes y de ausencias de bateas (reparaciones puntuales en general).

4. Detalles del acabado del CIPP y el sellado efectivo en las cámaras de inspección y en las conexiones de las acometidas domiciliarias.

5. Los chequeos de diseño a corto y a largo plazo (módulo de flexión, módulo elástico y módulo de tensión) serán hechos por el Contratista sobre el material del CIPP, ya sea en su punto final o en un estado intermedio,

para asegurar que el CIPP es estable y no ha sido sobre esforzado durante la instalación y/o curado del sistema en particular.

6. Horarios de revestimiento con CIPP, incluyendo longitudes verificadas sobre el terreno y los diámetros de todos los revestimientos CIPP y accesorios necesarios. Los planes deben incluir mapa(s) que muestran puntos de inserción para todas las instalaciones CIPP.

7. Recomendaciones de los fabricantes, para envío, almacenamiento y manipulación para todos los componentes del sistema de CIPP.

8. Fichas de datos de seguridad para todos los materiales que se deben suministrar para el proyecto.

9. Plan detallado por escrito del método de desvío del flujo (plan de bombeo) y medidas de prevención de ruido.

10. Un plan detallado de notificación pública deberá ser preparado y presentado, incluyendo la notificación detallada por etapas a las residencias y/o negocios afectadas por la instalación CIPP.

11. Reportes de curado de revestimiento con CIPP que documenten la instalación del revestimiento para todos los segmentos. Los informes de revestimiento CIPP deben documentar todos los detalles de instalación, incluidos los números de cámaras de inspección, nombres de calles/ubicación de redes, número de proyecto, fecha, hora, temperatura, cabezas utilizadas durante el proceso de inversión, cabezas utilizadas durante el curado (incluyendo enfriamiento), temperatura y tiempo de curado, espesor revestimiento CIPP, etc. Un informe de muestras se presentará a la FISCALIZACION para su aprobación previa a la instalación de cualquier revestimiento CIPP.

12. Los datos de inspección del circuito cerrado de televisión (CCTV) de pre-rehabilitación y post-rehabilitación, tal como se definen en el numeral 5.5 de este documento.

13. Las muestras de revestimiento(s) instalado para la prueba a realizar por un laboratorio de pruebas ASTM independiente, tal como se describe adicionalmente en este documento.

14. Plan de control de tráfico escrito que detalle todas las calles que se verán impactadas y cómo se mitigarán estos impactos.

15. Descripción detallada de los procedimientos propuestos por para la eliminación de las obstrucciones existentes en la tubería que se pueden encontrar durante el proceso de limpieza.
16. Un plan de seguridad propuesto, antes de comenzar cualquier trabajo, la identificación de todas las personas involucradas, una descripción de un programa de seguridad diaria para el lugar de trabajo y todos los procedimientos de emergencia que se aplicarán en caso de un incidente de seguridad. Todo el trabajo se realizará a conformidad con el Plan de Seguridad que el Contratista presentó.

17. Un plan de control de calidad detallado que cumpla los requisitos de estas especificaciones.

18. En algunas instalaciones puede darse la necesidad de reparar o reemplazar un revestimiento de CIPP defectuoso. Se incluirá un resumen de los procedimientos específicos de reparación o sustitución por defectos que potencialmente pueden ocurrir en el CIPP instalado. Los procedimientos de reparación/reemplazo serán los recomendados por el fabricante del sistema CIPP e incluirán lo siguiente:

a) Los defectos en el CIPP instalado que no afectan el funcionamiento y la vida a largo plazo del producto deberán ser identificados y definidos.

b) Los defectos reparables que pueden ocurrir en la instalación de CIPP deberán estar específicamente establecidos por El Contratista, según las recomendaciones del fabricante, incluyendo un procedimiento de reparación detallado paso a paso, que resulte en un producto final que cumpla los requisitos de estas especificaciones. Los defectos reparables pueden incluir pero no se limitarán a las ampollas, arrugas, aletas, orificios, conexiones laterales sobre o sub-cortadas, y los espacios encontrados entre el revestimiento y la tubería receptora.

c) Los defectos no reparables que se produzcan en el CIPP deberán estar claramente definidos por el Contratista según las recomendaciones del fabricante, incluyendo un procedimiento recomendado para la remoción y sustitución del CIPP. Los defectos no reparables pueden incluir, pero no se limitan a espesor por debajo de espesor mínimo requerido, la resistencia estructural por debajo de los límites requeridos, levantamientos, pliegues, protuberancias, y la deslaminación.

***Certificaciones del instalador***

El contratista que realice los trabajos de rehabilitación mediante el sistema CIPP, debe contar con los certificados de gestión integrada que garanticen la calidad del trabajo respecto al medio ambiente y a la seguridad de los trabajadores, cuyos certificados exigidos son:

- Certificado de calidad ISO9001:2008 que dentro de su alcance incluya rehabilitación de tuberías existentes.
- Certificado de calidad ISO 14001:2004 que dentro de su alcance incluya rehabilitación de tuberías existentes.
- Certificado de calidad OSHAS 18000:2004 que dentro de su alcance incluya rehabilitación de tuberías existentes.
- Experiencia del instalador en tecnología CIPP utilizando resina epódica, reversado con aire comprimido y/o curado con vapor de agua.

***5. Procedimiento***

El procedimiento de CIPP tiene los pasos principales que se deben seguir en los cuales hay varias actividades que se desarrollan en cada uno de estos.

***5.1 Responsabilidad por desbordamiento o derrames***

Es responsabilidad del Contratista llevar a cabo los trabajos de rehabilitación mediante CIPP de una forma tal que no ocasione ni contribuya a la ocurrencia de desbordamientos o derrames del sistema de alcantarillado.

En el evento en que las actividades de trabajos del Contratista contribuyan a derrames o desbordamientos, el Contratista inmediatamente debe tomar acciones adecuadas que lo contengan y detengan, así mismo debe limpiar los derrames, desinfectar el área afectada por el derrame e informar la FISCALIZACIÓN de forma oportuna.

***5.2 Inspección y diagnóstico***

Implica la realización del lavado/limpieza e inspección con CCTV de las redes a rehabilitar para determinar la capacidad estructural de la tubería existente, fisuras, fugas, estado del material y vida remanente.

Se pueden detectar tres tipos de CIPP que son:

**Tipo 1 (CIPP Hidráulica)**: Diseñado para proporcionar resistencia química y evitar la infiltración.

**Tipo 2 (CIPP Estructural 1er Nivel):** Que se instala en una tubería existente parcialmente deteriorada y esté diseñada para proporcionar resistencia a productos químicos, evitar la ex filtración y la infiltración, soportar cargas hidrostáticas externas debido a las aguas subterráneas (y vacío interno donde sea aplicable), y donde el suelo y cargas vivas pueden ser soportadas por la tubería original.

**Tipo 3 (CIPP Estructural 2do Nivel):** Que se instala en una tubería existente totalmente deteriorada y esté diseñada para proporcionar resistencia a productos químicos, evitar la ex filtración y la infiltración, soportar cargas hidráulicas, de suelo y vivas por la tubería original.

El concepto de tubería de flujo por gravedad parcialmente deteriorada indica que el tubo existente puede tener juntas desplazadas, grietas o corrosión a lo largo del mismo, pero estructuralmente todavía es capaz de soportar cargas de suelo e hidráulicas externas. El CIPP que se instale debe estar diseñado para soportar la presión hidrostática uniforme sobre la circunferencia completa del CIPP.

El concepto de tubería de flujo por gravedad completamente deteriorada indica que el tubo existente tiene una fuerza insuficiente para soportar todas las cargas de suelo e hidráulicas externas. Una tubería totalmente deteriorada se caracteriza por una fuerte corrosión, tramo de tubería que falta, tramo de tubería aplastada, grietas y deformaciones graves longitudinalmente, por consecuencia el CIPP que se instale debe ser diseñado capaz de soportar todas las cargas hidrostáticas, de suelo y vivas.

Tanto el diseño del CIPP para la condición de tubería de flujo por gravedad parcialmente deteriorada como el de la condición completamente deteriorada estará de acuerdo con el Apéndice X1 de la norma ASTM F1216. El diseño CIPP no asumirá ninguna unión a la pared de la tubería original.

Además existen tres clases de definiciones como son "full segment CIPP" significa que el CIPP se extiende de cámara a cámara. El "partial full segment CIPP" significa que el CIPP se extiende de cámara a junta intermedia dentro de la tubería a ser rehabilitada y generalmente es de una longitud mayor a 10 metros, y el "internal point repair CIPP" significa un CIPP de corta longitud o múltiples CIPP de corta longitud para reparar fallas localizadas en cualquier sitio dentro de la tubería de alcantarillado a ser rehabilitada, estos puntos internos de reparación son generalmente de uno a 10 metros de longitud.

El diseño del "full segment y partial full segment CIPP" deben estar de acuerdo con el Apéndice X1 de la norma ASTM F1216 y estas especificaciones como una tubería de flujo por gravedad en condiciones de parcialmente y completamente deteriorada.

El diseño del "internal point repair CIPP" deben estar de acuerdo con el Apéndice X1 de la norma ASTM F1216 como una tubería de flujo por gravedad en una condición completamente deteriorada y la profundidad de cobertura calculada basada en el sitio específico de la reparación en la tubería de alcantarillado que se esté revisando.

### *5.3 Suministro*

Comprende suministrar mano de obra, materiales y equipos requeridos para instalar y comprobar el CIPP y todos los accesorios, como se muestra en los planos y como se especifica en este documento, incluyendo, pero no limitado, a los servicios necesarios para el control del tráfico, el bombeo temporal y/o la desviación de los flujos de aguas residuales, instalación de revestimiento, instalación de sellos, control de calidad, toma de muestras para la realización de ensayos de materiales requeridos, pruebas del sistema de revestimiento de tubería, así como habilitar las conexiones activas de alcantarillado, hacer limpieza inicial y final, inspección con CCTV, evaluación final del sistema de tuberías, y garantía de funcionamiento, todo según se especifique en el documento.

### *5.3.1 Materiales*

Los materiales utilizados para la rehabilitación mediante sistema CIPP, en su conjunto, deben contar con certificación DIN 13566-4, el cual certifica que éstos funcionan como un sistema (manga+resina), garantizando que los materiales sean compatibles y aseguren la estabilidad de sus propiedades mecánicas de acuerdo con los ensayos aplicados en la certificación.

#### *5.3.1.1 Manga – Felpa/fieltro – Forro*

El material de revestimiento hecho de una felpa/ fieltro industrial, el tipo específico del revestimiento dependerá de los materiales transportados a través del sistema.

La manga o tubo debe ser compatible con el sistema de resina usado. La capa exterior del tubo debe estar recubierta en plástico, con un material que sea compatible con el sistema de resina utilizado. El tubo debe ser fabricado a un tamaño tal que, cuando sea instalado se ajuste firmemente a la circunferencia interna y a la longitud del tubo existente. Debe darse el espacio apropiado para la contracción circunferencial durante la inversión, dando margen de estiramiento o acortamiento longitudinal o circunferencial debido a presiones o expansiones.

La manga generalmente consiste en una o más capas de un material flexible no tejido de felpa/fieltro de poliéster con o sin aditivos tales como fibra de vidrio tejida u otras fibras. El contenido de felpa del revestimiento CIPP se determinará por el Contratista, sin que pueda exceder del 25% del volumen total del revestimiento impregnado. El tubo de felpa deberá ser capaz de absorber y sostener las resinas colocadas para soportar las presiones y temperaturas de curado de instalación y tener suficiente fuerza para superar segmentos faltantes de tubería, y de expandirse para adaptarse a secciones irregulares de tubería.

Se presentará la información certificada por el fabricante de fieltro para el volumen normal de huecos en la manga (fieltro), que se llenará con resina. En ningún caso el espesor de la pared de la rehabilitación una vez instalado debe ser inferior al espesor nominal especificado en la hoja técnica propuesta en la licitación. Las dimensiones de revestimiento deben tener en cuenta cualquier pérdida de espesor de la pared de la tubería debido a corrosión por sulfuro de hidrógeno, y las deformaciones de la tubería a ser revestida cuando éstas sean menores al 10% del diámetro.

***5.3.1.2 Resina Epóxica***

La resina deberá ser epóxica. Las resinas pueden contener pigmentos, tintes o colorantes, que no deberán interferir con una inspección visual del revestimiento curado. La cantidad de resina usada para la impregnación del tubo deberá ser suficiente para llenar el volumen de huecos de aire en el tubo y se debe tener en cuenta la contracción de polimerización y la pérdida de la resina a través de las grietas e irregularidades en la pared de la tubería original.

Debe utilizarse un sistema de catalizador, resina epóxica y endurecedor que sean compatibles con el proceso de inversión. La resina debe ser capaz de curar en presencia de agua y la temperatura de iniciación para el curado debe ser menor de 82,2°C (180°F). Es de esperarse que el sistema CIPP después del curado tenga como mínimo las propiedades estructurales iniciales dadas en la Tabla 1, y las pruebas requeridas en la Tabla 2.

**Tabla 1 CIPP. Propiedades estructurales***

| Propiedad | Norma | Parámetro Analizado | Resultado del ensayo | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Corto Plazo | Largo Plazo |
| Módulo E Periférico | DIN EN 1228 | Módulo Periférico (Mpa) | 3420 | 1278 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Esfuerzo de Flexión | DIN EN ISO 178 | Esfuerzo de flexión (Mpa) | 55 | 21 |
| Resistencia a la presión | DIN EN ISO 604 | Resistencia a presión (Mpa) | 121 | 46 |
| Radio de Reducción | DIN EN 761 | Radio de reducción A1 | 2.7 | |

**Tabla 2 CIPP. Pruebas requeridas**

| **Prueba** | **Norma** | **Dirección analizada** | **Parámetro analizado** | **Valor mínimo requerido** |
|---|---|---|---|---|
| Prueba de rotura de por presión | DIN EN1228 | Radial | Rigidez inicial del anillo (N/m2) | 5130 |
| | | Axial | Modulo periférico (Mpa) | 3420 |
| Prueba de Flexión | DIN EN 178 | axial | Esfuerzo de flexión (Mpa) | 42 |
| | | | Modulo de elasticidad (Mpa) | 2430 |
| | | Radial | Esfuerzo de flexión (Mpa) | 55 |
| | | | Modulo de elasticidad (Mpa) | 2250 |

Los ensayos a los materiales importados deben ser certificados en origen y los ensayos al producto final en obra deben ser realizados a especímenes tomados en campo y pueden ser realizados en laboratorios locales certificados.

La resina utilizada para impregnar debe ser una resina epóxica que produzca un tubo curado que sea resistente al encogimiento, que no sea corrosible ni se oxide, y debe ser también resistente a la abrasión por ataque de sólidos, arenilla, y arena del agua residual. Resinas de poliéster no se permiten debido al riesgo que representa este material tanto para el medio ambiente como para el personal que lo manipula. La resina de tener resistencia comprobada al ambiente de aguas residuales que puedan comprender, como mínimo, todo los siguientes factores:

• Inmersión en fosa séptica a temperaturas de 30°C.
• Exposición a gas de sulfuro de hidrógeno de la fosa séptica temperaturas hasta de 30°C.
• Exposición a luz ultravioleta (luz solar), en cualquier fase previa la instalación.

La resina epóxica debe estar libre de solventes. No se permiten materiales que presenten encogimiento o contracción térmica del material después de curado superior al 0,5%. La resistencia química del material debe haber sido evaluada por el fabricante de la resina de conformidad con la

norma ASTM C581. La exposición a la solución química es listada en la Tabla 3 a temperaturas hasta de 30°C, y debe dar como resultado una pérdida no superior al 20% de las propiedades físicas iniciales cuando es evaluada de conformidad con la norma ASTM C581 por un período no inferior a un año.

La resina deberá cumplir con los requerimientos de las normas ASTM F1216, ASTM F1743 o F2019, las propiedades físicas indicadas en este documento, y aquellos que han de ser utilizados en el diseño del CIPP para este proyecto. La resina usada en el CIPP hará que este cumpla o supere los requerimientos estructurales y químicos de esta especificación.

**Tabla 3 Exposición a soluciones químicas**

| Solución Química | Concentración (%) |
|---|---|
| Agua corriente (pH 6-9) | 100 |
| Ácido nítrico | 5 |
| Ácido fosfórico | 10 |
| Ácido sulfúrico | 10 |
| Gasolina | 100 |
| Aceite vegetal | 100 |
| Detergente o jabón | 0.1 |

El espesor de pared de la tubería curada en sitio (CIPP), debe basarse en fórmulas generalmente aceptadas para tubería y modelos potenciales previstos de falla. Los parámetros de diseño a ser considerados en la aprobación de ingeniería incluyen, sin estar limitados a, resistencia del material de la pared de la tubería, resistencia a largo plazo para garantizar una vida útil de diseño de 50 años, cargas de tierra, cargas freáticas, cargas vivas, condición de la tubería existente a ser revestida, ausencia de segmentos geométricos de tubería existente, y defectos localizados o estructurales de la tubería existente. La selección del diseño debe como mínimo, debe ser capaz de resistir fuerzas de flexión ejercidas por cargas externas y tensión anular y falla por deflexión de cargas internas de forma tal que la deflexión junto con cualquier diámetro transversal no exceda el 5% del diámetro interno nominal de la tubería que se está rehabilitando. En ningún caso el espesor de la pared del revestimiento instalado debe ser inferior al espesor nominal especificado en la hoja técnica propuesta en la licitación.

El espesor de CIPP debe estar dentro del menos de 5% y más de 10% del espesor diseñado. Un espesor mayor al requerido no se permite si la capacidad hidráulica de la tubería se reduce. El espesor requerido debe medirse con exactitud utilizando calibradores adecuados.

***5.3.1.3 Grouting***

El grouting no se requiere cuando se utiliza resina epóxica, ya que la manga debe quedar adherida a la tubería existente, sin embargo podría ser requerido en alguno de los siguientes:

- Donde se requiera llenar el espacio anular entre el CIPP y la tubería existente para poder cumplir los criterios de diseño del CIPP (un caso típico puede ser el encogimiento excesivo después del curado).

- Donde se detecten huecos alrededor de la parte externa del tubo existente y sea requerido por la FISCALIZACION.

- En ambas instancias, el uso del grouting estará sujeto a la aprobación de la FISCALIZACION y debe estar de acuerdo con los siguientes criterios:

- Cuando la FISCALIZACION considere que los trabajos del CIPP llevados a cabo por el Contratista durante el desarrollo del contrato fueron adecuados y acorde con las recomendaciones de los fabricantes y los procedimientos aprobados y por lo tanto las correcciones requeridas serán solamente para rellenar huecos. La utilización de grouting será aceptada por la FISCALIZACION como una solución estructural aislada para corregir defectos (tales como grouting fluido o sellamiento de juntas usando un agente de tipo grouting).

- Se deberá proveer datos técnicos con las características y desempeño de los materiales del grouting usado para rellenar huecos (Diseño del grouting) a la FISCALIZACION.

- Cuando el grouting haya sido usado para hacer que el CIPP reúna los requerimientos de diseño, es responsabilidad del Contratista asegurar que el grouting no deje fugas en las redes rehabilitadas y si hay alguna fuga se debe remover antes de la aceptación final por medio de la inspección con CCTV.

### *5.3.2 Equipos*

- Tráiler de inversión acoplado con caldera de agua caliente recirculada.
- Bandas transportadoras de impregnación.
- Bombas de vacío.
- Unidad de inversión con aire.
- Termómetro.
- Manómetro.

### *5.4 Trabajos previos*

Para garantizar una correcta rehabilitación con CIPP, se deben llevar a cabo algunas labores previas a la inserción de la manga.

Antes de ingresar a las áreas de acceso tales como las cámaras o pozos de inspección, o de desempeñar las labores de inspección y limpieza, se debe hacer una evaluación de la atmósfera para determinar la presencia de gases tóxicos o inflamables, o deficiencia de oxígeno, de acuerdo con las regulaciones de seguridad aplicables.

**Limpieza manual**: dependiendo del tiempo de servicio de la tubería existente es conveniente realizar una limpieza manual para poder retirar residuos de materiales, remover obstáculos de gran tamaño, terrones de concreto producto de reparaciones antiguas y todo aquello que no sea posible retirar con un equipo hidrocleaner.

**Lavado de tubería:** luego de la limpieza manual se realiza un lavado con un equipo hidrocleaner para retirar todos los materiales finos remanentes en la tubería, es importante resaltar que el lavado debe ejecutarse de una forma tal que la tubería quede libre de sedimentos o biopelícula, esto garantizará una exitosa aplicación de la tecnología.

**Inspección:** esta inspección la debe realizar personal experimentado entrenado en localizar grietas, obstáculos y conexiones de servicio por CCTV. Esta inspección se realiza inmediatamente después de la limpieza y es el paso previo a la instalación; su finalidad es revisar que la limpieza sea óptima y que todas las observaciones realizadas en la inspección inicial se encuentren corregidas, así como también tiene la finalidad de dejar una evidencia previa a la instalación El interior de la línea de tubería debe ser inspeccionado cuidadosamente para determinar la localización de cualquier condición que pueda impedir la adecuada instalación del tubo impregnado, tales como elementos de servicio que sobresalgan, tubos colapsados o aplastados y reducciones en el área transversal mayores de 40%. Estas condiciones deben ser registradas de tal forma que se puedan corregir. En caso de observar algo que no permita una correcta instalación, se requerirá que sea corregido. Cabe resaltar que el proceso siguiente se inicia únicamente si la persona encargada de la inspección y la FISCALIZACIÓN considera que la tubería se encuentra lista para la instalación.

**Obstrucciones de línea:** si la inspección revela una obstrucción que no puede ser removida por el equipo de limpieza de alcantarillas convencional, entonces debe hacerse una excavación puntual de reparación para descubrir y remover o reparar la obstrucción. De igual forma, un mal alineamiento significativo en la tubería debe ser corregido antes de instalar el sistema CIPP, esta corrección debe ser realizada mediante zanja abierta.

### *5.5 Instalación*

El proceso de instalación del CIPP descrito en esta norma está subdividido en tres fases: impregnación y desviación; instalación y curado; y, acabado y reconexión:

**Fase 1: Impregnación y desviación**

El tubo se debe impregnar en vacío con resina libre de humedad, bajo condiciones controladas. Esta fase comienza con el vertimiento de la resina epóxica dentro de la línea textil, posteriormente se esparce dentro las capas interiores de la línea, con el equipo de impregnación (compuesto por dos rodillos que controlan la calidad y grado de homogenización de la resina).
El volumen de resina utilizado debe ser suficiente para llenar todos los vacíos en la estructura del tubo, en diámetro y espesor nominal. El volumen debe ser ajustado adicionando entre 5% y el 10% en exceso de resina para el cambio del volumen de resina debido a la polimerización y para permitir cualquier migración de resina dentro de las grietas y juntas del tubo original.
Se debe saturar completamente el tubo flexible antes de instalarse. El proceso de impregnación debe garantizar que la resina quede esparcida de forma homogénea dentro de la manga. Para tal efecto se debe utilizar un equipo móvil de impregnación (unidad tipo *roller*) con topes de calibración que garanticen el espesor de diseño. Una vez la línea se encuentra impregnada se procede a la inserción de ésta dentro del equipo de reversado y curado.
Si se requiere desviar el flujo alrededor de las secciones del tubo escogido para la rehabilitación, la desviación se debe hacer conectando la línea en un punto aguas arriba del tubo a rehabilitar y bombeando el flujo a un punto aguas abajo o a un sistema adyacente. La bomba y las líneas de desviación deben tener una capacidad y tamaño adecuados que permitan manejar el flujo. Los servicios dentro de este tramo, estarán temporalmente sin funcionamiento. Se requiere informar a las partes interesadas, las acometidas que estarán fuera de operación para prevenir el uso de aguas hasta que la línea principal esté de nuevo en servicio.

**Fase 2: Instalación y curado**

En esta fase se inserta la línea dentro de la tubería a renovar, a continuación se listan los pasos de este proceso:

**- Inserción (inversión):** Antes de la inversión, el fabricante de la manga debe haber informado a la FISCALIZACIÓN acerca de la mínima presión necesaria para tener el tubo apretado a la pared de la tubería existente y el máximo valor permisible de presión, de forma tal que no se dañe la manga. Una vez que la inversión ha comenzado, la presión se debe mantener entre los valores máximos y mínimos hasta que la inversión se haya completado.

El tubo impregnado con resina se debe insertar a través de una caja o pozo de inspección existente, por un proceso de inversión, y con la aplicación de aire a presión suficiente para extenderlo completamente hasta el siguiente pozo de inspección o punto de terminación designado. La presión del aire se debe ajustar para ser lo suficientemente alta como para ocasionar que el tubo se invierta desde el punto de inicio hasta el punto de terminación y tener el tubo apretado a la pared de la tubería, produciendo hoyuelos o ligeras depresiones en las conexiones laterales. Deben tomarse las precauciones necesarias durante el proceso de inversión para evitar sobrecargar las fibras del tejido, por lo que la unidad de inversión debe estar dotada de aparatos de control que monitoreen el proceso.

Deben tomarse las precauciones adecuadas y las correspondientes medidas de seguridad para evitar lesiones al personal en las cercanías de la construcción cuando se está usando aire comprimido.

Antes de comenzar la inversión, el fabricante del tubo debe haber informado acerca de la mínima presión necesaria para tener el tubo apretado a la pared de la tubería existente y el máximo valor permisible de presión, de forma tal que no se dañe el tubo. Una vez que la inversión ha comenzado, la presión se debe mantener entre los valores máximos y mínimos, hasta que la inversión haya sido completada.

Se recomienda el uso de lubricantes durante la inversión, con el fin de reducir la fricción durante el proceso. El lubricante utilizado debe ser hecho a base de aceite, no debe ser tóxico y que no tenga efectos negativos en la manga o el vaporizador y el sistema de bombeo, tampoco debe promover el crecimiento de bacterias ni afectar el fluido que será transportado por el tubo rehabilitado.

**- Curado:** una vez completada la inversión, se requiere un equipo de generación de vapor apropiado para distribuir el vapor a través de la tubería. El equipo debe ser capaz de circular vapor a través de la sección para incrementar uniformemente la temperatura de la manga por encima de la temperatura requerida para curar la resina. La temperatura del vapor de agua en la línea durante el período de curado debe ser la recomendada por el fabricante de la resina.

El equipo generador de vapor debe ser instrumentado con los elementos apropiados para medir y monitorear la temperatura de suministro de vapor saliente. La temperatura de la resina que será curada debe ser monitoreada ubicando medidores entre el tubo impregnado y la tubería existente en ambos extremos, para determinar la temperatura durante el curado.

El curado inicial ocurrirá durante el aumento de temperatura en el calentamiento y está completo cuando las porciones expuestas de la nueva tubería parezcan estar endurecidas y sanas, y el sensor de temperatura indique que la temperatura tiene la magnitud para realizar un curado exotérmico en la resina. Después de que se alcanzó el curado inicial, la temperatura debe elevarse hasta la temperatura después del curado recomendada por el fabricante de la resina, tiempo durante el cual la recirculación del agua y el ciclo de la caldera continúan para mantener la temperatura durante el tiempo recomendado por el fabricante de la resina. El curado del CIPP debe tomar en cuenta el material de la tubería existente, el sistema de resina y las condiciones del suelo (temperatura, nivel de mezcla y conductividad térmica del suelo).

Las presiones estimadas máximas y mínimas requeridas para sostener la manga flexible apretada contra la tubería existente durante el proceso de curado, deben ser suministradas por el fabricante y se incrementaran para incluir la consideración de aguas externas subterráneas, si se presentan. Una vez que el curado ha comenzado y el remachado lateral está completo, deben mantenerse las presiones requeridas hasta que el curado se haya completado. Para agua o vapor durante el proceso de curado, la presión debe mantenerse dentro del máximo y mínimo estimado. Si la presión de vapor o la cabeza hidrostática caen por debajo del mínimo especificado durante el curado, el CIPP debe inspeccionarse en busca de levantamientos o deslaminación y evaluado para establecer su

capacidad de cumplir completamente con los requisitos descritos la Fase 3 de este numeral y el numeral 6 de la presente norma.

**- Enfriamiento:** la nueva tubería se debe enfriar hasta una temperatura menor a 45°C (113°F), antes de aliviar la presión interna dentro de la sección. El enfriamiento se puede lograr introduciendo agua fría dentro de la sección para reemplazar la mezcla de aire y vapor vaciado a través de un pequeño agujero hecho en el extremo aguas abajo. Debe tenerse cuidado al liberar la presión de aire, de tal forma que no se genere un vacío que pueda dañar la tubería instalada.

**Fase 3: Acabado y reconexión**

**- Corte y acabado:** en este proceso se retiran los extremos de la línea para que ésta pueda quedar en servicio. La tubería terminada debe ser continua a lo largo de la longitud de un tendido de inversión y debe estar libre de manchas, levantamientos y la línea textil debe tener el diámetro correcto para que luego de la inversión no queden arrugas por más del 1% para líneas iguales o superiores a 24” de diámetro interno y para líneas menores a 24” que no sean mayores al 2%. Si estas condiciones están presentes, se debe remover y reemplazar el CIPP en éstas áreas.

Si el CIPP no se encaja contra la tubería original en los puntos de terminación, el espacio entre los tubos puede ser sellado rellenando con una mezcla de resina compatible con el CIPP.

**- Conexiones de servicio:** luego de que el nuevo tubo se ha curado en sitio, se pueden reconectar las conexiones de servicio activo. Esto generalmente puede hacerse sin excavación; en el caso de tuberías sin acceso de persona, desde el interior de la tubería, por medio de CCTV y un dispositivo de corte a control remoto. El revestimiento debe ser cortado teniendo en cuenta las dimensiones internas de la conexión lateral o conexión de servicio.

Todas las líneas laterales (incluyendo caídas), deben ser reconectadas a la nueva tubería dentro de las 24 horas siguientes al proceso de revestimiento.

**6. Pruebas**

El Contratista llevará a cabo todas las pruebas tal como se detalla en esta especificación y cualquier otra prueba requerida para definir el plan de calidad y proveerá una copia de estos resultados a la FISCALIZACION. Los costos de todas estas pruebas serán asumidos por el Contratista y deberán estar consideradas en los costos unitarios propuestos. Para cada longitud de inversión designada en el contrato u orden de compra, se requiere la preparación de dos (2) muestras de CIPP, una para cada uno de los siguientes dos métodos.

Para cada longitud de inversión designada en el contrato u orden de compra, se requiere la preparación de dos (2) muestras de CIPP, una para cada uno de los siguientes dos métodos (numerales 6.1 y 6.2):

***6.1 Para tubos de Ø 450 mm o menores***

La muestra se debe cortar en un pozo o cámara de inspección intermedio o en un punto de terminación de una sección curada de un CIPP que ha sido invertido a través de una manga de diámetro similar, la cual se ha sujetado en el lugar por un apropiado disipador de calor, como bolsas de arena.

***6.2 Para tubos mayores de Ø 450 mm***

En aplicaciones de diámetros grandes y medianos en áreas de acceso limitado, la muestra se debe fabricar a partir de material tomado de la manga y del sistema de resina y catalizador usado y curado en un molde sujeto por abrazaderas en el silenciador cuando se usa vapor. Este método puede también ser usado para tamaños menores de 450 mm (18 pulgadas) en situaciones donde la preparación de muestras conforme al párrafo anterior no se pueden obtener debido a restricciones físicas, siempre que sean aprobadas por la fiscalización.

***6.3 Especímenes para ensayo y pruebas***

Las muestras para cada uno de estos casos deben ser lo suficientemente grandes para proveer mínimo tres (3) especímenes y un recomendado de cinco (5) especímenes para ensayos de flexibilidad y también para ensayos de tensión, si es aplicable. Los siguientes procedimientos de ensayo se deben seguir después de que la muestra sea curada y removida.

Las muestras se deben analizar de acuerdo con, DIN 13566 e ISO 178 y según lo indique la FISCALIZACIÓN. El análisis debe ser llevado a cabo por un laboratorio independiente que sea aprobado por la Fiscalización.

***6.4 Ensayo de fugas en tubería por gravedad***

En caso que la Fiscalización lo requiera, las tuberías por gravedad deben ser ensayadas con un método de filtración, donde el CIPP es taponado en ambos extremos y llenado con agua. Todas las entradas al sistema deben ser cerradas efectivamente, cualquier flujo residual se considera que es infiltración. Este ensayo debe hacerse después de que el CIPP se ha enfriado hasta temperatura ambiente Este ensayo está limitado a tuberías sin derivaciones y diámetros de 900 mm (36 pulgadas) o menores. La máxima filtración permitida para cualquier longitud de tubería entre puntos de terminación no debe exceder 0,323 litros por milímetro de diámetro interno por kilómetro por día (50 galones por pulgada de diámetro interno por milla por día), contando con que todo el aire ha sido purgado de la línea. Durante la prueba de filtración, la máxima presión interna de la tubería en el extremo más bajo no debe exceder 3,0 mca (10 ft w c) o 29,7 KPa (4,3 psi) y el nivel de agua dentro del montante de inversión debe ser de 0,6 m (2 ft) mayor que el borde de la tubería o 0,6 m mayor que el nivel freático, cualquiera que sea mayor. La cantidad de la fuga debe ser medida por el

nivel de agua en un montante temporalmente ubicado en el tapón superior. El ensayo debe realizarse por un mínimo de una hora.

Pese a haber completado satisfactoriamente las anteriores pruebas, existe cualquier flujo discernible de agua que ingresa en tuberías rehabilitadas o en las bocas de inspección, en un punto que se puede ubicar visualmente por inspección CCTV, el contratista debe tomar medidas adicionales que sean necesarias para detener la infiltración bajo sus propios gastos.

*NOTA: es impráctico ensayar tuberías por encima de 900 mm de diámetro, debido a la tecnología disponible en la industria de rehabilitación de tuberías. Inspecciones posteriores de tuberías más grandes detectarán mayores fugas y obstrucciones.*

***6.5 Ensayos de propiedades mecánicas y de materiales CIPP***

Las tecnologías instaladas deben certificar previamente el cumplimiento de la norma DIN EN 13566-4 y la realización y cumplimento de los siguientes ensayos consignados en esta misma. Esto para garantizar la calidad en la aplicación de la tecnología y la idoneidad de los materiales, equipos y personal empleados en los trabajos; así mismo deben cumplir con los valores de la Tabla 1. Estos ensayos deben realizarse a los materiales empleados de cada tecnología certificando el uso de estos mismos en las instalaciones.

- *Three point bending for E-Modulus and flexural strength* DIN EN ISO 178
- *Strain at the first break* DIN EN ISO 527-2
- *Temperature of deformation* DIN EN ISO 75-2
- *Short-term-ring stiffness* DIN EN 1228
- *Creep factor in dry condition* DIN EN 761
- *Long-term flexural modulus (wet)* DIN EN ISO 899-2
- *Flexural creep by three-point loading* DIN EN ISO 899-2
- *Short-term flexural modulus* DIN EN ISO 178
- *Resistance against chemical attacks* DIN EN 1120
- *Compressive strength of resin system* DIN EN ISO 604
- *Methods for determining the density of non-cellular plastics* DIN EN ISO 1183-1

***6.6 Ensayo de deslaminación***

En caso que la Fiscalización lo requiera, se debe realizar un ensayo de deslaminación, en cada longitud de inversión especificada. La muestra de CIPP se debe preparar de acuerdo al numeral 6.2 de la presente norma, excepto que una porción del material del tubo en la muestra debe ser seca y aislada de la resina, a fin de separar las capas del tubo para ensayo (se debe consultar al fabricante del tubo para mayor información). El ensayo de deslaminación debe estar de acuerdo con el método de ensayo ASTM D903 con las siguientes excepciones:

- La tasa de desplazamiento de la mordaza conducida debe ser mayor de 25 mm/min (1 in/min).
- Se deben ensayar cinco especímenes de prueba por cada inversión especificada.
- El espesor del espécimen de prueba se puede minimizar, pero debe ser suficiente para ensayar adecuadamente la deslaminación de capas no homogéneas de CIPP.
- El esfuerzo de la capa o lámina que se descascara o presenta desprendimiento entre cualquier capa no homogénea del laminado CIPP debe ser mínimo 178,60 g/mm (10 lb/in) de ancho para aplicaciones típicas de CIPP.

***6.7 Espesor de pared del CIPP***

El método de medición para obtener el espesor de pared del CIPP debe determinarse de manera consistente con el numeral 8.1.2 de la especificación ASTM D5813. Las mediciones de espesor deben ser hechas de acuerdo con la norma EN ISO 3126, para las muestras preparadas de acuerdo con los numerales 6.1 y 6.2 de la presente norma. Se recomienda hacer un mínimo de ocho (8) mediciones a intervalos igualmente espaciados alrededor de la circunferencia del tubo para asegurar que el máximo y el mínimo espesor se hayan determinado. Se deducen de las mediciones, los valores del espesor de pared de cualquier recubrimiento plástico o capas CIPP no incluidas en el diseño estructural del CIPP.

El espesor promedio debe ser calculado usando todos los valores de las mediciones y debe cumplir o exceder el espesor mínimo de diseño tal y como se acuerde entre el fabricante y la Fiscalización. El espesor de pared mínimo en cualquier punto no debe ser menor que 87,5% del espesor especificado, según el acuerdo entre el fabricante y la Fiscalización.

***6.8 Inspección y aceptación***

Después de haber completado la instalación del CIPP, se hace una inspección con CCTV de la tubería teniendo en cuenta:

La inspección con CCTV después de la instalación se hace poco después de haber completado cada sección, tan pronto como sea posible, pero en ningún caso, puede ser superior a 10 días calendario posterior a ella. El recubrimiento acabado debe ser continuo en toda la longitud de la tubería entre las dos bocas de inspección y debe estar completamente libre de defectos visuales.

Las variaciones a partir de la línea real y su grado pueden ser inherentes a las condiciones de la conducción original. No debe observarse infiltración del nivel freático. Todas las entradas de servicio deben ser consideradas y ser desobstruidas. Se deben presentar a la FISCALIZACIÓN los videos en formato DVD en donde se muestre todo el trabajo de inspección completado.

***7. Muestreo***

Ver numerales 6.1, 6.2 y 6.3

***8. Rotulado***
NO APLICA

***9. Descripción y medición***

Precio unitario por metro lineal recibido a satisfacción, medido a bordes internos de cámaras de inspección. Incluye: dos (2) lavados y tres (3) inspecciones de las redes con CCTV para la verificación del estado como actividad previa a la inserción de la manga y como actividad final para verificar la instalación realizada. Así mismo, incluye todos los materiales necesarios, bypass, conexiones de cámaras de inspección, protección de los servicios públicos existentes y la propiedad adyacente, pruebas de recibo, torres de inserción, reportes, plan de manejo de tránsito y todas las actividades necesarias para ejecutar la obra según las normas establecidas.

# 7.- (R-R) (R-T) (R-C1) TECNOLOGÍA SIN ZANJA – PIPE BURSTING.

***1. Alcance***

El alcance del trabajo comprende las actividades previas de planeación y verificación del estado de la red a reemplazar, la apertura de pozos de lanzamiento, taponamiento de los tirantes que llegan a la cámara a intervenir, las actividades inherentes a la fragmentación de la tubería existente y la inserción de la nueva tubería, llenado y compactación de los pozos de lanzamiento, remoción de los desvíos temporales (tapones) y la ejecución de las diferentes pruebas para la verificación del trabajo realizado y la aprobación del mismo.

***2. Referencias***

Para la elaboración de este documento se consideraron los criterios establecidos en:

- *NTS-IA-025 Norma Técnica de Uniones por Termofusión de Tuberías y Accesorios de Polietileno.*
- *NTE INEN 1744 Tubos de polietileno para conducción de agua a presión. Requisitos.*
- *IN-CCCO-002 Instructivo para uniones por Termofusión de tuberías y accesorios de polietileno.*
- *ASTM D 3035 Tubería de polietileno (SDR-PR) controlado en base a diámetro exterior.*
- *ASTM D 3261 Especificación para fusión a tope de accesorios de polietileno a tubería de polietileno.*

***3. Definiciones y Abreviaturas***

- ***PIPE BURSTING:*** *Fracturación de tubería.*
- ***AASS:*** *Aguas servidas.*
- ***CCTV:*** *Circuito cerrado de televisión.*
- ***DN:*** *Diámetro nominal externo de los tubos.*
- ***HA:*** *Hormigón armado.*
- ***HD:*** *Hierro Dúctil.*
- ***NEC:*** *Norma Ecuatoriana de la Construcción.*
- ***PEAD:*** *Polietileno de Alta Densidad.*

***4. Requisitos***

**4.1 CALIDAD**

El material y equipo presentado bajo esta especificación técnica, deberá cumplir con las normas INEN – (Instituto Ecuatoriano de Normalización) para garantizar la calidad del producto, el Contratista deberá suministrar información que demuestre que el material y/o equipo es equivalente al que se ha especificado.

El Contratista y el personal involucrado en el sistema Pipe Bursting deberán presentar certificaciones de trabajos que los acrediten como expertos en la aplicación de la tecnología. El personal responsable de la unión de tuberías y accesorios de polietileno, también debe ser calificados por la Fiscalización, que acrediten su conocimiento en el uso del equipo para la fusión de juntas (pegas).

El FISCALIZADOR podrá exigir al Contratista todos los certificados de cumplimiento de las normas, sobre todo el proceso de fabricación y en general sobre todas las pruebas y ensayos para garantizar la calidad y eficiencia de los accesorios suministrados por el Contratista.

**4.2 REGISTROS**

Antes de comenzar cualquier trabajo el Contratista deberá presentar la programación completa por cada uno de los tramos a intervenir con esta tecnología a la FISCALIZACION para su aprobación.

***4.3 MATERIALES***

**4.3.1 Tubería**

La tubería será de polietileno de alta densidad (HDPE) y cumplirá los requisitos solicitados por la ASTM F714, las tuberías y accesorios de polietileno de alta densidad B, serán utilizados de acuerdo con las especificaciones del material. Todos los accesorios adicionales (pozos de registro, tes, juntas, etc) se ajustarán a las especificaciones del material que se use. Toda la tubería instalada por fractura de la tubería estará unida por fusión a tope, electro fusión, o lleno de sujeción en el círculo de reparación.

La tubería HDPE será producida de resinas que satisfagan los requerimientos de la norma ASTM D1248, designación PE3408, la norma ASTM D3350 clasificación celular PE345444C, y se ajustará a los requerimientos de la AWWA C901 y C906. La tubería de HDPE se ajustará con el requerimiento de la mínima estabilidad de la norma ASTM D3350. La tubería será perfectamente legible, a intervalos de no más de 5 pies con el nombre del fabricante, marca, tamaño de la tubería, clasificación celular del HDPE, y leyenda apropiada tal como SDR 19 o SDR 17, ASTM D3035, AWWA C901 o C906, fecha de fabricación y punto de origen.

Toda la tubería deberá estar fabricada con material virgen. Ningún material de reusado excepto el obtenido de la producción propia y formulación misma de los fabricantes. La tubería deberá ser homogénea en todo momento y deberá estar libre de grietas, agujeros, material extraño, ampollas, u otros defectos perjudiciales. Las tuberías de HDPE será de tamaño de tubería de hierro (IPS) a menos que se especifique lo contrario en estos contratos.

Dimensión de radios. El espesor mínimo de pared de la tubería de polietileno de alta densidad deberá satisfacer lo siguiente: DR mínimo - DR19 o DR17

**4.3.2.- Unión de Tuberías.**

La tubería será unida por termofusión y deberá cumplir las siguientes normas:

- NTS-IA-025 Norma Técnica de Uniones por Termofusión de Tuberías y Accesorios de Polietileno.
- IN-CCCO-002 Instructivo para uniones por Termofusión de tuberías y accesorios de polietileno.

**4.3.3.- Suministro, almacenamiento y manejo**

El Contratista deberá transportar, almacenar y manipular la tubería y sus accesorios según las recomendaciones del fabricante.

Si la tubería y los accesorios presentan averías antes o durante la instalación, el Contratista deberá reparar el daño en la forma que lo recomiende el fabricante, o reemplazarlo según lo requiera la FISCALIZACION.

### *4.4 EQUIPO*

El Contratista deberá realizar la selección apropiada del equipo para el Pipe Bursting, de acuerdo a los diámetros y materiales de tuberías encontradas según el diagnóstico previo con CCTV.

Los equipos pueden ser:

- Neumático: Compresor de aire, cabrestante (Cable de acero) y Winche.
- Hidráulico: Maquina de tiro con varillas
- Estático: Cable de acero sin ningún tipo de percusión neumática.

### *4.5 Descripción*

#### 4.5.1 Trabajos preparatorios - alcantarillado

Antes de proceder a la ejecución de los trabajos el contratista deberá ejecutar las siguientes actividades: Desviar las aguas de conformidad a lo establecido por la FISCALIZACION y las Normas y Especificaciones Generales de Construcción.

Inspeccionar el alcantarillado con CCTV para ubicar defectos. Una vez identificadas se demolerá manualmente los dados que aseguran la tubería a la cámara, antes de seguir con la fragmentación de tubería.

Para garantizar que no se cause daño a las redes de otros servicios presentes en la zona, el Contratista deberá localizarlas, usando si fuera el caso calicatas de investigación o cualquier sistema que permita la ubicación de éstas.

Remover aquellas obstrucciones en la tubería existente que impidan la inserción del equipo de fragmentación de tubería y la tubería de reemplazo.

De no ser posible remover las obstrucciones utilizando métodos de rehabilitación sin zanja, se deberá obtener el permiso de la FISCALIZACION para eliminar la obstrucción en reparaciones puntuales.

#### 4. 5.2 Anclaje y sellado de la tubería de reemplazo de alcantarillado

Para empatar con las cámaras la tubería instalada, se deberá contar con la suficiente longitud, de tal forma que ésta sobresalga en las cámaras una distancia suficiente para permitir su sellado y recorte.

La tubería en las cámaras se deberá sellar, utilizando un conector de empaquetadura flexible en la pared de la cámara al extremo de la tubería, centrado en la pared de la cámara existente. Llenar con

lechada el conector flexible en la pared de la cámara, llenando los vacíos en todo el espesor de la pared de la cámara a fin de formar una junta hermética, uniforme y lisa.
Se debe respetar los tiempos de relajación de la tubería de polietileno antes de proceder a su corte y sellado.

**4. 5.3 Fragmentación e instalación de tubería de reemplazo.**

El Contratista efectuará la investigación física o revisión en planos, para la determinación de interferencias y cruces con otras redes y/o servicios mediante inspección visual y/o calicatas de investigación.

No modificar ningún material, espesor, valor de diseño, o procedimiento, indicados en los planos, sin el conocimiento y la aprobación previa por escrito de la FISCALIZACION.

Actualmente el sistema de ruptura de tuberías o "Pipe Bursting" se puede clasificar en tres clases principales:

**4.5.3.1 Pipe Bursting neumático**.

El procedimiento básicamente consiste en: un tubo neumático con cabeza en forma de cono es impulsado por aire comprimido a una velocidad de 180 a 580 golpes por minuto, la cual se encarga de formar una pequeña fractura en cada golpe, ocasionando grietas, obteniendo como resultado la ruptura la vieja tubería.

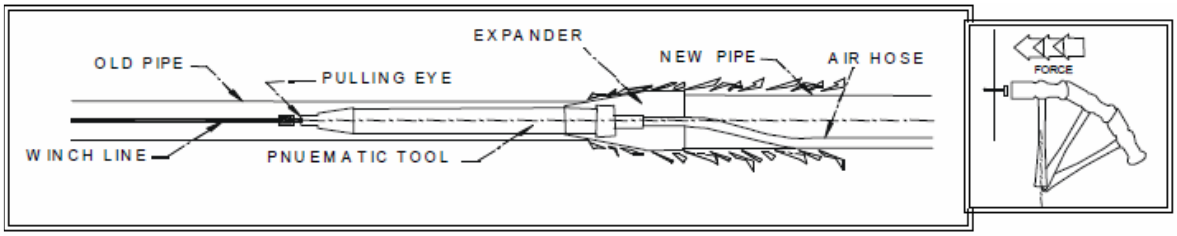



**Figure 1-3: Bursting head of the pneumatic system**

La acción de percusión de la cabeza fragmentadora se combina con la tensión del cable, que es insertada a través de la tubería antigua y que se adjunta a la parte frontal de la cabeza fragmentadora. Mantiene la cabeza fragmentadora presionada contra la pared de la tubería existente, y tira la nueva tubería detrás de la cabeza.

La presión de aire necesaria para la percusión se suministra desde el compresor de aire a través de una manguera, que es insertada en la nueva tubería y conectada a la parte trasera de la herramienta de ruptura.

El compresor de aire y el cabrestante se mantienen en constante presión y tensión respectivamente. La ruptura con este proceso necesita poca intervención del operador.

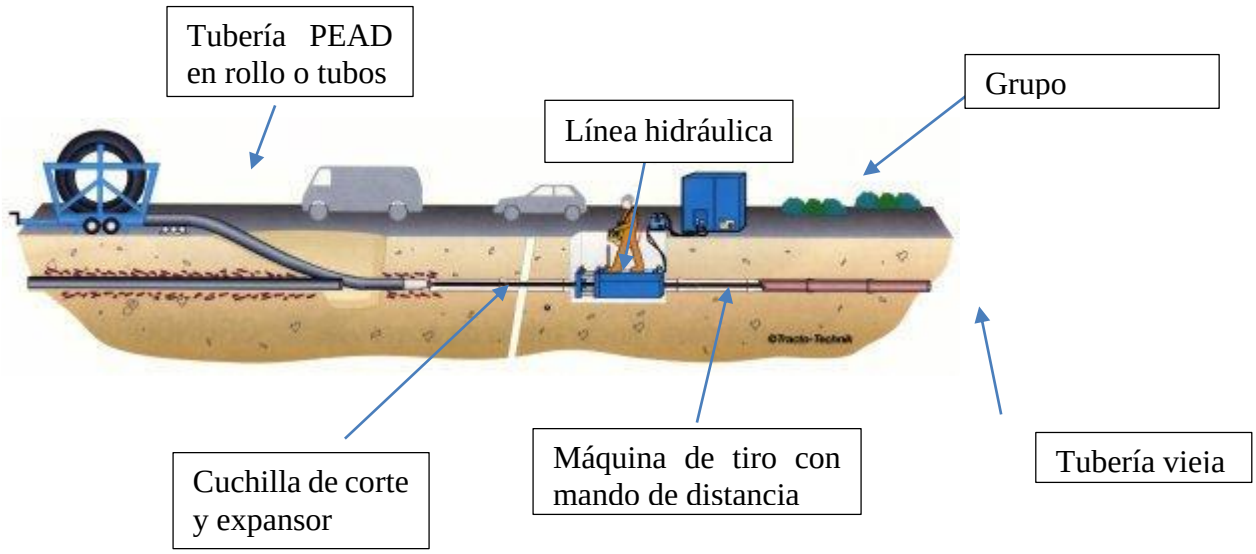
**4.5.3.2 Pipe Bursting expansión hidráulica.**

El sistema hidráulico de expansión se inicia desde un hueco de entrada (inserción) desde la cual se introducen la línea hidráulica (barras articuladas) por la tubería vieja hasta un hueco de salida (recepción).

En el hueco de entrada se ubica la máquina de tiro, una vez introducidas las barras hidráulicas por la tubería vieja, en el hueco de salida se cambia la barra guía por una cuchilla de corte y el expansor con la tubería nueva enganchada.

Durante el tiro, la barra articulada facilita el enganche con el tramo de barras y lo dirige en el radio deseado. La tubería vieja es cortada o reventada, destrozada y compactada en el terreno. El expansor que va inmediatamente después, compacta y amplia el canal, al mismo tiempo se introduce la tubería nueva de menor, igual o mayor diámetro que la tubería vieja.

Las máquinas hidráulicas de Pipe Bursting se han diseñado para funcionar con longitudes cortas de tuberías y se utilizan principalmente para las aplicaciones del alcantarillado.




**4.5.3.3 Pipe Bursting tracción estática**

En el sistema estático de tracción, la fuerza que fractura la tubería vieja viene de halar la cabeza hacia adelante por la antigua tubería. La cabeza se hala por medio de un torno que está unido a un cable que se inserta a través de la tubería existente y que se adjunta a la parte frontal de la cabeza explosiva. La fuerza de tracción aplicada a la cabeza de rotura es lo importante en este sistema. La cabeza que va fracturando va

rompiendo la tubería por medio de una fuerza horizontal y radial la cual va ofreciendo un espacio para la nueva tubería.

La figura siguiente muestra el proceso de Pipe Bursting estático el cual es halado por medio de un cable de acero.

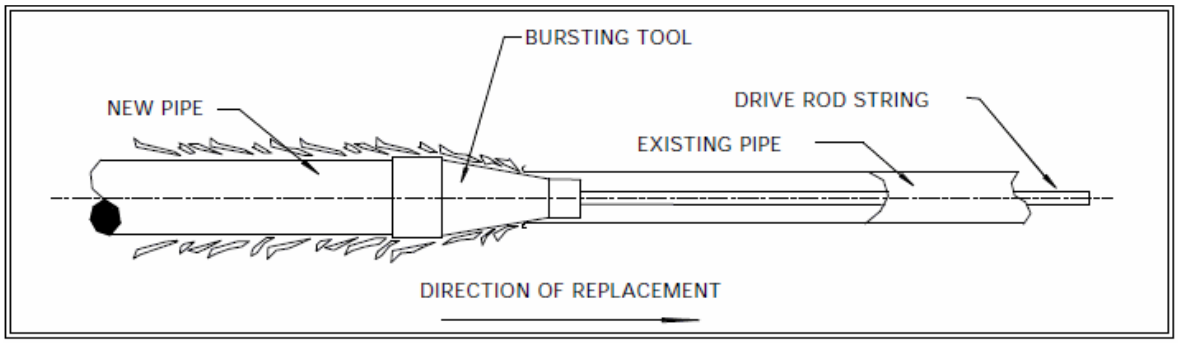



**Figure 1-5: Bursting head of the static pull system**

**4.6 IMPORTANTE:**

Se debe limitar la velocidad de la partícula pico de vibraciones del suelo, resultante de las operaciones de fragmentación de tubería. Si se observan deformaciones en el suelo durante las operaciones de Pipe Bursting, se deben tomar las medidas necesarias para mitigar y/o eliminar dichas deformaciones.

Es importante tener en cuenta que no se deberá arrastrar la tubería directamente sobre el pavimento para evitar dañarla, el Contratista deberá proveer un tipo de soporte para elevar la tubería sobre el pavimento durante el halado y la inserción.

Instalar todas las poleas, rodillos, amortiguadores, aparatos de control de alineamiento y otros equipos que se requieran, para proteger estructuras existentes y para proteger la tubería de daños durante la instalación. Puede utilizarse una lubricación de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

No esforzar la tubería más allá de su límite elástico bajo ninguna circunstancia. La tubería nueva debe quedar centrada en el tubo a ser fragmentado.

Utilizar el tiempo recomendado por el fabricante, para el enfriamiento y el relajamiento de la tubería de reemplazo, debido a esfuerzo de tensión, previo a la conexión de la tubería de servicio, sellado de la tubería en los espacios anulares, conexiones de nuevos accesorios y similares.
Concluido el período de relajación, realizar a la mayor brevedad posible la conexión de servicios, la conexión de accesorios, el sellado de los espacios anulares y la colocación de la tubería en servicio.

**Nota:** Se debe controlar el levantamiento y asentamiento potencial del terreno sobre el que se aplicará la tecnología de Pipe Bursting, mediante la realización de cortes en la carpeta asfáltica a modo de falla inducida, según la deformación observada y esperada del tramo. Esta actividad debe ser aprobada por la FISCALIZACION del proyecto.

**5.** ***Pruebas***

Una vez que el alcantarillado existente ha sido completamente reemplazado, y antes de remover la instalación de desvío de alcantarillado, se deberá inspeccionar la tubería internamente con CCTV. La tubería terminada deberá ser continua a través de la longitud completa entre dos cámaras y estará libre de defectos visuales.

El Contratista deberá reparar los defectos según lo recomendado por las normas y especificaciones que apliquen a esta técnica.

Ninguna reparación con el método Pipe Bursting podrá ser aceptada si ésta ha creado un hueco en la tubería. El Contratista será responsable por las reparaciones de cualquier daño, hueco o perforación en la tubería que se haya hecho por sus operaciones.

A la tubería de acueducto instalada se le deberá realizar la prueba hidráulica correspondiente y la comprobación de conexiones, todo antes de ser colocada al servicio.

La FISCALIZACIÓN supervisará todo el proyecto para verificar que ha sido construido de acuerdo con las especificaciones técnicas y el pliego de condiciones, además verificara que el Contratista en caso de haber perturbado el entorno o los servicios públicos existentes o estructuras los haya restaurado a su condición original.

**6.** ***Muestreo***
NO APLICA

**7.** ***Rotulado***
NO APLICA

**8.** ***Descripción y medición***

La medida para el pago del reemplazo de tuberías usando Pipe Bursting será el metro (m) de tubería, midiendo la longitud real de tubería instalada entre los bordes internos de las cámaras de inspección con aproximación al centímetro, de acuerdo con la pendiente indicada en los planos o las ordenadas por el Interventor. El pago se hará según el respectivo precio unitario del ítem del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con los planos y esta especificación y aceptada a satisfacción por la FISCALIZACION.

CIRCULAR DE ENMIENDA DEL DOCUMENTO DE LICITACIÓN **NO. 4**

08-MARZO-2016

El precio unitario de tubería instalada deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, almacenamiento, cargue, transporte, descargue, desperdicios y colocación de tubería de acuerdo con las secciones típicas indicadas en los planos, suministro de mano de obra calificada, señalización, plan de manejo vial, realización de desvíos temporales en la red de alcantarillado, inspección de la red con CCTV previa a la actividad para cotejar su estado y posterior para verificar la calidad de la instalación y todas las demás actividades necesarias para la correcta ejecución de la actividad.

También incluye la demolición de los dados de hormigón de la tubería existente, el sellado de la tubería instalada y todos los trabajos a nivel de la calzada y pozo de inspección para permitir el ingreso de la tubería de polietileno, es decir: cortes, roturas demolición de calzada y cámaras, así como la respectivas reposiciones.
En caso de que en la inspección previa a los trabajos se encuentre un colapso en la red, se procederá a su reparación y su costo será pagado por aparte, según lo especificado en este pliego de condiciones.

**3.-** EN LA SECCIÓN VI. REQUISITOS DE LAS OBRAS, PARTE 1 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, INCLUIR LA SIGUIENTE ESPECIFICACIÓN.

# 10 A.- (T-C-02) HORMIGÓN ARMADO PARA CÁMARAS DE INSPECCIÓN.

**A.- Respecto al Encofrado y Cimbras.**

***1. Alcance***

Esta norma establece los requisitos que deben considerarse para la confección de encofrados para las obras de agua potable y alcantarillado.

***2. Referencias***

Para la elaboración de este documento consideraron los criterios establecidos en:

- *MOP-001-F-2000 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, Especificaciones Generales de Caminos y Puentes.*
- *MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO, Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, Especificaciones técnicas de Construcción Comunes de Agua Potable y Alcantarillado, Agosto-2000*

***3. Definiciones y Abreviaturas***

- ***Encofrados.-*** *Son formas volumétricas que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente para que soporten el vaciado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista.*

***4. Requisitos***

**4.1 Diseño y Materiales**

Los encofrados deben ser realizados por el Contratista y sometidos a aprobación de la autoridad competente, conjuntamente con todos los detalles de montaje, sujeción, operación y desmontaje.

Las cargas asumidas en el diseño deben garantizar su comportamiento durante todas las operaciones de hormigonado. Todo encofrado falloso o deformado será rechazado.

Como material para encofrados se podrá utilizar: madera contrachapada de espesor adecuado, media duela machihembrada y cepillada y lámina o plancha metálica con sistema de sujeción, que luego proporcionen superficies lisas, sin deterioración química y/o decoloración.

El uso de otros materiales que produzcan resultados similares debe ser aprobado por la autoridad competente.

La obra falsa requerida para sustentar los encofrados para la construcción de losas, ménsulas, cúpulas, etc., de hormigón, se considerará como parte del encofrado, los cuales deben ser diseñados por el Contratista y aprobados por Fiscalización, para cada caso en particular.

Después de que los encofrados para la estructura de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por la autoridad competente para comprobar que son adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al Constructor el cálculo de elementos encofrados que ameriten esa exigencia

**4.2 Colocación y sujeción**

Los encofrados deben ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeable para evitar la pérdida de la lechada.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas, deben estar formados por tableros compuestos de tablas o bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menor de 1 cm.

Para el caso de tableros de madera, éstos se mantendrán en su posición mediante tirantes, espaciadores y puntales de madera, empleando donde se requiera pernos de un diámetro mínimo de 8 mm, roscados de lado y lado, con arandelas y tuercas.

Los tirantes y los espaciadores de madera, formarán el encofrado, que por si solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón. Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, vertical o no, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos. Las formas deben estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón. Antes de depositar el hormigón, las superficies del encofrado deben aceitarse con aceite comercial para encofrados de origen mineral.

Para encofrados metálicos, los elementos de sujeción de los encofrados permanecerán embebidos en el hormigón, al menos a una distancia de 2 veces su diámetro, ó a 5 cm. de la superficie del hormigón.

El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

### 4.3 Mantenimiento y limpieza de los encofrados

Antes de proceder al vaciado del hormigón, las superficies del encofrado deberán estar limpias y libres de incrustaciones de mortero o substancias extrañas, tales como aserrín, óxidos, ácidos, etc.

Seguidamente serán recubiertas con una capa de aceite o parafina que evite la producción de manchas o reacciones adversas y que además facilite la posterior remoción de los encofrados, su utilización estará sujeta a la aprobación de la autoridad competente.

### 4.4 Remoción de Encofrados

Las formas se dejarán en su lugar hasta que la autoridad competente lo autorice su remoción y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón.

A fin de facilitar el curado especificado y reparar de inmediato las imperfecciones de las superficies verticales e inclinadas o las superficies alabeadas de transición, deberán ser retirados, tan pronto como el hormigón haya alcanzado la suficiente resistencia que impida deformaciones, una vez realizada la reparación, se continuará de inmediato con el curado especificado.

Para evitar esfuerzos excesivos en el hormigón, ocasionado por el hinchamiento de los encofrados, las formas de madera para aperturas deberán ser aflojadas tan pronto como sea posible. La remoción de encofrados (deslizantes o no) deberán hacerse cuando la resistencia del hormigón sea tal, que se evite la formación de fisuras, grietas, desconchamientos o ruptura de aristas. Toda imperfección será inmediatamente corregida.

El desarme de los moldes se debe realizar una vez que el hormigón haya fraguado completamente y pueda resistir su propio peso y el de la carga a que está sometido durante la construcción. El contratista debe dirigir personalmente esta operación.

La autoridad competente puede autorizar el desarme, como regla general, después de transcurrido, por lo menos el siguiente tiempo, luego de la colocación del hormigón (ACI 347, Art. 3.6, Tiempos mínimos de desencofrados); ésta autorización no libera al contratista de su responsabilidad.

| | |
|---|---|
| Muros | 12 horas |
| Columnas | 12 horas |
| Costado de vigas | 12 horas |
| Fondo de vigas | |
| Longitud menor que 3 m | 7 días |
| Longitud de 3 a 6 m | 14 días |
| Longitud mayor que 6 m | 21 días |
| Fondo de losas armadas en un sentido | |
| Longitud menor que 3 m | 4 días |
| Longitud de 3 a 6 m | 7 días |
| Longitud mayor que 6 m | 10 días. |
| Puntales de vigas y viguetas | 21 días |

Los encofrados para vigas y entrepisos de más de seis (6) metros de luz deben tener la contra-flecha necesaria, para que una vez cargadas las piezas de hormigón conserven una ligera concavidad de su superficie inferior.

## B.- Respecto a la Armadura para Refuerzo.

### *1. Alcance*

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el acero de refuerzo a ser utilizado en las obras de hormigón, para las obras o componentes de los sistemas de agua potable y alcantarillado, o en pavimentos rígidos.

Esta norma no cubre el acero a utilizar en estructuras metálicas ni otras piezas metálicas que se emplean en obras de agua potable y alcantarillado.

### 2. Referencias

Para la elaboración de este documento se consideraron los criterios establecidos en:

- *DE-CCCO-011 MOP-001-F-2000 Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, Especificaciones Generales de Caminos y Puentes.*
- *Ministerio de Desarrollo Urbano, Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, Especificaciones técnicas de Construcción Comunes de Agua Potable y Alcantarillado, Agosto-2000*
- *INEN 101: Varillas lisas de acero al carbono, de sección circular, laminadas en caliente, para hormigón armado.*
- *INEN 102: Varillas corrugadas (con resaltes) de acero al carbono, laminadas en caliente para hormigón armado.*
- *INEN 103: Barras lisas de acero al carbono, torcidas en frío, para hormigón armado.*
- *INEN 104: Barras corrugadas (con resaltes) de acero al carbono, torcidas para hormigón armado*
- *INEN 106: Acero al carbono, extracción y preparación de muestras.*
- *INEN 109: Ensayo de tracción para el acero.*
- *INEN 110: Ensayo de doblado para el acero.*
- *ASTM A 615: Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for*
- *Concrete Reinforcement*
- *ASTM A 185: Standard Specification for Steel Welded Wire Reinforcement, Plain, for*
- *Concrete*
- *ASTM A 497 Standard Specification for Steel Welded Wire Reinforcement, Deformed, for Concrete*
- *ACI 315 Details and Detailing of Concrete Reinforcement*
- *ACI 318-05, The Structural Concrete Standard*

***3. Definiciones y Abreviaturas***

- ***Acero de refuerzo (en varillas, barras. Mallas):*** *Es una combinación de hierro y carbono con pequeñas cantidades de otros elementos, como manganeso, fósforo, azufre, silicio, etc. La proporción del carbono determina la dureza y resistencia del acero.*
- ***Barras:*** *Son elementos de acero con resaltes, laminadas en caliente o torcidas en frío que se emplean como refuerzo del hormigón, de acuerdo a las especificaciones de los planos.*
- ***Mallas de alambres:*** *Son elementos industrializados de la armadura, que se presentan en forma de paneles rectangulares constituidos por alambres o barras soldadas a máquina, de acuerdo a las especificaciones de los planos para el refuerzo.*

***4. Requisitos***

**4.1 Varillas**

Las varillas de refuerzo en las estructuras y obras para agua potable y alcantarillado deben ser:

- Nuevas, de acero de lingote y varillas deformadas, que cumplan con los requerimientos de las Normas para varillas de acero de refuerzo (ASTM-A-615/A-615M Grado 60).
- Todas las varillas de acero de refuerzo deben tener marcas de identificación, que indiquen la Especificación y Grado correspondiente a la Norma ASTM.
- Las varillas deben estar libres de cualquier defecto, deformación o dobleces, que no puedan ser de fácil enderezada en campo.
- Las varillas de refuerzo deben tener longitudes que permitan colocarlas convenientemente en el trabajo y lograr el traslape requerido.

El acero de refuerzo para construcción debe cumplir los requisitos indicados en la tabla siguiente.

**Tabla 4 Acero para construcción**

| Varillas | Resistencia a la rotura (kg/cm2) | Límite de elasticidad (kg/cm2) |
|---|---|---|
| Grado intermedio lisas | 4000 | 2500 |
| Grado intermedio corrugadas | 4000 | 2500 |
| Acero Helicoidal grado duro | 5500 | 3500 |
| Acero helicoidal trabajado en frio | 6500 | 5500 |

Las barras que se emplean para unir las diferentes losas del pavimento rígido deben ser corrugadas.

Las barras pasajuntas del pavimento rígido y las requeridas en aquellas partes del refuerzo, como espirales, estribos y armadura de temperatura, deben ser lisas.

**4.2 Malla y alambre de amarre**

La malla de alambre debe ser del tipo soldado eléctricamente, con los alambres dispuestos en patrones rectangulares, de los tamaños indicados o especificados, que cumplan con los requerimientos de las Normas ASTM-A-185.

Las mallas de alambre estirado en frío, empleadas para refuerzo del hormigón armado, deben cumplir con los requisitos establecidos en las Normas ASTM A 185 y A 497.

No se podrán emplear barras de acero trefilado o que no sean soldables.

**4.3 Colocación en obra**

**4.3.1 Acero de refuerzo**

El número, disposición, diámetro y grado del refuerzo se indicarán en los planos de la estructura, y no podrá variarse, salvo que haya aceptación escrita del diseñador.

Los planos indicarán los detalles constructivos tales como traslapes, empalmes, soldaduras, etc.

Antes de procederse a su colocación, las varillas de hierro deberán limpiarse del óxido, polvo grasa u otras substancias pueden afectar adversamente al desarrollo de las fuerzas de adherencia y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden sumergidas en el hormigón.

Cortar las varillas a la longitud requerida y doblar con precisión antes de su colocación.

Todas las barras de refuerzo se doblarán lentamente y en frío para darles la forma indicada en los planos, sea cual fuere su diámetro. No se permitirá el uso de barras dobladas en caliente.

Doblar las varillas en el taller a menos que haya una aprobación escrita por la autoridad competente para doblarlas en el campo. Si se permite doblar las varillas en el campo, no se doblarán las varillas que hayan sido parcialmente embebidas en concreto.

Utilizar empalmes sobrepuestos para empalmes a la tensión y compresión, al menos que se haya mostrado de otra manera.

Limpiar y doblar el refuerzo de acuerdo con lo especificado en las Normas ACI-315 y ACI-318.

La longitud de los ganchos se determinará para el cálculo longitudinal considerando el diámetro en milímetros convertidos en centímetros, así por ejemplo para un diámetro de f 18mm, gancho 18 cm., de longitud.

La cantidad, posición y orientación del acero de refuerzo deberán someterse estrictamente a lo indicado en los planos del proyecto y serán rigurosamente verificados

Todas las barras deben cumplir con la normativa específica, en caso de no cumplir con este requisito, no se aceptará la aplicación en las obras.

**4.3.2 Apoyos**

Los apoyos de varillas y otros accesorios para sostenerlos -las varillas y accesorios- en posición apropiada mientras se coloca el hormigón; deben ser utilizados como:

Espaciadores laterales en encofrados verticales o inclinados para mantener la cubierta lateral y la posición en sección transversal de las varillas.

Soportes individuales, con amarres transversales soldados o anillos circulares, para apoyar las barras superiores en placas de un grosor mayor de 20 cm.

Apoyos tipo, aprobados y espaciados apropiadamente para soportar y mantener las varillas de refuerzo en su lugar en todas las vigas y losas; en losas se debe colocar directamente en la capa de trabajo. No utilizar apoyos altos continuos para apoyar varillas superiores en losas de un espesor mayor de 20 cm.
En caso sea aplicable, proporcionar conexiones mecánicas que desarrollen al menos 125% de la resistencia de fluencia especificada de la varilla en tensión.

Las varillas deberán ser colocadas y mantenidas exactamente en su lugar, por medio de soportes, separadores, etc., preferiblemente metálicos, o moldes de HS, que no sufran movimientos durante el vaciado del hormigón hasta el vaciado inicial de este. Se deberá tener el cuidado necesario para utilizar de la mejor forma la longitud total de la varilla de acero de refuerzo.

Todas las piezas empleadas en poner en posición las armaduras de refuerzo, como espaciadores, sillas, apoyos, colgadores, etc., deben ser adecuadamente protegidos contra la corrosión, y se colocarán firmemente sujetos a la armadura.

La máxima autoridad no dará autorización para iniciar la fundición de la pieza correspondiente, mientras no se cumpla este requisito.

**4.3.3 Malla y Alambre de amarre**

Toda malla electrosoldada será colocada en obra en forma segura y con los elementos necesarios que garanticen su recubrimiento, espaciamiento, ligadura y anclaje.

No se permitirá colocación de mallas de de diferente calidad.

El alambre de amarre debe ser del calibre indicado en los planos. Para su empleo se deberá constatar que se encuentre limpio, libre de óxidos y otras impurezas, y que su colocación se haya hecho de tal forma que una firmemente todas las barras que sujeta, para impedir cualquier movimiento entre ellas.

***5. Pruebas***

El Constructor debe presentar obligatoriamente los certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto; o realizará ensayos mecánicos que garanticen su calidad.

Todo acero de refuerzo para estructuras, debe cumplir los requisitos establecidos en:

- INEN 101: Varillas lisas de acero al carbono, de sección circular, laminadas en caliente, para hormigón armado.

- INEN 102: Varillas corrugadas (con resaltes) de acero al carbono, laminadas en caliente para hormigón armado.
- INEN 103: Barras lisas de acero al carbono, torcidas en frío, para hormigón armado.
- INEN 104: Barras corrugadas (con resaltes) de acero al carbono, torcidas para hormigón armado

***6. Muestreo***

El acero de refuerzo se inspeccionará y muestreará en el lugar de aprovisionamiento, antes de efectuar el despacho del acero de refuerzo para la obra, siguiendo lo recomendado en la norma INEN 106.

Cada paquete de acero se identificará en el lugar de aprovisionamiento con una tarjeta metálica, que señale el número del lote, clase y diámetro de las barras. Esta identificación se colocará en un lugar visible y se mantendrá en perfectas condiciones hasta el momento de su procesamiento.

El Contratista, al realizar el embarque de los materiales, presentará a la Fiscalización los informes de los ensayos y Certificados de Cumplimiento del acero de refuerzo.

La máxima autoridad tomará un juego de muestras por cada 20 toneladas o fracción de cada tipo de varillas y barras de Refuerzo a emplearse en la obra.

Las muestras serán inspeccionadas y ensayadas a tensión y doblado, de acuerdo a lo establecido en las normas respectivas.

Los ensayos al plegado, se harán doblando al frío hasta los 180°, no debe agrietarse la superficie exterior de la porción doblada, doblando cada diámetro sobre una barra del mismo diámetro.

Si en la inspección de las muestras se determinare que más de un 5% de las barras que conforman un lote presentan defectos de fabricación, como alta porosidad, inclusiones de materias extrañas, grietas radiales o picaduras de óxido que afecten más de un 10% del área de una barra, se rechazará el lote, y prohibirá su embarque a la obra.

En caso de discrepancia entre los resultados de los ensayos realizados por la autoridad competente y los valores que constan en los certificados de cumplimiento, se tomará un nuevo juego de muestras del material, cuyos resultados definirán la aceptación o rechazo del lote correspondiente.

Los ensayos antes indicados se ejecutarán de acuerdo a los procedimientos establecidos en las Normas:

- INEN 109: Ensayo de tracción para el acero.
- INEN 110: Ensayo de doblado para el acero.

**C.- Respecto al Hormigón Hidráulico.**

CIRCULAR DE ENMIENDA DEL DOCUMENTO DE LICITACIÓN **NO. 4**

08-MARZO-2016

### *1. Alcance*

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el hormigón de cemento Portland, para su utilización en la construcción de piezas estructurales de este material.

### *2. Referencias*

Para la elaboración de este documento se consideraron los criterios establecidos en:

- ACI 318S Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentarios.
- ASTM C 31 Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field
- ASTM C 39 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
- ASTM C 78 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using simple beam with Third-Point Loading).
- ASTM C 138 Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield and Air Content (Gravimetric) of Concrete.
- ASTM C 143 Standard Test Method for Slump of Hidraulic-Cement Concrete.
- ASTM C 172 Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete.
- ASTM C 173 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method.
- ASTM C 231 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.
- ASTM C 1064 Standard Test Method for Temperature of freshly Mixed Hidraulic-Cement Concrete.
- DE-CCCO-011 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, Especificaciones Generales de Caminos y Puentes, MOP-001-F-2000.
- MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO, Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, Especificaciones técnicas de Construcción Comunes de Agua Potable y Alcantarillado, Agosto-2000.
- INECYC Normas Técnicas. Control de calidad en el hormigón. Control por resistencia. Parte 1.
- NTE INEN 152 Cemento Portland. Requisitos.
- NTE INEN 1855-1 Hormigón Premezclado. Requisitos.
- NTE INEN ISO 2859-1 Procedimiento de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote.
- NTP-IA-020 Norma Técnica Construcción de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado. Aditivos para hormigón.
- NTP-IA-021 Norma Técnica Construcción de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado. Agregados para hormigón hidráulico.
- NTP-IA-024 Norma Técnica Construcción de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado. Agua para hormigones y morteros.
- NTP-IA-025 Norma Técnica Construcción de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado. Piedra.

***3. Definiciones y Abreviaturas***

- **f´c:** Resistencia Especificada a la compresión simple en muestras cilíndricas de hormigón endurecido.
- **Hormigón:** Es una mezcla de cemento Pórtland, material de relleno *(agregado o árido)* y agua, mezclados en las proporciones especificadas o aprobadas y de ser necesario aditivos, que al endurecerse forma un todo compacto y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.
- **MR:** Módulo de Rotura en muestras prismáticas *(vigas)* de hormigón endurecido.
- **N/A:** No aplica.

***4. Requisitos***

- ***Cemento Portland***

El Cemento portland, es un clinker *(pequeñas esferas de color negruzco, duras, de diferente tamaño)* finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, hierro y sílice en proporciones determinadas. Deberá de cumplir los requisitos establecidos en la NTE INEN 152.

Las mezclas de hormigón deben realizarse con el tipo de cemento adecuado para la obra específica, y el ambiente de trabajo del hormigón, sobre la base normalizada:

- **Tipo I:** Para obras de hormigón en general, cuando en el mismo no se especifica el uso de otro tipo de cemento.

- **Tipo II:** Para obras de hormigón en general, moderado calor de hidratación, y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos.
- **Tipo III:** Para alta resistencia inicial *(en tres días desarrolla una resistencia igual a la resistencia a los 28 días de los hormigones fabricados con cementos Tipo I y Tipo II).*

- **Tipo IV:** Para obras en las que se requiere bajo calor de hidratación.

- **Tipo V:** Para obras que requieren alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las principales aplicaciones implican las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar.

El cemento puede ser suministrado a granel o empacado en sacos *(bolsas)*. Si se entrega ensacado, cada saco tendrá una masa neta de 50 kg y se acepta hasta una diferencia del 1% de ésta. Si la entrega es a granel, el proveedor certificará la cantidad entregada, mediante balanzas calibradas periódicamente por el INEN.

El almacenamiento debe garantizar perfecta protección contra cualquier clase de humedad en todo tiempo, el depósito deberá ser seco, abrigado y protegido de la humedad. El cemento debe gastarse en el mismo orden en que se reciba.

El cemento Portland que permanezca almacenado al granel más de 6 meses o almacenado en sacos por más de 3 meses, debe ser muestreado nuevamente y ensayado y deberá cumplir los requisitos previstos, antes de ser usado. Si los resultados de las pruebas efectuadas no satisfacen los requisitos especificados, el cemento será rechazado.

Cuando se disponga de varios tipos de cemento, éstos deben almacenarse por separado y se los identificará convenientemente, para evitar que sean mezclados.

Sí en los planos no se indicare el Tipo de cemento a usarse en la obra, debe emplearse el cemento Portland del Tipo I.

En las obras y componentes de agua potable, expuestas a aguas con contenido moderado de sulfatos, se debe utilizar cemento Tipo II.

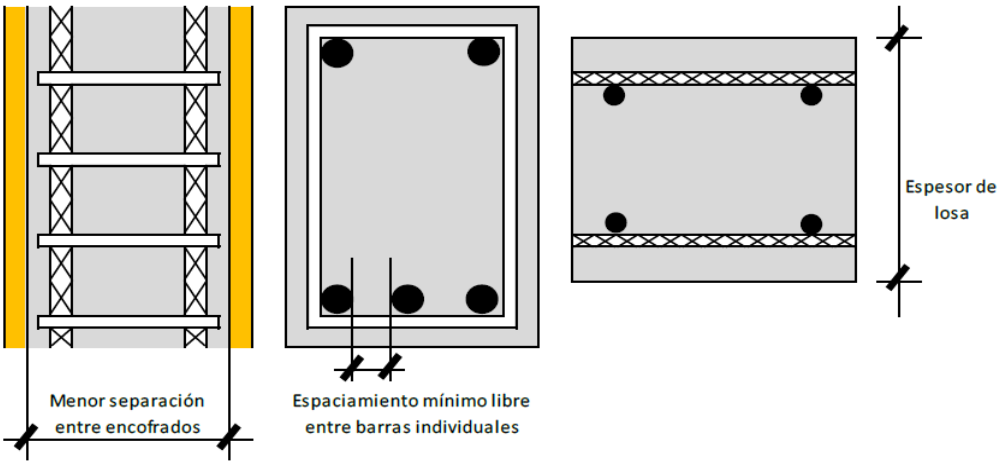
En las obras y componentes de agua potable, expuestas a aguas con alto contenido de sulfatos, o álcalis, o en contacto con agua de mar, se debe utilizar cemento Tipo V.
En obras y componentes de agua residual doméstica o industrial, se recomienda utilizar cemento Tipo V.

- ***Agregados***

Los agregados, llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes *(cemento, cal, etc.)* y el agua, formando los hormigones y morteros. Los requisitos y características se definen el las normas NTP-IA-021 *(Agregados para hormigón hidráulico)* y NTP-IA-025 *(Piedra).*

El tamaño máximo nominal del agregado grueso para hormigón no deberá ser superior a las siguientes limitantes:

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.
- Para el caso de losas, 1/3 de su espesor.




- ***Agua para hormigones***

El agua es un elemento fundamental en la preparación del hormigón, está relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del hormigón endurecido y debe cumplir los requisitos establecidos en la Norma NTP-IA-024 *(Agua para hormigones y morteros).*

- ***Aditivos***

Los aditivos son productos opcionales en la preparación del hormigón que mejoran sus características tanto en estado fresco como en estado endurecido y deben de cumplir con los requisitos establecidos en la Norma NTP-IA-020 *(Aditivos para hormigón).*

***4.1 Propiedades del hormigón***

En general, los hormigones deben satisfacer las siguientes propiedades:

*Trabajabilidad*, concebida como la facilidad que presenta el hormigón fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones.
La trabajabilidad se la aprecia en los ensayos de consistencia.

*Consistencia*, indica la capacidad del hormigón para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

Para caracterizar el comportamiento del hormigón fresco debe aplicarse el ensayo de *Asentamiento*, llamado también de *Revenimiento* o *Slump Test*, mediante el cono de Abrams. El ensayo debe realizarse en un tiempo máximo de 2.5 minutos considerando el desmolde.

El ensayo de Abrams debe ser aplicado en mezclas de hormigón plástico y no tiene interés en las siguientes condiciones:

- En caso de hormigones sin asentamiento, de muy alta resistencia.
- Cuando el contenido de agua es menor a 160 l por m³ de mezcla.
- En hormigones con contenido de cemento menor a 250 kg/m³.

*Segregación,* es una propiedad del hormigón fresco, que implica la descomposición de éste en sus partes constituyentes, o lo que es lo mismo la separación del agregado grueso del mortero.

El fenómeno de segregación produce bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc., en el elemento vaciado; debe ser considerado en la fase de diseño de las mezclas *(incremento de finos –cemento, árido fino).*

Para reducir el fenómeno de segregación, debe evitarse:

- Inadecuado manipuleo y colocación de la mezcla.
- Descargar el hormigón a alturas mayores a 1,0 m.
- Descargas a través de canaletas con longitud mayor a 2 m y evitar cambios de dirección en las canaletas.
- El excesivo vibrado de la mezcla.

*Resistencia,* determinada mediante la resistencia en compresión del hormigón o su módulo de rotura *(pruebas verificadas a través de la rotura de cilindros estándar o vigas prismáticas, respectivamente)*, representa la carga máxima soportada por una muestra, antes de fallar por compresión o flexión *(agrietamiento, rotura).*

La resistencia especificada a la compresión de un hormigón *(f'c)* o su módulo de rotura MR, debe ser alcanzada a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para su determinación, después de vaciado y realizado el curado respectivo.

Si la resistencia de obra no cumple con lo requerido en el diseño, se deben revisar los siguientes factores:

- La relación agua-cemento *(a/c)* interviene directamente en la resistencia del hormigón. La resistencia disminuye con el aumento de a/c.
- La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.
- La rapidez de desarrollo de resistencia varía para los hormigones hechos con diferente tipo de cemento.
- La falta de humedad del hormigón durante el período de curado, disminuye la resistencia con el tiempo.

*Exudación,* es el fenómeno de ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie, como consecuencia de la sedimentación de los sólidos; se presenta después de que el hormigón ha sido colocado en el encofrado. Este fenómeno conduce a obtener un hormigón poroso y poco durable.
La exudación puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, exceso de agua en la mezcla, el uso de aditivos y la temperatura de la mezcla.

*Durabilidad,* es la propiedad del hormigón para resistir los daños por intemperie, la acción de productos químicos y desgastes sometidos por el servicio.

La durabilidad del hormigón debe ser mejorada mediante la aplicación de las siguientes acciones:

- Aumentando la impermeabilidad de la mezcla, incluyendo de 2 a 6% de aire.
- Aplicando un revestimiento protector a la superficie.
- La resistencia al desgaste se logra con un hormigón denso, de alta resistencia, integrado con agregados duros.
- La resistencia a los sulfatos se logra utilizando cemento portland Tipo V.

*Impermeabilidad,* esta propiedad del hormigón puede mejorarse reduciendo la cantidad de agua en la mezcla; el exceso de agua deja vacíos y cavidades, el agua puede penetrar o atravesar el hormigón.
La inclusión de aire así como un curado adecuado por tiempo prolongado, conllevan a mejorar la impermeabilidad del hormigón.

***4.2 Clases de hormigón***

La clase de hormigón a utilizar en la obra, deberá ser aquella señalada en los planos de diseño. La siguiente tabla proporciona los siguientes valores referenciales:

| RESISTENCIAS MINIMAS DEL HORMIGON PARA DIFERENTES TIPOS SEGÚN SUS APLICACIONES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| CLASE | TIPO | RESISTENCIA | | APLICACIONES |
| | | f'c (Kg/cm²) | MR (MPa.) | |
| A | Estructuras Especiales | 350 | N/A | Reservorios de agua potable, pozos húmedos de estaciones de bombeo. |
| | | 280 | N/A | Puentes, losas de ductos, elementos prefabricados, pilotes. |
| B | Estructural | 280 | N/A | Cajones de carga, sifones, columnas, mensulas, alcantarillas de cajón, cámaras enterradas. |
| | | 240 | N/A | Losas, vigas, columnas, estribos, muros, zapatas armadas. |
| | | 210 | N/A | Edificacion en general, losas vigas, viguetas, columnas. |
| C | Elementos trabajando a flexíon | N/A | 4,5 | Pavimentos rígidos nuevos, reposición de pavimentos en vias principales, reservorios cilindricos o cónicos. |
| D | Compactado con rodillo o pavimentadora | N/A | 4,5 | Hormigón masivo, pavimentos, presas de gravedad. |
| E | No Estructural | 210 | N/A | Zapatas sin armar, bordillos, aceras, contrapisos, anclajes para accesorios, secciones masivas sin refuerzo o ligeramente reforzadas. |
| | | 140 | N/A | Replantillos. |
| F | Ciclópeo | 180 | N/A | Muros, estribos, plintos no estructurales. |
| G | Relleno fluido | 80 | N/A | Relleno estructural, base de pavimento de poco espesor, base con trafico de mayor carga. |
| | | 40 | N/A | Bases de adoquines, zanjas de apertura rápida al trafico, bases de pavimentos, sustituto de relleno de suelo cemento, relleno con nivel freatico elevado. |
| | | 20 | N/A | Relleno de zanjas de tuberías y reparaciones en zanjas de poco ancho con dificultad de relleno y compactación. |

### *4.3 Fabricación del Hormigón en planta*

El manipuleo y almacenamiento de agregados debe evitar la segregación de los tamaños. El almacenamiento de los agregados debe realizarse por separado en silos o plataformas especiales. Los agregados que provengan de diferentes fuentes de origen no deben almacenarse juntos, y cada tamaño o fracción de agregado debe almacenarse separadamente.

El cemento y agregados livianos, deben permanecer siempre en lugares ventilados de tal manera que se asegure la conservación de sus cualidades y aptitudes para la obra.

La planta dosificadora debe tener la capacidad y tipo adecuado para el volumen de trabajo, e incluirá tolvas de almacenamiento con compartimientos separados para cada fracción de agregados. Debe ser montada perfectamente nivelada. Los controles de pesaje permitirán graduar la salida del material, incluyendo el retiro de cualquier exceso, si se sobrepasa el peso de un agregado.

Las tolvas de pesaje serán construidas de tal manera que puedan descargar totalmente los materiales y no produzcan vibraciones en las balanzas.

Los errores máximos permisibles para balanzas de agregados o de cemento serán:

- Para calibración: 0.5% de la carga neta.
- Para cemento: 1% de la carga neta en trabajo.
- Para agregados: 2% de la carga neta en trabajo.

La planta mezcladora funcionará para cada dosificación por separado; cada carga se colocará en la planta, en forma completa.

***4.4 Mezclado del hormigón***

***4.4.1 Hormigón mezclado a mano.***

La dosificación a mano se la debe realizar en un laboratorio de materiales certificado por la Fiscalización , de tal manera que la resistencia a la compresión de cilindros estándar de 15cm de diámetro y 30cm de altura o de 10cm de diámetro y 20cm de altura a los 28 días de hormigonado o a la edad de ensayo requerida, sea mayor o igual a la resistencia especificada f'c.

La dosificación de los componentes del hormigón mezclado a mano, pueden ser medidos en términos de pesos o volúmenes.
Para la dosificación en peso se debe emplear una balanza de plataforma que permita colocar los agregados con los pesos establecidos por el laboratorio.
Para la dosificación por volumen, las cajonetas (parihuelas) se las debe confeccionar con las dimensiones establecidas por el laboratorio.

El hormigón trabajado a mano, debe cumplir los siguientes requisitos:

La arena y el cemento serán mezclados en seco *(mortero seco)* hasta que tenga un color uniforme.

El ripio o piedra triturada se extenderá en una plataforma de concreto, madera, metal u otro material que no absorba el agua de mezclado, formando una capa de espesor uniforme que se humedecerá y luego se agregarán el mortero seco.

La mezcla se revolverá con palas, hasta que el conjunto quede completamente homogéneo.

***4.4.2 Hormigón mezclado en obra o en planta.***

El mezclado en planta central o en obra, debe cumplir los requisitos siguientes:

El hormigón debe ser mezclado en una planta mezcladora central o en una mezcladora móvil.

Si el volumen de hormigón necesario es pequeño *(menor a 10 m³)* se podrá efectuar la dosificación de los materiales pesándolos en balanzas de plataforma o midiéndolos en volúmenes sueltos.

La capacidad mínima de una mezcladora será la equivalente a la de un saco de cemento.

El volumen de una mezcla de hormigón debe preparase para una cantidad entera de sacos de cemento, excepto cuando se utilice cemento al granel.

El cemento, los agregados finos y cada uno de los tamaños de los agregados gruesos deben ser pesados por separado.

Los materiales se colocarán en el tambor de la mezcladora, de modo que una parte del agua de amasado se coloque antes que los materiales secos; a continuación, el orden de entrada a la mezcladora será: parte de los agregados gruesos, cemento, arena, el resto del agua y finalmente el resto de los agregados gruesos.

El agua podrá seguir ingresando al tambor hasta el final del primer cuarto del tiempo establecido para el mezclado.

Los aditivos inclusores de aire deben agregarse al agua, en las cantidades especificadas en el diseño, en la forma aconsejada por su fabricante o durante el tiempo fijado. No se utilizarán aditivos no especificados en el proyecto.

El tiempo de mezclado debe ser 60 segundos como mínimo para mezcladoras de capacidad menor de 0,75 metros cúbicos y de por lo
menos 90 segundos para mezcladores con capacidad de 0,75 metros cúbicos o más; en ningún caso deberá sobrepasar los 5 minutos.

El tiempo de mezclado se medirá desde el momento en que todos los ingredientes, excepto el agua, se hayan introducido al tambor.

En cualquier caso, el hormigón que se coloque bajo el agua, en su fabricación se debe agregar de 10 al 25% adicional de cemento.

***4.4.3 Hormigón mezclado en camión.***

Las mezcladoras sobre camión debe ser del tipo de tambor giratorio, impermeables y de construcción tal que el hormigón mezclado forme una masa completamente homogénea.

Los agregados y el cemento serán medidos con precisión en la planta central, luego de lo cual se cargará el tambor que transportará la mezcla. La cantidad de agua para cada carga podrá añadirse directamente, en cuyo caso no se requiere tanque en el camión.

El volumen máximo a transportar en cada carga debe ser máximo del 60 % de la capacidad nominal para mezclado, o el 80 % de la capacidad nominal cuando existe agitación en el transporte. La capacidad nominal de las mezcladoras sobre camión está fijada por su fabricante.

El mezclado en tambores giratorios debe empezar luego de 30 minutos que se ha añadido el cemento al tambor y se encuentre éste con el agua y los agregados. Si la temperatura del tambor está sobre los 32 grados centígrados y el cemento que se utiliza es de fraguado rápido, el límite de tiempo antedicho se reducirá a 15 minutos.
La velocidad de rotación del tambor giratorio debe estar entre 70 y 100 revoluciones. El tiempo de mezcla debe ser menor a 2 minutos.

En cualquier caso, el hormigón que se coloque bajo el agua, en su fabricación se debe agregar un 10% adicional de cemento

### *4.5 Curado del Hormigón*

Para evitar la evaporación del agua de la mezcla, hasta que el hormigón haya adquirido su resistencia, se debe aplicar cualquiera de los métodos de curado que se describen:

#### *4.5.1 Humedecimiento con agua.*

Las superficies de hormigón deben mantenerse a una temperatura de más de 10 grados centígrados y en condición húmeda, mediante rociados convenientemente espaciados, por lo menos durante los 7 primeros días después de su colocación, si se ha usado cemento Portland normal, o durante 3 días, si el cemento empleado es de fraguado rápido *(alta resistencia inicial).*

El agua para curado del hormigón debe ser limpia, libre de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar, materia orgánica.

#### *4.5.2 Membranas impermeables.*

Las superficies expuestas del hormigón fresco, tanto horizontales como verticales deben ser rociadas con membranas impermeables para impedir la pérdida de agua durante el primer período de endurecimiento ya que también la reduce la alta temperatura del hormigón expuesto a la radiación del sol.

Estas membranas deben aplicarse:

- Después del terminado final, una vez desaparecido el brillo del agua libre de la superficie.
- Dentro de la siguiente hora después de removidas las formaletas debe darse a las superficies expuestas un tratamiento de curado similar al de la superficie de las losas.

La superficie del hormigón debe estar húmeda para la aplicación del compuesto de curado por membrana.

El compuesto de curado se debe aplicar por medio de rociado, con equipo de fumigación apropiado, éste debe tener boquillas graduables, elementos para agitar continua y enérgicamente el compuesto en el tanque y sistemas para mantener una presión constante adecuada que produzca un rociado fino y uniforme para cubrir completamente la superficie del hormigón con la cantidad de compuesto exigida.

Los compuestos de las membranas deben aplicarse en forma uniforme y a una temperatura superior a los 4 grados centígrados. El compuesto debe adherirse al concreto fresco y formar una capa continua que no debe resquebrajarse o fisurarse, sin agrietamientos visibles o agujeros; no será pegajosa ni resbaladiza, si se camina sobre ella, no debe dejar huella alguna, debe mantener estas propiedades por lo menos 7 días después de su aplicación.

El compuesto debe aplicarse en dos capas, aplicando la segunda en una dirección aproximadamente normal a la primera. Por cada capa deben cubrirse no más de 10 m² por litro.

El compuesto debe formar una película uniforme, continúa y cohesiva que no se rompa, agriete dañe y que esté libre de irregularidades.

Las superficies que presenten imperfecciones en el curado o las que estén sujetas a lluvias fuertes dentro de las tres horas siguientes a la aplicación del compuesto, deben recibir una aplicación adicional del compuesto.

Deben tomarse todas las precauciones necesarias para asegurar que el concreto esté curado convenientemente en las juntas, pero que no penetre dentro de ellas. La parte superior de la abertura de la junta y la ranura de la misma, en los bordes expuestos, debe sellarse herméticamente antes que el concreto en la zona de la junta sea rociado con el compuesto de curado. El método utilizado para sellar la ranura de la junta debe evitar cualquier pérdida de humedad de la misma durante la totalidad del período especificado de curado.

Las superficies de concreto a las cuales se haya aplicado la membrana de curado deben protegerse cuidadosamente durante todo el período de curado, para evitar cualquier posible daño.

Los compuestos para formar este tipo de membranas se clasifican en las siguientes categorías:

- Los componentes Tipo 1 y 1-D deben formar una membrana traslúcida sin color o ligeramente coloreada; si se usa el Tipo 1-D, se deberá notar la capa coloreada, luego de 4 horas desde su aplicación.
- El color de la membrana, cualquiera que sea, debe desaparecer luego de que hayan transcurrido 7 días desde su aplicación, si ha sido directamente expuesta a los rayos solares.
- El Tipo 2 consistirá de un pigmento blanco y el diluyente necesario, los cuales vendrán premezclados para uso inmediato. El compuesto presentará una apariencia blanca uniforme al ser aplicado sobre una superficie nueva de hormigón a la proporción recomendada por el fabricante.

- El compuesto blanco pigmentado *(Tipo 2)* deberá tener una reflexión no menor del 60 % de la correspondiente al óxido de magnesio.
- La prueba de retención de agua en este tipo de membranas, dará como resultado una pérdida de agua de no más de 0.55 Kg/m² de superficie en 72 horas.

***4.5.3 Vapor.***

El curado con vapor a alta presión, vapor a presión atmosférica, calor y humedad u otro proceso, debe ser empleado para acelerar el tiempo requerido por el hormigón hasta obtener la resistencia especificada y reducir en igual forma su tiempo de curado.

Para este procedimiento, después de colocar el hormigón en una cámara adecuada, los elementos o piezas se mantendrán en condición húmeda por un período de 4 horas, antes de aplicar el vapor. Las piezas se colocarán y cubrirán de tal manera que se permita la libre circulación del vapor entre ellos, evitando escapes. Durante la aplicación del vapor entre ellos, el incremento de la temperatura no deberá exceder de 22 grados centígrados por hora. La temperatura máxima será de 65°C, la cual se mantendrá constante hasta que el hormigón haya desarrollado la resistencia requerida, o durante el tiempo especificado para este tipo de curado.

Además deben observarse los siguientes aspectos:

- Bajo condiciones lluviosas, la colocación del hormigón debe interrumpirse, antes de que el agua en la superficie provoque un lavado del hormigón.

- Si el curado se efectúa sin retirar los moldes o encofrados, éstos deben permanecer en su lugar un mínimo de 7 días después de la colocación del hormigón.

***4.6 Hormigón para estaciones de bombeo***

El hormigón para estaciones de bombeo deberá de cumplir como mínimo los siguientes requisitos:

- Para garantizar la calidad del hormigón, se requiere que este sea producido obligatoriamente en una fábrica productora.
- La resistencia especificada mínima a la compresión f'c deberá ser mayor o igual a 350 Kg/cm².

Para mejorar las características del hormigón a utilizar, se deberá incluir en la mezcla los siguientes aditivos:

***4.6.1 Aditivo en polvo con base en Microsílica***

Debe de ser un aditivo en polvo con base en microsílica que permita aumentar las resistencias mecánicas y químicas de los hormigones endurecidos.

Deberá mejorar las características del hormigón, disminuyendo la porosidad y creando una estructura densa y resistente al ataque de aguas y ambientes agresivos.

No deberá contener cloruros.

La dosificación mínima de dicho producto será del 5% del peso del cemento. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar el diseño óptimo de la mezcla y la dosis requeridas de aditivos.

Deberá cumplir con los requerimientos de la norma ASTM C-1240.

***4.6.2 Aditivo Superplastificante***

Debe ser un aditivo líquido reductor de agua de alto poder, con poder acelerante sobre el endurecimiento del hormigón.

Debe de promover la rápida ganancia de resistencias del hormigón a edades tempranas sin influencias negativas sobre la resistencia final.

No deberá de contener cloruros.

Deberá cumplir con los requerimientos de la norma ASTM C-494 Tipo F.

La dosificación mínima de dicho producto será del 5% del peso del cemento. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar el diseño óptimo de la mezcla y la dosis requeridas de aditivos.

Este aditivo será de uso complementario para ayudar a aumentar la fluidez del hormigón con un alto revenimiento.

***4.6.3 Aditivo Inhibidor de Corrosión***

El aditivo inhibidor de corrosión será incorporado en el hormigón fresco durante la fase constructiva con la finalidad de retrasar el inicio de la corrosión y reducir posteriormente la tasa de corrosión en el acero de refuerzo.

El producto deberá estar formulado a base de Carboxilatos de Aminas.

Deberá cumplir con la norma NSF 61 para el uso en plantas de agua potable cuando este sea el caso.

Su uso en el hormigón no deberá de afectar sus propiedades mecánicas, ni en el revenimiento ni en su tiempo de fraguado.

La dosificación mínima de dicho producto será de 1 l/m³ de hormigón fresco.

### *4.6.4 Aditivo adhesivo epóxico de hormigón fresco a endurecido*

Deberá usarse este aditivo para la pega de hormigón fresco con hormigón endurecido.

Deberá ser usado en las juntas de construcción previo al hormigonado de segunda fase.

La superficie de la primera fase de hormigonado donde se aplicará el producto deberá de estar limpia, saturada pero libre de empozamientos de agua, además libre de material desintegrado, polvo, grasas y cualquier otro material extraño.

Deberá cumplir con los requerimientos de las normas ASTM C-881 y AASHTO M-235.

El contratista deberá presentar al fiscalizador de la obra una metodología de trabajo donde se detalle el proceso de limpieza de la superficie hormigonada en primera fase, la elaboración de la mezcla de aditivo y la aplicación del producto.

Para la protección de las paredes de la estructura que estará en contacto con fluidos, se realizará la limpieza mecánica siguiendo los pasos que el contratista detalle en su metodología de trabajo, que como mínimo contendrá los siguientes puntos:

- Eliminación de elementos extraños que se forma en el proceso constructivo como grasas, algas, residuos de agentes curadores, etc, mediante hidro-arenado.
- El hidro arenado se realizará con un chorro de agua con una presión mínima de 3500PSI y un material abrasivo que comúnmente es arena.
- La limpieza se realizará en un tiempo tal que haya cumplido 72 horas de haber terminado la fundición de la estructura y el hormigón haya alcanzado el 70% de su resistencia especificada de diseño.

### *4.6.5 Epóxico cementicio*

Cuando la fiscalización así lo disponga, después del hidro arenado y para proteger de las aguas agresivas a la estructura de hormigón que estará en contacto con aguas agresivas, se aplicara un epóxico cementicio a manera de una barrera transitoria de vapor.

El epóxico cementicio debe ser libre de solventes e insensible a la humedad.

El espesor mínimo del producto en la estructura de hormigón será de 2mm.

### *4.6.6 Recubrimiento epóxico insensible a la humedad con resistencia química*

El trabajo de protección de la estructura se completa colocando un recubrimiento de epóxico que garantice la durabilidad del hormigón ante los agentes químicos agresivos *(agua y gases).*

El producto contendrá resinas epóxicas sin solventes y aminas orgánicas.

El epóxico debe ser insensible a la humedad.

Es espesor mínimo de epóxico que debe ser aplicado a la estructura será de 0,30 mm.

Se recomienda aplicar el producto como mínimo después de 24 horas de haber colocado el epóxico cementicio en la estructura.

***5. Pruebas***

Los ensayos de control del hormigón y verificación que se deben realizar para aceptar o rechazar un hormigón, seguirán lo indicado a continuación:

Todos los ensayos y tolerancias referentes a los requisitos químicos y físicos que deben cumplir los 5 Tipos de cemento Portland, que se basarán en la norma NTE INEN 152.

Los aditivos empleados para la elaboración del hormigón para estaciones de bombeo, deberán cumplir con lo establecido en el numeral 5 de esta norma.

El agua para curado del hormigón debe cumplir con los requisitos de la norma NTP-IA-024. Las aguas potables sí son consideradas satisfactorias.

El ensayo de Asentamiento se realizará de acuerdo a la ASTM C 143 cuando la fiscalización así lo disponga y obligatoriamente cada vez que se tomen muestras para ensayos de resistencia. Los valores obtenidos en este ensayo estarán sujetos a las siguientes tolerancias:

- Cuando en las especificaciones del proyecto para el asentamiento esté escrito como requisito un “máximo” o “no exceder de”:

| **Tolerancia** | **Asentamiento** | |
|---|---|---|
| | ≤ 80 mm. | ➢ 80 mm. |
| Es más | 0 mm. | 0 mm. |
| Es menos | 40 mm. | 60 mm. |

- Cuando en las especificaciones del proyecto para el asentamiento no esté escrito como requisito un "máximo" o "no exceder de":

| Asentamiento Especificado | Tolerancia |
|---|---|
| ≤ 50 mm. | ± 15 mm. |
| 50 mm. – 100 mm. | ± 25 mm. |
| ➢ 100 mm. | ± 40 mm. |

Los ensayos de Peso Unitario, Contenido de Aire por el Método Volumétrico y Contenido de Aire por el método de Presión, se realizarán de acuerdo a las normas ASTM C 138, ASTM C 173 y ASTM C 231 respectivamente, cuando la fiscalización así lo disponga.

El ensayo de Temperatura se realizará de acuerdo a la ASTM C 1064 cuando la fiscalización así lo disponga y obligatoriamente cada vez que se tomen muestras para ensayos de resistencia. La temperatura máxima recomendada del hormigón en obra deberá ser de 32°C.

La Elaboración y Curado de Muestras se realizará de acuerdo a la ASTM C 31 cuando la fiscalización así lo disponga según lo descrito más adelante en el numeral 7 de esta norma.

El ensayo de Resistencia a la Compresión de muestras cilíndricas se realizará de acuerdo a la ASTM C 39 y se determinará su resistencia a los 28 días de fabricada la muestra o a la edad que se disponga en las especificaciones del proyecto.

El nivel de resistencia de una determinada clase de hormigón se considera satisfactorio si cumple con los requisitos siguientes:

Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a f'c.

Ningún resultado individual del ensayo de resistencia *(promedio de dos cilindros)* es menor que f'c por más de 35 Kg/cm² cuando f'c es de 350 Kg/cm² o menor; o por más de 0,10f'c cuando f'c es mayor que 350 Kg/cm².

Cuando se obtenga menos de tres muestras consecutivas, serán consideradas satisfactorios cuando cada uno de los resultados de resistencia *(promedio de dos cilindros)* sean iguales o superiores a f'c.

El ensayo de Resistencia a la Flexión de muestras prismáticas se realizará de acuerdo a la ASTM C 78 y se determinará su resistencia a los 28 días de fabricada la muestra o a la edad que se disponga en las especificaciones del proyecto.

El nivel de resistencia de una determinada clase de hormigón se considera satisfactorio si cumple con los dos requisitos siguientes:

- Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a MR.
- Ningún resultado individual del ensayo de resistencia *(promedio de dos vigas)* puede estar 0,5 MPa por debajo de MR.
- Cuando se obtenga menos de tres muestras consecutivas, serán consideradas satisfactorios cuando cada uno de los resultados de resistencia *(promedio de dos vigas)* sean iguales o superiores a MR.

La correlación de resultados de resistencia a la compresión en cilindros a módulos de roturas en vigas se la puede realizar utilizando la siguiente ecuación propuesta por el ACI:

$$MR = 0{,}392\ (f'c)^{2/3}$$

Si en base a resultados de laboratorio, se confirma que el hormigón es de baja resistencia, la Fiscalización deberá efectuar investigaciones adicionales acerca del muestreo, transportación al laboratorio, curado y rotura de muestras de hormigón; así mismo, en caso de que el hormigón haya sido fabricado en planta, se solicitará al productor los reportes de resistencia correspondiente al lote colocado en obra. Se permitirá la ejecución de ensayos no destructivos, ensayos de núcleos extraídos de la zona en cuestión y/o pruebas de carga.

Los ensayos no destructivos en el hormigón son útiles para determinar si una porción de la estructura realmente contiene o no hormigón de baja resistencia. Dichos ensayos son valiosos principalmente si se realizan para hacer comparaciones dentro de la misma obra, más que como mediciones cuantitativas de resistencias.

La fiscalización decidirá a su criterio, dependiendo del tamaño e importancia de la estructura y de los resultados obtenidos con las pruebas no destructivas, si continúa con la investigación de la resistencia del hormigón mediante la extracción de núcleos de hormigón en la zona de interés del elemento estructural.

Para el caso de ensayos de núcleos, se deberá seguir las siguientes recomendaciones:

- Se tomarán como mínimo tres núcleos en la zona donde se quiera verificar la resistencia del hormigón.
- Los núcleos deben de prepararse para su traslado y almacenamiento, secando el agua de perforación de la superficie del núcleo y colocándolos dentro de recipientes o bolsas herméticas inmediatamente después de su extracción.
- Los núcleos deben de ser ensayados después de 48 horas y antes de los 7 días de extraídos.
- El hormigón en la zona representada por los núcleos se considera estructuralmente adecuado si el promedio de tres núcleos es por lo menos igual al 85% de f'c y ningún núcleo tiene una resistencia menor del 75% de f'c.
- Cuando los núcleos den valores erráticos, se permitirá extraer núcleos adicionales de la misma zona.

Si los resultados obtenidos con los ensayos no destructivos y ensayos de núcleos inspiran dudas respecto a que una parte o toda la estructura cumpla los requisitos de servicio y seguridad, la fiscalización solicitará pruebas de carga en la estructura tomando como guía el *Capítulo 20 Evaluación de la Resistencia de Estructuras Existentes* del ACI 318.

***6. Muestreo***

El Muestreo del Hormigón Fresco y la Elaboración y Curado de Muestras de Hormigón en Campo se realizarán de acuerdo a las normas ASTM C 172 y ASTM C 31, respectivamente.

El personal de campo que se encargue de realizar los ensayos de: Asentamiento, Contenido de Aire por el método de Presión, Contenido de Aire por el Método Volumétrico, Elaboración y Curado de muestras, Peso Unitario, Temperatura o Muestreo del Hormigón Fresco, deben de estar obligatoriamente avalados por el ACI según certificación para Tecnico en Ensayos de Campo Grado 1. No se permitirá el muestreo a personal que este en proceso de obtención de la certificación.

Para la ejecución de ensayos de resistencia, la cantidad mínima de especímenes correspondientes a una misma clase de hormigón y cuyo elemento estructural es colado en un mismo día, se los detalla en la siguiente tabla:

| **Cantidad de hormigón (m3)** | **Frecuencia mínima de muestreo** | **Cantidad mínima de especímenes por muestreo** | **Total de Especímenes** |
|---|---|---|---|
| 2 a 50 | 1 | 6 | 6 |
| 51 a 90 | 2 | 6 | 12 |
| 91 a 150 | 3 | 6 | 18 |
| 151 a 280 | 4 | 6 | 24 |
| 281 a 500 | 7 | 6 | 42 |

La *cantidad de hormigón* corresponde al volumen total que será colado en el día de trabajo.

La *frecuencia mínima de muestreo* corresponde a la mínima cantidad de veces que se debe muestrear durante intervalos de tiempo especificado por la fiscalización mientras dure el hormigonado. No se permitirá muestrear dos veces de un mismo mixer.
 La *cantidad mínima de especímenes por muestreo* considera dos especímenes para ensayos de resistencia por cada 7, 14 y 28 días de edad del hormigón o a la edad que así lo disponga la fiscalización. Estas fechas corresponden a porcentajes de resistencia que van aproximadamente entre el 70, 85 y 100% de su resistencia especificada.

La *frecuencia de muestreo* y la *cantidad de especímenes por muestreo* puede ser mayor que las especificadas en la tabla si así lo decide la fiscalización, pero de ninguna manera podrá ser inferior a estas.

Se permitirá tomar especímenes adicionales de la misma muestra de hormigón a manera de testigos siempre y cuando sean tomados de a dos y ensayados a edades posteriores a la especificada y aceptada por la fiscalización.

Para cantidades de hormigón inferiores a 2 m³ y fabricado en planta, si así lo dispone la fiscalización, se permitirá que el contratista presente evidencia de la resistencia ya sea mediante ensayos no destructivos o resultados de resistencia del lote de hormigón en mención; caso contrario, la fiscalización solicitará la toma de 6 especímenes.

Para cantidades de hormigón inferiores a 2 m³ y fabricado con concretera o a mano, la fiscalización solicitará la toma obligada de 6 especímenes; sin embargo, dependiendo de la importancia de la estructura y del criterio de la fiscalización, esta podrá solicitar evidencia de la resistencia mediante ensayos no destructivos.

Una muestra corresponde al promedio de resistencia de dos especímenes *(cilindros o vigas)* hechas de la misma muestra de hormigón y ensayada a la edad especificada. No se dará como válido el resultado de resistencia a la edad especificada de un solo espécimen.

**D.- Descripción y medición**

Precio unitario por metro cúbico (m3) recibido a satisfacción, del Hormigón Armado para Cámaras de Inspección.