Contenido

SECCION 0. : ESPECIFICACIONES GENERALES XV

0.1 ALCANCES xv
0.2 DEFINICIONES E INTERPRETACIONES xv
0.3 EL CONTRATO xx
0.4 ORDEN DE PRELACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DE CONTRATO xxi
0.6 PLANOS DE DISEÑO, PLANOS "COMO CONSTRUIDO" Y PUNTOS DE REFERENCIA TOPOGRÁFICAS. xxiii
0.9 EXPROPIACIONES, PERMISOS Y SERVIDUMBRE xxv
0.10 Cuaderno de Obra xxv
0.11 Obras Adicionales xxvi
0.12 Trabajos por Administración xxvii

SECCION 1. REQUERIMIENTOS GENERALES 1

1.1. GENERALIDADES 1
1.1.1. ALCANCE 1
1.1.2. NORMAS Y ESTÁNDARES 1
1.1.3. MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN 3
1.1.4. EXPLOSIVOS 3
1.1.5. PARTES DE REPUESTO 4
1.2. CONTROL DE CALIDAD Y DE LOS TRABAJOS 4
1.2.1. DESCRIPCIÓN. 4
1.2.2. CONTROL DEL TRABAJO. 5
1.2.3. EJECUCIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD. 6
1.2.4. PROCEDIMIENTOS DE CONTROL / INSPECCIÓN. 7
1.2.5. SUB-CONTRATOS. 8
1.2.6. MUESTREO. 8
1.2.7. PRUEBAS DE LABORATORIO. 8
1.2.8. REGISTROS. 8
1.2.9. REQUERIMIENTOS DEL REPLANTEO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. 9
1.3. MEDIDA. 11
1.4. PAGO. 11

SECCION 2. CAMPAMENTO 12

2.1. GENERALIDADES 12
2.2. LABORES INCLUIDAS EN LAS INSTALACIONES 12
2.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD 13
2.3.1. GENERALIDADES 13
2.3.2. ILUMINACIÓN 13
2.3.3. EQUIPOS DE SEGURIDAD PARA EL PERSONAL 14
2.3.4. EQUIPO DE RESCATE 14
2.3.5. DESCARGAS ELÉCTRICAS 15
2.3.6. PAGO 15
2.4. CUIDADO Y PROTECCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO 15
2.5. SALUD Y SALUBRIDAD 16
2.6. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN 16
2.7. LABORATORIO 17
2.7.1. LABORATORIO PARA HORMIGÓN 18
2.7.2. LABORATORIO PARA SUELO Y ROCA 19

SECCION 3. DESPEJE Y DESRAIZADO 21

3.1. GENERALIDADES 21
3.1.1. ALCANCE 21
3.1.2. DOCUMENTOS RELACIONADOS 21
3.2. EJECUCIÓN 21
3.2.1. DESPEJE 21
3.2.2. DESRAIZADO 22
3.2.3. DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS 22
3.2.4. REGULACIONES Y CONSIDERACIONES AMBIENTALES 22

SECCION 4. CAMINOS DE SERVICIO Y DE ACCESO 24

4.1. GENERALIDADES 24
4.1.1. ALCANCE 24
4.1.2. DOCUMENTOS RELACIONADOS 24
4.2. CONSTRUCCIÓN 24
4.2.1. PRODUCTOS 24
4.3. EJECUCIÓN 25
4.3.1. CONSTRUCCIÓN 25
4.3.2. INFRAESTRUCTURA VIAL Y DRENAJE LONGITUDINAL INTERIOR 25

SECCION 5. DESVÍO DEL RÍO Y CONTROL DE AGUAS 26

5.1. GENERALIDADES 26
5.1.1. ALCANCE 26
5.1.2. SECCIONES RELACIONADAS 26
5.1.3. LIMITES DE LA RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 26
5.1.4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA BÁSICO DE DESVÍO 26
5.1.5. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA 27
A. Plan General de Operación. 27
5.1.6. CONDICIONES DEL SITIO 27
5.2. EJECUCIÓN 27
5.2.1. GENERALIDADES 27
A. General. 27
B. Construcción. 27
C. Remoción. 28
5.2.2. CONTROL DE LAS AGUAS 28
A. General. 28
B. Inicio de la Ejecución. 28
C. Mano de Obra y Materiales. 28
D. Adaptación y Reubicación. 28

SECCION 6. EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO 29

6.1. GENERALIDADES 29
6.1.1. ALCANCE 29
6.1.2. SECCIONES RELACIONADAS 29
6.1.3. CLASIFICACIÓN 30
A. Generalidades 30
B. Excavación Común 30
C. Excavación en Roca 30
D. Excavación Dental 30
E. Excavación de Préstamos y Canteras 31
F. Excavación para Conveniencia del Contratista 31
G. Excavación para Estructuras 31
6.1.4. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA 31
6.1.5. CONTROL DE CALIDAD 31

A. Hormigón Lanzado ... 31
B. Voladuras ... 32
6.2. PRODUCTOS ... 32
6.2.1. HORMIGON LANZADO ... 32
6.2.2. PERNOS DE ANCLAJE ... 32
6.2.3. FIBRA DE ACERO ... 32
6.2.4. MALLA DE REFUERZO ... 32
6.3. EJECUCIÓN ... 32
6.3.1. LÍNEAS Y RASANTES ... 32
A. General ... 32
B. Variaciones ... 33
6.3.2. MÉTODOS DE EXCAVACIÓN ... 33
A. Generalidades ... 33
B. Requisitos Especiales ... 34
C. Pre-corte (Presplitting) ... 34
6.3.3. VOLADURAS ... 34
A. Generalidades ... 34
B. Daños y Perjuicios ... 35
C. Vibraciones ... 35
6.3.4. ALMACENAMIENTO DE EXPLOSIVOS ... 36
6.3.5. PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES EXCAVADAS ... 36
6.3.6. ESTABILIZACIÓN DE TALUDES ... 36
A. Generalidades ... 36
B. Deslizamientos ... 36
C. Rocas Sueltas o Salientes ... 36
D. Concreto Lanzado ... 37
E. Pernos de Anclaje ... 37
6.3.7. PREPARACIÓN DE FUNDACIONES ... 37
A. Superficies de Roca ... 37
B. Superficies de Tierra ... 37
C. Superficies de Tierra y Roca ... 37
D. Superficies de Roca Meteorizada ... 38
E. Excavación Dental ... 38
6.3.8. DISPOSICIÓN DE MATERIALES EXCAVADOS ... 38
6.3.9. DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS ... 38

SECCION 7. RELLENOS ... 39

7.1. GENERALIDADES ... 39
7.1.1. ALCANCE ... 39
7.1.2. SECCIONES RELACIONADAS ... 39
7.1.3. REFERENCIAS ... 39
7.1.4. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA ... 40
7.1.5. CONTROL DE CALIDAD ... 40
7.2. PRODUCTOS ... 42
7.2.1. MATERIALES ... 42
A. General ... 42
B. Relleno de Material Impermeable ... 42
C. Relleno de Tierra. ... 42
D. Relleno de Filtro ... 42
E. Enrocado de Protección ... 42
7.2.2. EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN ... 43
A. Equipo Escarificador y de Nivelación ... 43
B. Equipo de Compactación ... 43
7.3. EJECUCIÓN ... 43
7.3.1. LÍNEAS Y NIVELES ... 43
7.3.2. PREPARACIÓN DE LA FUNDACIÓN Y LAS SUPERFICIES DE RELLENO EXISTENTE ... 44

A. General ... 44
7.3.3. COLOCACIÓN ... 44
A. General ... 44
B. Enrocado de protección ... 45
7.3.4. CONTROL DE HUMEDAD ... 45
A. General ... 45
B. Relleno de Material Impermeable y Material Común ... 45
C. Filtro ... 46
D. Enrocado de protección ... 46
7.3.5. COMPACTACIÓN ... 46
A. General ... 46
B. Métodos de Compactación ... 46
C. Relleno alrededor de las Estructuras ... 47
D. Enrocado de Protección ... 47
E. Prueba de la Compactación del Relleno ... 47

SECCION 8. PERNOS Y BARRAS DE ANCLAJE ... 49

8.1. GENERALIDADES ... 49
8.1.1. ALCANCE ... 49
8.1.2. SECCIONES RELACIONADAS ... 49
8.1.3. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN ... 49
8.2. PRODUCTOS ... 50
8.2.1. PERNOS DE ANCLAJE ... 50
A. Generalidades ... 50
B. Fabricación de los Pernos de Anclaje ... 50
8.2.2. BARRAS DE ANCLAJE ... 51
8.3. EJECUCION ... 51
8.3.1. INSTALACION DE LOS PERNOS DE ANCLAJE ... 51
A. Instalación con Resina ... 51
B. Instalación con Mortero de Cemento ... 52
8.3.2. INSTALACION DE LAS BARRAS DE ANCLAJE ... 52
8.3.3. CONTROL DE CALIDAD ... 52

SECCION 9. PERFORACIONES E INYECCIONES ... 54

9.1. GENERALIDADES ... 54
9.1.1. ALCANCE ... 54
9.1.2. SECCIONES RELACIONADAS ... 54
9.1.3. REFERENCIAS ... 54
9.1.4. DEFINICIONES ... 55
9.1.5. PROGRAMA ... 57
A. General ... 57
B. Perforación ... 57
C. Inyección ... 57
D. Ubicaciones ... 58
9.1.6. ENTREGAS DEL CONTRATISTA ... 58
A. Planos y Descripciones ... 58
B. Diseño de Mezclas ... 58
C. Testigos ... 58
D. Registros ... 58
E. Fotografías ... 58
9.1.7. ALMACENAMIENTO ... 59
9.2. PRODUCTOS ... 59
9.2.1. MATERIALES ... 59
A. Inyección ... 59
B. Tubería ... 60
9.2.2. EQUIPOS ... 61

A. Equipo de Perforación ... 61
B. Equipo de Inyección ... 62
C. Servicios de Soporte ... 63
9.2.3. MEZCLAS ... 64
9.3. EJECUCIÓN ... 64
9.3.1. OPERACIONES DE PERFORACIÓN ... 64
A. General ... 64
B. Perforaciones para Inyecciones ... 64
C. Perforaciones a través de Revestimientos de Hormigón o Blindajes ... 65
9.3.2. OPERACIONES DE MUESTREO ... 65
A. Recuperación de Testigos de Roca ... 65
B. Preservación de Testigos ... 66
C. Registros ... 66
D. Fotografías de los Testigos ... 67
9.3.3. PRUEBAS CON AGUA A PRESIÓN ... 67
9.3.4. INYECCIONES A PRESIÓN ... 68
A. Generalidades ... 68
B. Lavado con Agua a Presión ... 69
C. Proporción de Mezclas ... 69
D. Inyección con Empaques ... 70
E. Inyección por Etapas Descendentes ... 71
F. Aplicación de las Mezclas ... 71
G. Inyecciones para la Cortina de Impermeabilización y Consolidación de la Fundación ... 72
H. Inyecciones de Contacto ... 73
I. Inyecciones Radiales ... 74
J. Inyecciones en la Galería ... 74
K. Inyecciones de Huecos de Exploración y Verificación ... 74

SECCION 10. ACERO DE REFUERZO ... 76

10.1. GENERALIDADES ... 76
10.1.1. ALCANCE ... 76
10.1.2. DEFINICIONES ... 76
10.1.3. DOCUMENTOS RELACIONADOS ... 76
A. Planos de Detalle ... 76
B. Informes de Ensayos Certificados por el Fabricante ... 77
10.1.4. REFERENCIAS ... 77
10.2. PRODUCTOS ... 77
10.2.1. MATERIALES ... 77
A. Barras de Acero ... 77
B. Malla de Alambre de Acero Soldado ... 77
C. Soportes ... 77
D. Alambre para Amarre del Acero ... 78
10.3. EJECUCIÓN ... 78
10.3.1. COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO ... 78
A. General ... 78
B. Ganchos y Doblajes ... 78
C. Soldadura ... 78
D. Tolerancias de Colocación ... 79

SECCION 11. JUNTAS DE EXPANSION, CONTRACCION, CONTROL Y CONSTRUCCION EN HORMIGON .. 80

11.1. GENERALIDADES ... 80
11.2. CLASIFICACION ... 80
11.2.1. JUNTAS DE IMPERMEABILIZACIÓN EN PVC ... 81
A. Material ... 81
B. Instalación ... 82
11.2.2. JUNTAS IMPERMEABILIZANTES DE COBRE ... 82

A. Material ... 82
B. Empalmes ... 82
11.2.3. JUNTAS DE HORMIGÓN COMPACTADO CON RODILLO (HCR) ... 83
11.2.4. RELLENADOR PREMOLDEADO PARA JUNTAS ... 83
11.2.5. RELLENADOR BITUMINOSO PARA JUNTAS ... 83
11.3. VALUACION ... 84
11.3.1. Medición y Pago ... 84
A. Juntas de Impermeabilización de PVC ... 84
B. Juntas de Impermeabilización de Cobre ... 84
C. Rellenador Premoldeado Para Juntas ... 84
D. Rellenador Bituminoso Para Juntas ... 84
E. Costos Comprendidos en los Precios Unitarios ... 84
1) Juntas de Impermeabilización de la PVC: ... 85
2) Juntas de Impermeabilización de Cobre: ... 85
3) Rellenador Premoldeado Para Juntas ... 85

SECCION 12. : HORMIGÓN HIDRAULICO COLOCADO EN SITIO ... 86

12.1. GENERALIDADES ... 86
12.1.1. ALCANCE ... 86
12.1.2. DEFINICIONES ... 86
12.1.3. DOCUMENTOS RELACIONADOS ... 89
12.1.4. NORMAS DE REFERENCIA ... 89
A. American Concrete Institute (ACI) ... 89
B. American Society for Testing and Materials (ASTM) ... 89
C. Concrete Plant Manufacturer's Bureau (CPMB) ... 91
D. National Institute of Standards and Technology (NIST) ... 91
12.1.5. COMPOSICIÓN Y CLASIFICACIÓN ... 91
A. Composición ... 91
B. Clasificación ... 92
C. Otros Tipos de Hormigón ... 92
1) Hormigón de Nivelación o Hormigón Dental. ... 92
2) Hormigón Misceláneo. ... 93
12.1.6. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA ... 93
A. Diseño de Mezclas ... 93
B. Plantas y Equipos ... 93
C. Planos de Detalle ... 93
D. Planos de Taller ... 93
E. Certificados de los Materiales ... 93
F. Agregados. ... 94
G. Tratamiento de las Juntas. ... 94
12.1.7. ALMACENAMIENTO ... 94
12.1.8. TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS ... 94
A. General ... 94
B. Agregados ... 94
12.2. PRODUCTOS ... 97
12.2.1. MATERIALES ... 97
A. Cemento Portland ... 97
B. Agregados ... 97
1) agregado Grueso. ... 98
2) Agregado Fino ... 100
3) Almacenamiento. ... 101
C. Aditivos ... 101
D. Materiales para Curado ... 101
E. Agua ... 101
12.3. EJECUCIÓN ... 101
12.3.1. AGREGADOS ... 101

A. Lavado de los Agregados 102
B. Gradado de Agregados 102
C. Manejo de Agregados 102
12.3.2. ENCOFRADOS 103
A. General 103
B. Tirantes de Encofrados 103
C. Elementos Metálicos Fijados a los Encofrados 104
D. Biselado 104
E. Limpieza y Lubricación de Encofrados 104
F. Remoción de Encofrados 104
G. Encofrado Deslizante para la Losa del Aliviadero 105
12.3.3. DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN 105
A. General 105
B. Diseño de las Mezclas 106
C. Dosificación 107
D. Contenido de Cemento 107
E. Relación Agua-Cemento 107
F. Ajustes 108
G. Consistencia 108
H. Asentamiento del Hormigón. 109
12.3.4. DOSIFICACIÓN Y MEZCLA 109
A. General 109
B. Equipo 110
C. Tiempo de Mezclado 111
D. Comunicaciones 111
E. Equipo Especial 111
12.3.5. TEMPERATURA DEL HORMIGÓN AL VACIARLO 111
12.3.6. PREPARATIVOS PARA EL COLOCADO 112
A. General 112
B. Superficies Embutidas 112
C. Superficies de Fundación 112
D. Juntas de Construcción 113
E. Juntas de Contracción y Expansión 113
F. Disposición de los Desechos de Limpieza 113
12.3.7. JUNTAS EN EL HORMIGÓN 113
12.3.8. TRANSPORTE Y COLOCACIÓN 113
A. Transporte 113
1) Camiones. 114
2) Correas para el Transporte del Hormigón. 114
3) Vaciado con Bomba. 114
B. Colocación 114
1) General 114
2) Intervalo de Tiempo entre el Mezclado y la Colocación. 115
3) Colocado del Hormigón. 115
4) Consolidación. 116
12.3.9. ACABADOS 117
A. General 117
B. .Superficies Encofradas. 117
C. Superficies No-Encofradas 118
12.3.10. CURADO Y PROTECCIÓN 120
A. General 120
B. Curado con Agua 120
C. Curado con Arena Saturada 120
D. Curado con Membrana 120
E. Protección 122
12.3.11. REPARACIÓN DEL HORMIGÓN 122
12.3.12. TOLERANCIAS 123

SECCION 13. TUBERÍAS A PRESION EN HDPE 136

13.1. ALCANCE 136
13.2. DOCUMENTOS RELACIONADOS 136
13.3. NORMAS DE REFERENCIA 136
13.4. REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE DETALLE 137
13.5. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA 138
13.5.1. General 138
13.5.2. Cálculos de Diseño y Planos de Taller 138
13.5.3. Certificados de Pruebas del Fabricante 138
13.5.4. Procedimientos para Uniones 139
13.5.5. Registros de Inspección de las Uniones 139
13.5.6. Programa para la Instalación de la Tubería 139
13.5.7. Informaciones 139
13.5.8. REQUERIMIENTOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD 139
13.5.9. Fuente 140
13.5.10. Pruebas de Materiales 140
13.5.11. Calificación de los Procedimientos de Electrofusión 140
13.6. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES 140
13.7. PRODUCTOS 140
13.7.1. MATERIALES 140
A. General 140
B. Polietileno de alta densidad (HDPE, siglas en inglés) 140
C. Hormigón de Empotramiento de la Tubería 140
D. Elementos de Sujeción 140
E. Tubería en Desagüe de Purga 141
13.8. EJECUCIÓN 141
13.8.1. GENERAL 141
13.9. FABRICACIÓN 141
13.9.1. General 141
13.10. INSTALACIÓN 141
13.10.1. Detalle de Colocación de la Tubería 141
A. General. 141
B. Definiciones. 141
C. Material de Relleno. 143
D. Juntas de Expansión. 143
13.10.2. Tolerancias 143
13.10.3. Control de Calidad en el Campo 144

SECCION 14. TUBERÍAS DE GRP 145

14.1. ALCANCE 145
14.2. NORMAS DE REFERENCIA 145
14.3. REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE DETALLE 146
14.4. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA 146
14.4.1. General 146
14.4.2. Cálculos de Diseño y Planos de Taller 147
14.4.3. Certificados de Pruebas del Fabricante 147
14.4.4. Procedimientos para Uniones 147
14.4.5. Registros de Inspección de las Uniones 148
14.4.6. Programa para la Instalación de la Tubería 148
14.4.7. Informaciones 148
14.4.8. REQUERIMIENTOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD 148
14.4.9. Fuente 148
14.4.10. Pruebas de Materiales 148
14.4.11. Calificación de los Procedimientos de Electrofusión 149

14.5. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES 149
14.6. PRODUCTOS 149
14.6.1. MATERIALES 149
A. General 149
B. Tuberías de Poliester Reforzadas con Fibra de Vidrio Glass Reinforced Plastic Pipe (GRP, siglas en inglés) 149
C. Hormigón de Empotramiento de la Tubería 149
D. Elementos de Sujeción 149
14.7. EJECUCIÓN 150
14.7.1. GENERAL 150
14.8. FABRICACIÓN 150
14.8.1. General 150
14.8.2. Detalle de Colocación de la Tubería 150
A. General. 150
B. Zanjas 150
C. Juntas de Expansión. 152
14.8.3. Tolerancias 152
14.8.4. Control de Calidad en el Campo 153

SECCION 15. TUBERÍAS DE PVC 154

15.1. GENERALIDADES 154
15.1.1 ALCANCE 154
15.1.3 NORMAS DE REFERENCIA 154
15.1.4 REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE DETALLE 154
15.1.5 ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA 155
A. General 155
C. Certificados de Pruebas del Fabricante 156
D. Programa para la Instalación de la Tubería 156
15.1.6 REQUERIMIENTOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD 156
A. Fuente 157
B. Pruebas de Materiales 157
C. Empalmes 157
15.2. MATERIALES 157
A. General 157
B. Codos, Codos-Reductores, Transiciones, Bifurcaciones y Accesorios 157
C. Hormigón de Empotramiento o anclaje de la Tubería 157
D. Elementos de Sujeción 157
E. Desagües de Purga 158
F Colectores 158
G Tapaderas y Rejillas 158
H Anclajes 158
15.3. EJECUCIÓN 160
15.3.1 GENERAL 160
15.3.2 FABRICACIÓN 161
A. General 161
B. Ensamblaje 161
15.3.4 INSTALACIÓN 162
A. Ensamblaje 162
B. Tolerancias 162
C. Control de Calidad en el Campo 162
15.4 MEDICIÓN Y PAGO 163

SECCION 16. GEOMENBRANA (MALLA DE POLIETILENO DE 1.5 MM), Y GEOTEXTIL DE 200 GRS./CM2 165

16.1. GEOMEMBRANA LAGUNAS 165

16.1.1. GENERALIDADES: ... *165*
16.1.2. ENCARGADO DE PROYECTO ... *165*
16.1.3. SUPERVISOR DE OBRA ... *166*
16.1.4. TÉCNICO DE SELLADO ... *166*
16.1.5. TÉCNICOS DE CONTROL DE CALIDAD ... *167*
16.2. REUNIONES EN CAMPO ... 167
16.2.1. REUNIONES PREVIAS A LA INSTALACIÓN ... *167*
16.2.2. REUNIONES DIARIAS ... *168*
16.3. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE ... 168
16.3.1. CALIDAD DE LA SUPERFICIE ... *168*
16.3.2. DESPLIEGUE DE LA GEOMEMBRANA ... *169*
16.3.3. REVISION DE LA SUPERFICIE ... *169*
16.3.4. ARREGLOS O REPARACIÓN DE LA SUPERFICIE ... *169*
16.3.5. CONTROL DE LA VEGETACIÓN ... *169*
16.3.6. ZANJA DE ANCLAJE ... *169*
16.3.7. RELLENO DE LA ZANJA DE ANCLAJE ... *170*
16.4. COLOCACIÓN DE LA GEOMEMBRANA ... 170
16.4.1. DESCARGUE DEL MATERIAL ... *170*
16.4.2. EXTENSIÓN DE LA GEOMEMBRANA ... *170*
16.4.3. TALUDES. ... *171*
16.5. CORTAS: ... 172
16.5.1. TRATAMIENTO DE LAS CORTAS: ... *172*
16.6. CONDICIONES CLIMÁTICAS ... 172
16.7. SELLADO EN CAMPO ... 172
16.7.1. ORIENTACIÓN DE LOS SELLADOS O UNIONES ... *173*
16.7.2. EQUIPOS Y PRODUCTOS PARA SELLADO O UNIÓN DE GEOMEMBRANAS ... *173*
16.7.3. SELLADO POR FUSIÓN ... *173*
16.7.4. SELLADO POR EXTRUSIÓN. ... *174*
16.7.5. PREPARACIÓN DE LAS UNIONES ... *174*
16.7.6. SELLADOS DE PRUEBA. ... *174*
16.7.7. SELLADO DE LOS ROLLOS ... *175*
16.7.8. REQUERIMIENTOS DE SUPERVIVENCIA ... *175*
16.7.9. COBERTURAS DE LA GEOMEMBRANA ... *177*
16.7.10. REPARACIONES ... *177*
16.7.11. PROCEDIMIENTOS DE REPARACIÓN ... *177*
16.7.12. VERIFICACIÓN DE LAS REPARACIONES ... *178*
16.8. ACOPLES A TUBERÍAS Y/O OTROS ELEMENTOS. ... 178
16.9. TECNO-FIJACIÓN A ESTRUCTURAS ESPECIALES ... 178
16.10. CONTROL DE CALIDAD DE LA GEOMEMBRANA ... 178
16.10.1. CARACTERISTICA DE LA GEOMEMBRANA ... *178*
16.10.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GEOMEMBRANA ... *179*
16.10.3. GARANTIA DE LA GEOMEMBRANA ... *179*
16.11. CONTROL DE CALIDAD EN LA INSTALACIÓN (UNIONES) ... 179
16.11.1. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS ... *179*
A. ENSAYOS DE CÁMARA DE VACÍO ... 180
B. ENSAYO DE PRESIÓN DE AIRE ... 180
16.11.1. ENSAYOS DESTRUCTIVOS ... *181*
A. EJECUCIÓN DEL ENSAYO ... 182
B. CRITERIOS DE RECHAZO O ACEPTACIÓN ... 182
C. PROCEDIMIENTO PARA ENSAYOS QUE FALLEN ... 183
16.11.2. GARANTÍAS EN LA INSTALACIÓN DE LA GEOMEMBRANA ... *183*
16.12. REQUERIMIENTOS DE LA OFERTA DE INSTALACIÓN ... 183
16.13. ENTREGA DE LA OBRA O INSTALACIÓN ... 184
16.14. RECIBO FINAL DE LA OBRA ... 184
16.15. DOCUMENTACIÓN ... 185

16.16. ANEXOS 185
16.17. MEDICIÓN Y PAGO 186
16.18. GEOTEXTIL 186
16.18.1. DESCRIPCIÓN 186
16.18.2. MATERIAL 186
16.18.3. INSTALACIÓN 189
16.18.4. MEDICIÓN Y PAGO 189

SECCION 17. PINTURA Y GALVANIZADO 190

17.1. GENERALIDADES 190
17.1.1. ALCANCE 190
17.1.2. DOCUMENTOS RELACIONADOS 190
17.1.3. DEFINICIONES 190
17.1.4. REFERENCIAS 191
A. The Society for Protective Coatings 191
B. American Water Works Association 191
C. American Society of Testing and Materials 191
D. American Hot Dip Galvanizers Association 191
17.1.5. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA 192
17.2. PRODUCTOS 192
17.2.1. PINTURA 192
17.2.2. GALVANIZADO 192
A. Perfiles Estructurales 192
B. Pernos, Tuercas y Arandelas 192
17.3. EJECUCIÓN 192
17.3.1. PINTURA 192
A. Limpieza y Preparación de Superficies 192
1) General. 192
2) Limpieza con Disolventes. 193
3) Limpieza a Mano con Cepillo de Alambre. 193
4) Limpieza con Chorro y Chorro Concentrado 193
5) Superficies Pintadas en Fabrica que Requieran Retoques 193
B. Aplicación de la Pintura 193
1) Mano de Obra 193
2) Propiedades, Mezcla y Dilución de la Pintura. 194
3) Condiciones Atmosféricas 194
4) Protección de Superficies Pintadas. 194
5) Método de Aplicación de la Pintura. 195
6) Avance en el trabajo de Pintura. 195
7) Espesor de las Capas de Pintura. 195
8) Tiempo de Curado. 195
9) Colores. 195
C. Inspección 196
D. Sistemas de Pintura 196
17.4. GALVANIZADO 197
17.4.1. General 197
17.4.2. Capas de Galvanización Defectuosas o Dañadas 197
A. Defectos y Daños Mayores. 197
B. Daños Menores 198
C. Reparaciones 199

SECCION 18. MAMPOSTERIA 200

18.1. ALCANCE 200
18.2. GENERAL 200
18.3. CÓDIGOS 200

A. American Concrete Institute (ACI) 200
B. American Society for Testing and Materials (ASTM) 200
C. National Concrete Masonry Association (NCA) 200
18.4. MATERIALES 201
18.4.1. Bloques de Concreto. 201
18.4.2. Mortero 201
18.4.3. Mampostería de piedra o de hormigón (adoquines) o de ladrillos. 201
18.5. CAPA AISLADORA 201
18.6. INSTALACIÓN 201

SECCION 19. CERCAS DE ALAMBRES DE PÚAS 203

19.1 Nuevas Cercas 203
19.2 Remoción de Cercas Existentes 203
19.3 Desmantelamiento y Reubicación de las Nuevas Cercas 203

SECCION 20. DE OBRAS DE RIEGO POR GOTEO: RED DE CONDUCCIÓN PRIMARIA Y SISTEMA DE RIEGO PARCELARIO POR GOTEO. 203

20.1. ALCANCE 203
20.2. GENERAL 204
20.3. CÓDIGOS 204
A. Normas Mexicana (NMX) 204
B. Otras Normas 205
20.4. MATERIALES 205
20.5. RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA 206
20.5.1. Introducción 206
20.5.2. Componentes de la red de distribución primaría. 206
20.5.3. ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA 208
20.5.4. EJECUCION 208
20.5.5. MEDICIÓN Y PAGO 208
20.6. REDES DE RIEGO PARCELARIO 209
20.6.1. Medición y Pago 216
20.6.2. OPERACIÓN 216
A. Manual o instrucciones de operación del fabricante o proveedor de los equipos. 216
20.7. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DISEÑO RIEGO PARCELARIO POR GOTEO. 217
20.7.1. DISENO AGRONOMICO 217
20.7.2. DISENO HIDRAULICO 218

SECCIÓN 21: TUBERÍA DE POLIETILENO (PE) PARA LA OBRA DE REGADÍO PARCELARIO. 220

21.1 OBJETO DEL ESPECIFICACIONES Y CUADRO DE UNIDADES 220
21.2. NORMATIVA Y GENERALIDADES 220
21.3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES 222
21.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS TUBOS DE PE 227
21.4 MATERIALES 227
A. ASPECTO, COLOR Y TERMINACIÓN 227
B. SISTEMAS DE UNIÓN 227
C. CONTROL DE CALIDAD. PRUEBAS Y ENSAYOS 228
21.5. DOCUMENTACIÓN 230
D. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE 230
E. MEMORIA TÉCNICA 231
21.6. PROCEDIMIENTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN DE LAS TUBERIAS Y PRUEBAS 231

SECCIÓN 22. DE GERMINADORES PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS. 233

22.1. ALCANCE 233
22.2 GENERAL 233

A. Aprobación de materiales a suministrar. ... 233
B. CÓDIGOS ... 234
C. Otras Normas ... 234
22.3. EMPLAZAMIENTO DE LOS GERMINADORES. ... 234
22.3.1. Disposición final de Germinadores. ... 236
22.3.2. Disposición interna de Germinadores. ... 237
22.4. -COMPONENTES DE LOS INVERNADEROS Y DE LOS GERMINADORES PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS. ... 237
22.4.1. Estructura para invernaderos ... 237
22.4.2. Materiales de cubierta ... 240
22.4.2.1 Propiedades de los materiales de cubierta ... 246
22.5. INSTALACIÓN Y TENSADO DE LAS PELÍCULAS DE LOS INVERNADEROS ... 247
22.5.1 Instalación de las películas ... 247
22.5.2 Tensado de las películas de plástico ... 248
22.6. VIENTOS O TIRANTES O TENSORES ... 249
22.7. EL SETO O CERRAMIENTO. ... 249
22.8. FORMAS DE FIJACIÓN DE LA ESTRUCTURA. ... 251
22.9. CARGAS POR VIENTOS ... 252
22.10. PUERTAS Y VENTANAS DE LOS INVERNADEROS ... 252
22.11. BASE PARA LA COLOCACIÓN DE LAS BANDEJAS: ... 253
22.11.1. Mesas (bancas o bancos) para colocación de las bandejas. ... 253
22.11.1. Colocación directa sobre el suelo. ... 253
22.12. BANDEJAS PARA EL GERMINADO DE SEMILLAS. ... 254
22.13. SUSTRATO ... 254
22.14. TIPOS DE RIEGO EN VIVEROS ... 255
22.15. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA UN (1) GERMINADOR DE 120 MTS2, 10Mx12M: ... 256

SECCION 23 : INSTALACIÓN DE EQUIPOS MECÁNICOS E HIDROMECÁNICOS ... 259

23.1. ALCANCE ... 259
23.2. DEFINICIÓN ... 259
23.3. NORMAS ... 259
23.6. ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS Y MATERIALES ... 260
23.7. REQUERIMIENTOS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN ... 261
23.8. SOLDADURA ... 261
23.8.1. Requisitos generales de soldadura ... 261
23.8.2. Soldadura en tuberías ... 262
23.8.3. Medición y pago ... 263
23.9. PINTADO ... 264
23.9.1. General ... 264
23.9.2. Retoques de pintura ... 264
23.9.2.1. Equipos y tuberías ... 264
23.9.2.2. Superficies Galvanizadas ... 265
23.9.2.3. Inspección ... 265
23.9.3 Medición y pago ... 265
23.10.TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS ... 265
23.10.1. General ... 265
23.10.2. Soportes ... 267
23.10.3. Aislamiento para calor ... 268
23.10.4. Limpieza de las tuberías ... 268
23.10.5. Pruebas hidrostáticas y neumáticas ... 269
23.10.6. Medición y pago ... 270

SECCION 24. PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA DE TUBERIAS (APÉNDICE I) ... 272

24.1 PARTE 1 GENERAL ... 272
24.1.1 DESCRIPCIÓN ... 272

24.1.2 NORMAS DE REFERENCIA *272*
24.1.3 REQUISITOS ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LA PRUEBA *272*
24.2 PARTE 2 MATERIALES 273
24.2.1 AGUA *273*
24.2.2 CONEXIONES *274*
24.2.3 EQUIPOS *274*
24.3 PARTE 3 EJECUCIÓN 275
24.3.1 GENERAL *276*
24.3.2 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN. *276*
24.3.2.1 Selección de velocidad de llenado 276
24.3.2.2 Procedimiento de Prueba y Criterios de Aceptación 277
24.4. PARTE 4 ANEXOS 280

Lista de Tablas

TABLA NO. 1-1: NORMAS REFERIDAS Y ABREVIATURAS 2
TABLA NO. 7-1: PRUEBAS Y ENSAYOS BÁSICOS PARA RELLENOS 41
TABLA NO. 7-2: REQUERIMIENTOS SEGÚN EL TIPO DE MATERIAL DE RELLENO 47
TABLA NO. 9-1: GRANULOMETRÍA DE ARENA PARA INYECCIONES 60
TABLA NO. 9-2 - INCREMENTOS DE PRESIÓN Y TIEMPOS DE APLICACIÓN 68
TABLA NO. 10-1: TOLERANCIAS DEL RECUBRIMIENTO 79
TABLA NO. 12-1 CLASIFICACIÓN DE HORMIGÓN HIDRÁULICO POR TIPO ESTRUCTURA Y SU RESISTENCIA MÍNIMA. 92
TABLA NO. 12-2 - ENSAYOS, NORMAS Y FRECUENCIA MÍNIMA 95
TABLA NO. 12-3 ENSAYOS Y FRECUENCIAS MÍNIMAS REQUERIDAS 96
TABLA NO. 12-4 ENSAYOS ESPECIALES A EJECUTAR, A REQUERIMIENTO 96
TABLA NO. 12-5 - SUBSTANCIAS PERJUDICIALES Y LÍMITES DE TOLERANCIA 98
TABLA NO. 12-6 – GRADACIÓN DE AGREGADOS GRUESOS (ASTM C-33 SERIES 4 Y 67) 98
TABLA NO. 12-7 – GRADACIÓN DE AGREGADOS: PORCENTAJES POR RANGO DE TAMAÑOS 99
TABLA NO. 12-8 – GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS FINOS (ASTM C-136) 100
TABLA NO. 12-9 TIEMPO MÍNIMO DE DESENCOFRADO 105
TABLA NO. 12-10 - PARÁMETROS DEL HORMIGÓN Y TIEMPOS A CONTROLAR 107
TABLA NO. 12-11 - RESISTENCIA Y RELACIÓN A/C LÍMITES DEL HORMIGÓN 108
TABLA NO. 12-12 - TAMAÑOS MÁXIMOS NOMINALES DE AGREGADOS 108
TABLA NO. 12-13 -ASENTAMIENTOS DEL HORMIGÓN 109
TABLA NO. 12-14 : ESPESORES Y LAPSOS ENTRE VACIADOS 115
TABLA NO. 12-15 TOLERANCIAS EN EL HORMIGÓN 124
TABLA NO. 13-1 TIPOS Y REQUERIMIENTOS DE LOS MATERIALES DE RELLENOS SOBRE TUBERÍAS DE HDPE 143
TABLA NO. 18-1 SISTEMAS DE PINTURA 197

Lista de Figuras

FIGURA NO. 1- SECCIÓN TÍPICA DE COLOCACIÓN TUBERÍA HDPE 142

SECCION 0. : Especificaciones Generales

0.1 ALCANCES

Estas Especificaciones Generales complementan a lo establecido en el Contrato. Las disposiciones del contrato tienen prevalencia sobre lo establecido en estas especificaciones generales, según se indica en el numeral 0.4 del presente documento.

La Empresa de Generación Hidroeléctrica Dominicana (EGEHID), contempla la ejecución del El Proyecto _____", que consiste en la construcción de obras _____ municipio _____, provincia _____, mediante la construcción _____ a con el objetivo indicado en los términos de referencia y la memoria descriptiva.

0.2 DEFINICIONES E INTERPRETACIONES

Siempre y cuando se usen los términos detallados a continuación tanto en los Documentos del Contrato como en el Contrato que se suscribe, su objeto y significado deberá ser interpretado de la manera siguiente:

0.2.1 GOBIERNO

El de la República Dominicana actuando por medio de sus representantes legalmente autorizados.

0.2.2 ENTIDAD EJECUTORA

Es el EMPRESA DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA DOMINICANA, también denominado EGEHID, empresa estatal autónoma de servicio público que goza de personalidad jurídica, y plena capacidad de adquirir derechos y contraer obligaciones en materia de su competencia.

El domicilio del EGEHID es:

EMPRESA DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA DOMINICANA, (EGEHID)
Ave. Rómulo Betancourt No. 303
Bella Vista
Santo Domingo, República Dominicana
Apartado Postal..
Fax:….
Teléfono: 809-533-5555

0.2.3 ADMINISTRADOR

Es la máxima autoridad ejecutiva de EGEHID.

0.2.4 UNIDAD RESPONSABLE

Es la "Unidad Ejecutora del Proyecto" que, como representante de EGEHID, está encargada de gerencial, coordinar y supervisar las actividades de Construcción del Sistemas de Riego Presa Palomino, así como administrar el contrato de supervisión externa si existiese.

0.2.5 GERENTE DEL PROYECTO

Es el funcionario designado como jefe de los representantes de EGEHID en el sitio de obra y el enlace entre el Director de Proyectos y la Unidad Ejecutora.

0.2.6 SUPERVISIÓN DEL PROYECTO

Es el representante del propietario del Proyecto (EGEHID) en el sitio de obra, y de quien recibirá sus órdenes El Contratista. Las relaciones entre La Supervisión y El Contratista se regulan en el numeral 0.5, en complemento a lo establecido en el Contrato

0.2.7 DOCUMENTOS DEL CONTRATO

Los documentos, planos, especificaciones técnicas e informaciones generales entregados al Contratista para la elaboración de la obra.

0.2.8 CONTRATISTA

Es la persona individual o jurídica que suscribe el Contrato con EGEHID para la ejecución de la Obra objeto de estos Documentos de Contrato.

0.2.9 DIRECTOR DE CONTRATO

El Principal Ejecutivo del Contratista, con suficiente autoridad para actuar como su representante en el sitio de las obras.

0.2.10 SUBCONTRATISTA

Es la persona individual o jurídica que, previa autorización de EGEHID, contratare con El Contratista la ejecución de una o varias partes de las Obras objeto de estos Documentos.

0.2.11 TRABAJO, OBRA

La Obligación total del Contratista contenida en el Contrato.

0.2.12 CONTRATO

Es el instrumento legal que suscriben LA EGEHID y El Contratista, que detalla las condiciones a que se sujetan los trabajos y los suministros correspondientes y del cual forman parte todos los Documentos de Contrato referidos en el mismo o cualquier enmienda del mismo que constituyan el contrato.

0.2.13 ESPECIFICACIONES

El conjunto de documentos que incluyen las especificaciones técnicas generales y particulares, requeridas para la ejecución del proyecto y la forma de medición y pago de cada uno de los rubros que conforman la lista de cantidades y precios.

0.2.14 PLANOS, LISTA DE CANTIDADES Y PRECIOS

Es el documento incluido en anexo del contrato, que contiene los planos del diseño ejecutivo para la construcción de la obra y la lista de cantidades con los rubros, su descripción, cantidad y precio unitario y/o global (suma alzada o administración).

0.2.15 TRABAJO EXTRA

Son los trabajos no incluidos en el contrato inicial de la Obra y que son necesarios para la correcta terminación de la misma.

0.2.16 ORDEN DE TRABAJO U ORDEN DE PROCEDER

La orden escrita emitida por La Supervisión para la realización del trabajo comprendido dentro de las partidas, cantidades y precios unitarios o globales del Contrato.

0.2.17 ORDEN DE TRABAJO EXTRA

La orden que emita LA EGEHID para la ejecución de uno o varios trabajos que impliquen aumento del valor del Contrato, a los mismos precios unitarios del contrato y en la que conste el plazo máximo para la terminación de los trabajos en cuestión.

0.2.18 ACUERDO DE TRABAJO EXTRA

El convenio o acuerdo suscrito entre El Contratista y LA EGEHID, para la ejecución de un trabajo extra a base de una suma global o a precios unitarios que se fijen en el Acuerdo.

0.2.19 ORDEN DE CAMBIO

La orden escrita que emite La Supervisión para que El Contratista efectúe uno o varios cambios en el trabajo originalmente contratado sin que implique ajustes en los precios unitarios.

0.2.20 ESTIMACIÓN MENSUAL

Documento que contendrá las facturas en las cuales se detallan las partidas de acuerdo a la lista de Cantidades/Precios, las cantidades de trabajo ejecutado, los correspondientes precios unitarios, el total de pagos anteriores, las deducciones, el porcentaje de terminación aproximado y las sumas a pagarse.

0.2.21 NORMAS, REGLAMENTACIONES Y DISPOSICIONES DE LA EGEHID

El Contratista deberá respetar en todas sus actividades relacionadas directamente con las Obras, las Normas, Reglamentos y Disposiciones de LA EGEHID y del País.

0.2.22 SUMA CONTRACTUAL

Representa el monto total del Contrato conforme se adjudique al Contratista seleccionado, pero sujeto a modificaciones de aumentos o disminuciones como se llegue a convenir entre El Contratista y la Entidad Ejecutora (EGEHID) bajo las provisiones del Contrato.

0.2.23 SUMINISTRO

Son todos los equipos, materiales, mano de obra, suministro y todos los accesorios necesarios para una buena ejecución de la Obra que han de ser suministrados por El Contratista.

0.2.24 EQUIPOS DEL CONTRATISTA

Son todos los utensilios o equipos de cualquier índole necesarios para la ejecución y terminación de la Obra o trabajos temporales, pero no incluye los materiales u otros implementos, que sean designados para formar parte de los trabajos o equipos permanentes.

0.2.25 TRABAJOS TEMPORALES

Son todos aquellos trabajos de carácter temporal, necesarios para la ejecución, terminación o mantenimiento de las Obras.

0.2.26 APROBADO

Es la aprobación por escrito de La Supervisión incluyendo acuerdos verbales, subsecuentemente confirmados por escrito.

0.2.27 MES

Es el mes calendario

0.2.28 DÍA CALENDARIO

Es cada día de la semana, incluyendo domingo y días festivos.

0.2.29 CUBICACIÓN

La determinación de las cantidades de trabajo ejecutado por El Contratista, examinado y aprobado por La Supervisión.

Las cantidades de trabajo indicadas en las listas de Cantidades/Precios son solamente estimativas. Los pagos serán efectuados al Contratista solamente por cantidades reales de trabajo ejecutado, o bien por los suministros proporcionados de acuerdo con los planos y

especificaciones que forman parte del Contrato respectivo.

0.2.30 PRECIO ALZADO

Es el costo estimado de una partida con frecuencia empíricamente que, por su naturaleza, se ha considerado conveniente no sujetar su medición a una unidad de medida específica.

0.2.31 PARTIDAS NO CATEGORIZADAS

Son aquellas partidas que no aparecen explícitamente en el presupuesto de contratación, pero que son incluidas dentro de los costos unitarios, por lo cual El Contratista deberá incluir todos los gastos en que incurra durante la construcción de la Obra.

0.2.32 O EQUIVALENTE, O SIMILAR, O COMO SE HA APROBADO

Es la sustitución por los implementos especificados, tales como materiales o equipos que sean substancialmente equivalentes en función, dimensión, calidad y durabilidad, previendo que tal substitución sea aprobada por escrito por La Supervisión, acompañada por suficiente información, tales como Catálogos, Datos de Prueba, Especificaciones, etc. y que sea entregada con suficiente anticipación, con tal de no interrumpir el progreso de la Obra.

0.3 EL CONTRATO

El Contrato comprende la construcción y terminación de las obras, siempre que no se especifique otra cosa en los Documentos Contractuales, así como el suministro de toda la mano de obra, los materiales, las instalaciones de obra, las obras temporales y cualquier otro trabajo o suministro, ya sea de carácter temporal o permanente, requerido en y para tal construcción y terminación en cuanto a la necesidad de su provisión haya sido especificada o pueda ser deducida en forma razonable por El Contratista.

Con la aceptación del Contrato, El Contratista se compromete a aceptar la obligación de suministrar y ejecutar todo lo que fuera necesario para terminar las obras, independientemente de cualquier omisión en las especificaciones o en los planos.

El Contratista tiene la obligación de haberse informado plenamente sobre todas las circunstancias y condiciones que son necesarias tomar en consideración para satisfacer, completar y ejecutar de acuerdo al Cronograma, el Contrato y todos los trabajos y actividades vinculadas con éste. Se entiende y conviene que El Contratista ha quedado satisfecho, por medio de cuidadosas investigaciones, acerca de la naturaleza y ubicación de la obra, de la conformación del suelo y del subsuelo, del carácter, calidad y cantidad de los

materiales que se encontrarán; de las características del equipo y de las facilidades que se necesitarán durante las etapas preliminares de la obra y durante su ejecución; de las condiciones generales y locales, y de cualquier otro detalle que pueda afectar de cualquier manera la obra a que se refiere el contrato.

Ningún convenio, verbal o de otra manera, o conversación con cualquier funcionario, agente o empleado de EGEHID ya fuera anterior o posterior a la firma del Contrato, afectará o modificará cualquiera de los términos u obligaciones aquí contenidos, excepto en la manera expresamente establecida en estos Documentos de Licitación.

El Contratista deberá recurrir a la Unidad Responsable cuando requiera aclaraciones acerca de dudas y discrepancias en los Documentos o el sentido de cualquier numeral en las Condiciones del Contrato. El Contratista será responsable por cualquier error o pérdida debido a la no solicitud de tales aclaraciones.

Las cantidades de trabajo indicadas en las listas de Cantidades/Precios son solamente estimativas y servirán como base para la elaboración del Contrato. Los pagos serán efectuados al Contratista solamente por cantidades reales de trabajo ejecutado, o bien por los suministros proporcionados de acuerdo con los planos y especificaciones que forman parte del Contrato respectivo.

Las cantidades de trabajo por efectuarse y los materiales a suministrarse podrán ser aumentados o disminuidos como se indican en estas Especificaciones, sin variar los precios unitarios de la Oferta.

0.4 ORDEN DE PRELACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DE CONTRATO

En el caso de discrepancias será válido el siguiente orden de prelación entre el Contrato y las diferentes secciones de los Documentos del Contrato, incluyendo las modificaciones o enmiendas a tales secciones:

1 - El Contrato propiamente dicho,
2 - Las modificaciones o enmiendas a los Documentos de Contrato, si las hubiere,
3 - Las Especificaciones Generales y Técnicas,
4 - Los Planos,
5 - Las Listas de Cantidades/Precios.

0.5 SUPERVISIÓN DEL PROYECTO

La Supervisión estará constituida por el personal a cargo de la gerencia en campo del

Proyecto, la cual está facultada por EGEHID para resolver las cuestiones relacionadas con los trabajos del Contratista.

Las instrucciones emitidas por La Supervisión no eximen al Contratista de su responsabilidad en lo que se refiere a la calidad de los trabajos, la concordancia de éstos con los planos de ejecución, el cumplimiento de los plazos estipulados y de su responsabilidad por todo tipo de medidas de precaución y de protección necesarias y demás obligaciones contractuales.

Se entiende que las razones de la contratación de los servicios de La Supervisión son su probidad profesional y moral, por lo que en todas sus decisiones debe primar la lealtad a EGEHID y su imparcialidad tanto ante éste como ante terceros.

Los servicios por los cuales La Supervisión será responsable incluyen, pero no limitado a ello, los siguientes:

1.- Supervisión del Contrato entre EGEHID y el Contratista.

2.- Preparación de las modificaciones necesarias a cualquier plano y especificación durante el plazo de construcción de la Obra.

3.- Redacción e implementación de las órdenes de cambio que sean necesarias al Contrato.

4.- Inspección constante de los trabajos del contratista para asegurar que la calidad, la cantidad, y el costo de los trabajos cumplen con los requisitos del Contrato y documentos correspondientes.

5.- Dirección en el terreno o el laboratorio de todas las pruebas requeridas para el cumplimiento de las especificaciones y planos.

6.- Revisión de cálculos, realización de medidas en el campo y de cualquier otro estudio y evaluación que permita verificar y aprobar las cantidades de trabajo realizados El Contratista.

7.- Revisión y recomendación de la aprobación de facturas de pagos mensuales a El Contratista, sobre la base de las cantidades de obra ejecutadas y aprobadas.

8.- Establecimiento y mantenimiento de un sistema de verificación y control del programa de ejecución del Proyecto y la preparación de los informes correspondientes.

9.- Si es necesario, dirigirá a El Contratista de acuerdo con los requisitos del Contrato, asignará personal adicional y trabajará lo necesario para mantener

el programa de trabajo contratado, incluyendo su avance.

10.- Preparación y entrega a EGEHID de cinco (5) ejemplares en español, de un informe final del Proyecto, que incorpore la historia y datos más significativos del Proyecto, entre ellos: costos estimados y reales, programa de avances estimados y reales de construcción, problemas de construcción y sus soluciones, etc.

0.6 PLANOS DE DISEÑO, PLANOS "COMO CONSTRUIDO" Y PUNTOS DE REFERENCIA TOPOGRÁFICAS.

Existen dos modalidades referentes a los planos "COMO CONSTRUIDO", tal como se vera a continuación. El contrato o los requerimientos generales indicaran cual es la modalidad que regirá.

0.6.1 Cuando la ingeniería de detalle del proyecto este a cargo del contratista.

En este caso, en el plazo indicado en el Contrato, en los días posteriores a la recepción provisional de las obras, el Contratista deberá suministrar a la Supervisión para su aprobación, los planos como construidos y manuales de operación de los equipos suministrados por este. Esta entrega será uno de los prerrequisitos para el pago de la cubicación final y/o la devolución del retenido al contratista.

0.6.2 Cuando la ingeniería de detalle del proyecto No este a cargo del contratista.

Si la ingeniería de detalles no le corresponde hacerla al contratista, sino a la Supervisión /EGEHID, entonces el contratista deberá proceder como indicado a continuación:

Diez (10) días hábiles posteriores a la recepción provisional de las obras, el Contratista deberá suministrar a la Supervisión una copia papel de los planos de construcción con las anotaciones pertinentes que reflejen lo realmente ejecutado. El Contratista no deberá realizar las modificaciones de los planos en soporte informático, solo presentará planos en soporte papel con clara indicación de todas las eventuales modificaciones que durante la ejecución de la obra se hayan realizado. Dicha información servirá para la emisión de los planos "como construido" que la Supervisión presentará al Propietario.

0.7 GARANTÍAS

0.7.1 <u>FIANZA DE GARANTÍA DEL ANTICIPO</u>

Para poder solicitar el anticipo, El Contratista deberá entregar una Fianza de Garantía de Anticipo, expedida por un fiador aprobado por EGEHID. Dicha fianza deberá cubrir en su totalidad los pagos adelantados a realizar por EGEHID según se establezca en el Contrato; asimismo, deberá ser mantenida en vigencia hasta que sea amortizado totalmente el anticipo.

0.7.2 FIANZA DE FIEL CUMPLIMIENTO

El Contratista deberá suministrar a satisfacción de EGEHID y dentro de las dos (2) semanas contadas desde la fecha de la firma del Contrato, una Fianza del Fiel Cumplimiento para los trabajos bajo dicho Contrato.

Dicha fianza deberá ser en pesos de la República Dominicana, por medio de Fiadores aprobados por EGEHID, con asiento legal en la República Dominicana. El monto de la fianza será igual al Diez por ciento (10%) de la Suma Contractual o por el monto que se indique el Contrato. La Fianza de Fiel Cumplimiento deberá permanecer en vigencia hasta la fecha de Aceptación Provisional y la emisión del Certificado de Aceptación Provisional.

En adición a la Fianza de Fiel Cumplimiento a que se hace referencia en el literal que precede, y con el mismo propósito de garantizar el Fiel cumplimiento del Contrato, EGEHID retendrá el diez (10%) de las cantidades establecidas en las estimaciones que El Contratista presente mensualmente para cobro, o por el porcentaje establecido en el Contrato

Los montos de estas retenciones serán pagados por EGEHID al Contratista, sin interés, al efectuar el pago final.

Si EGEHID decidiera suspender al Contratista la ejecución de la Obra, notificará por escrito al Contratista y al Fiador acerca de su intención de rescindir el contrato de construcción, indicando los motivos que tuvo para hacerlo. Si en el término de diez (10) días después de dicha notificación, las causas que hubieren movido a EGEHID no hubieren sido corregidas o si no se hubieren hecho arreglos satisfactorios para EGEHID, le será suspendida al Contratista la ejecución de la obra. En este caso, previa notificación por escrito de EGEHID, el Fiador deberá hacer efectiva su garantía por cualquiera de los métodos acordados en el Contrato.

0.8 TRABAJO A SATISFACCIÓN DE LA UNIDAD RESPONSABLE

El Contratista deberá ejecutar, conducir y mantener las Obras y sus dependencias, en estricto apego con el Contrato y a plena satisfacción de EGEHID, y deberá cumplir y atenerse estrictamente a las órdenes e instrucciones de La Supervisión sobre cualquier cuestión (ya sea o no mencionada en el Contrato) que afecte o sea relativa a las Obras.

0.9 EXPROPIACIONES, PERMISOS Y SERVIDUMBRE

0.9.1 Expropiación De los Terrenos

Es obligación de EGEHID obtener y costear la expropiación de los terrenos requeridos para la ejecución de las obras, Sin embargo eventuales pagos de expropiaciones o derecho de paso, podrán ser realizados por EL CONTRATISTA, previa autorización de EGEHID, en cuyo caso el importe de la adquisición de los mismos serán reembolsados al contratista bajo la modalidad de Servicios por Administración con una tasa de administración del 5 % del costos de dichos servicios.

0.9.2 Gestión de Permisos

La gestión de los permisos para entrar en las propiedades, en las canteras, levantar obras temporales incluidos accesos, será de cuenta del Contratista, quien además sufragará los gastos de ello. A solicitud del Contratista LA EGEHID podrá colaborar en la gestión de los permisos, sin que eso signifique obligación o responsabilidad alguna.

0.9.2 Servidumbres Causadas por las Obras Permanentes

El establecimiento de servidumbres causadas por las obras permanentes será tramitado por el contratante, de acuerdo con los dispositivos legales y administrativos del caso, sin embargo, el contratista deberá de ayudar en la gestiones si así se lo solicitare la EGEHID, en cuyo caso esta deberá de reembolsar al contratista los costos incurridos en estas gestiones, conforme es indicado en el numeral 0.9.1 "Expropiación De los Terrenos"

0.10 Cuaderno de Obra

0.10.1 Cuaderno de Obra

El Cuaderno de Obra es un documento debidamente foliado y legalizado, visado y sellado en cada folio por la supervisión y el contratista, que obligatoriamente deberá de abrirse al inicio de la obra y en el cual las partes, mediantes sus representantes debidamente autorizados, anotaran obligatoriamente todas las ocurrencias, órdenes y consultas relativas a la obra para que adquieran fuerza contractual.

0.10.2 Apertura del Cuaderno de Obra

Efectuado el inicio de los trabajos o la entrega de los terrenos, es decir la puesta en posesión del contratista, se abrirá el cuaderno de obra definido en el numeral 0.10.1, el cual

el contratista estará obligado a tener en obra, manteniéndolo a disposición de la Supervisión/EGEHID de modo que esta pueda utilizarlo en la forma que compete. El cuaderno tendrá páginas originales numeradas con tres copias desglosables: la página original se mantiene en cuaderno; la primera copia pertenece a EGEHID; la segunda copia para el Supervisor y la tercera para el Contratista. Durante la ejecución de la obra, el cuaderno de Obra se mantiene bajo custodia del Contratista, al final de la obra se entrega a EGEHID, junto con los planos como construidos.

0.10.3 Anotaciones del Contratista.

En el cuaderno de obra el Contratista anotará el acta de entrega del terreno o las instalaciones e ira anotando todos los problemas que pue3da encontrar en la ejecución de la obra y la Supervisión, dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes, efectuará las aclaraciones correspondientes y/o señalará las soluciones más convenientes a las consultas del Contratista. Siendo el plazo de cinco (5) días hábiles para que la Supervisión indique la respuesta a la consulta, salvo que la consulta en cuestión dependa de una repuesta de un tercero, en cuyo caso el plazo se extenderá razonablemente.

0.10.3 Anotaciones de la Supervisión.

La Supervisión por su parte, ira anotando las observaciones que debe subsanar el Contratista y las indicaciones que resulten necesarias para mejor ejecución de los trabajos.

0.11 Obras Adicionales

0.11.1

La Supervisión podrá ordenar al Contratista, además de lo contratado, otras obras y trabajos relacionados con la obras o que sean necesarias para cumplir con los objetivos del proyecto. Queda expresamente entendido que el aumento o disminución de cantidades de las partidas del contrato, en ningún caso podrán considerarse como obras Adicionales. Cada obra adicional será encomendada al Contratista con autorización expresa del representante de EGEHID en el Proyecto y con la Orden de Proceder o autorización de la Supervisión.

Así mismo el Contratista podrá proponer la ejecución de una obra o trabajos adicional, para lo cual lo someterá su pedido a la Supervisión, quien deberá de emitir previamente la orden de proceder o autorización correspondiente, con la previa aprobación del representante de la EGEHID. En su solicitud el contratista deberá acompañarlo del costos de dichos trabajos, adjuntado el presupuesto, análisis de costo e indicar si su ejecución impacta o no el plazo de terminación del proyecto.

0.11.2

La orden de proceder para obras adicionales adjuntará las especificaciones de los trabajos a

ejecutar indicando su fecha de terminación, así como sus precios y forma de medición y pago.

0.11.3
Rigen para las obras adicionales y su respectivo presupuesto, todos los términos y condiciones del Contrato, salvo indicación expresa indicando lo contrario de la orden contenida en la orden de proceder de la Supervisión, que incluirá los precios unitarios nuevos que se requieran; los respectivos análisis de precios unitarios nuevos serán negociados y pactados entre el contratista y la EGEHID, con la asesoría de la Supervisión.
La determinación de los nuevos precios unitarios de basará en lo posible en partidas similares del presupuesto contratado, que utilicen los mismos insumos aplicables a los nuevos precios a definir. Si esto no fuera posible y en todos los caso, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión y de la EGEHID un análisis detallado de los nuevos precios. Estos precios solo se aplicaran previa aprobación de la EGEHID

0.11.4
El contratista deberá de ejecutar las obras adicionales en forma correcta y dentro de los plazos estipulados y de acuerdo a la orden de proceder o instrucciones de la Supervisión, sus términos y condiciones.

0.11.5
En el caso que el plazo fijado, los precios, la forma de pago o cualquier modalidad de la orden de proceder no fueran aceptables a juicio del Contratista, éste comunicará sus objeciones al contratante dentro de los cinco (5) días hábiles de haberse recibido la orden de proceder, pasado este plazo de considera como aceptada sin reserva.

0.11.6
En el caso que el Contratista sometiere a la EGEHID sus objeciones oportunamente, las divergencias deberán ser discutidas entre Él y la Supervisión.

0.11.6
El Contratista no podrá rechazar o demorar la ejecución de una obra adicional ordenada de acuerdo con el presente artículo, a causa de sus objeciones, de alguna discusión en curso o de algún proceso de arbitraje.

0.12 Trabajos por Administración

0.12.1 Trabajos por administración
Ante la evidencia reconocida por la supervisión, de que los trabajos no puedan se valorizados con los precios unitarios contratados ni con nuevos precios unitarios, la EGEHID autorizará que sean ejecutados por el sistema de administración controlada,

aplicando a los costos de los insumos: a) mano de obra, b) costos de materiales, c) equipos y otros insumos, subcontratos etc., una tasa de administración de un quince por ciento (15%) aplicada al costo directo de los trabajos por concepto de y costos generales y utilidad . Esta modalidad podrá ser utilizada por EGEHID para los casos de trabajos adicionales en los cuales no sea posible pactar un precio satisfactorio a las partes.

0.12.2 Servicios de la Supervisión

Para los casos de los gastos para cubrir servicios de la Supervisión, tales como gastos en combustible para los vehículos de la supervisión y el propietario, pago de alojamiento del personal de la Supervisión, útiles y material gastable de oficina, y otros gastos similares, la tasa a aplicar será de solo un diez por ciento (10%). Esto costos serán facturados en las certificaciones mensuales en el ítem correspondiste a Supervisión, Ítem III) "Servicios por Administración" de la Lista de Cantidades. El Contratista está obligado a presentar todas las, facturas, recibos, comprobantes en relación a los gastos para cubrir estos servicios.

0.12.2 Costos más honorarios

En caso de otras obras adicionales o complementarias u otras cuya ejecución se pacte el sistema de costos más honorarios, en caso de solicitársele, para aquellos casos en que no sean utilizado costos extraídos de los análisis de preciso existentes o de la lista de materiales, equipos y mano de obra del contrato, el Contratista estará obligado el contratista está obligado a presentar todas la propuestas, cotizaciones, facturas , comprobante, recibos de que disponga en relación a los gastos para esto trabajos.

Por concepto de El honorarios y porcentaje por gastos generales se agregarán al precio del costo la tasa de 15% indicado en el numeral 0.12.1

SECCION 1. REQUERIMIENTOS GENERALES

1.1. GENERALIDADES

1.1.1. ALCANCE

El Contratista será responsable por la construcción, pruebas, puesta en marcha y entrega a la EGEHID del Proyecto DE LAGUNA DE ALMACENAMIENTO_____ (Proyecto) de los componentes de obra civil en general, vial, hidráulica, hidromecánica y. El Proyecto está diseñado de acuerdo a la práctica internacional de ingeniería y se construirá en su totalidad con partes nuevas.

El Proyecto comprende los siguientes aspectos:

- Campamento
- Construcción de camino de acceso y servicio (a Obra de Toma)
- Sistema de conducción con líneas de aducción y de impulsión
- Lagunas de riego (7)
- Sistema de distribución desde lagunas de riego hasta los hidrantes
- Estaciones de bombeo ()
- Canteras y botaderos
- Trabajos de mitigación ambiental

1.1.2. NORMAS Y ESTÁNDARES

Las Normas por las cuales se regirá el diseño y construcción del Proyecto se indican en las correspondientes Secciones de los Requerimientos Técnicos, para dichas Normas especificadas se tendrá en cuenta su última revisión o edición. Se podrán utilizar Normas equivalentes internacionales reconocidas en la industria, con la aprobación de la EGEHID.

En las diferentes secciones de los Requerimientos Técnicos se hace referencia a las siguientes Normas:

Tabla No. 1-1: Normas referidas y Abreviaturas

Nombre	Abreviatura
"American Institute of Steel Construction", 345 East 47th Street New York, NY 10017	AISC
"American National Standards Institute", 1430 Broadway New York, NY 10018	ANSI
"American Society of Mechanical Engineers", 345 East 47th Street New York, NY 10017	ASME
"American Society for Testing and Materials", 1916 Race Street Philadelphia, PA 19103	ASTM
"American Welding Society", 345 East 47th Street New York, NY 10017	AWS
"Association of Edison Illuminating Companies", 51 East 42nd Street New York, N.Y. 10017	AEIC
"Steel Structures Painting Council", 4400 Fifth Avenue Pittsburgh, PA 15213	SSPC
"Underwriters' Laboratories", 207 East Ohio Street Chicago, IL 60611	UL
"Insulated Cable Engineer's Association", 283 Valley Road Montclair, NJ 07042	ICEA
"International Electrical Commission", I, Rue de Varuembe Geneva Switzerland	IEC
"National Electric Code", National Fire Protection Association 470 Atlantic Avenue Boston, MA 02210	NEC
"Institute of Electrical and Electronic Engineers", 345 East 47th Street New York, NY 10017	IEEE
"National Electrical Manufacturer's Association", 115 East 44th Street New York, NY 10017	NEMA
"Anti Friction Bearing Manufacturer's, Association" 2341 Jefferson Davis Highway, Arlington, VA 22202	AFBMA

"National Electrical Safety Code", National Bureau of Standards c/o Superintendent of Documents U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402	NESC
"National Fire Protection Association", 470 Atlantic Avenue Boston, MA 02201	NFPA
"Air Moving & Conditioning Association", 30 West University Drive Arlington Heights, IL 60004	AMCA
"American Water Works Association", 6666 West Quincy Avenue Denver, CO 80235	AWWA
"Joint Industry Conference", Rackham Building Detroit, MI 48202	JIC

1.1.3. MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN

La movilización deberá incluir el traslado de todo personal, plantas, y equipos al sitio del proyecto. También incluye la construcción del campamento para el personal, oficinas, laboratorios, talleres, sistemas eléctricos, sistemas de iluminación, sistema de agua potable, sistema de aguas servidas e instalaciones misceláneas tales como gasolineras, casetas de campo, etc.

La desmovilización consiste en el retiro del personal, equipos y plantas de construcción, liberando las áreas utilizadas o afectadas por la ejecución de los trabajos.

1.1.4. EXPLOSIVOS

Los detonantes, mechas y espoletas no deberán, por ningún motivo, transportarse o almacenarse conjuntamente con la dinamita u otros explosivos. La ubicación y diseño de polvorines, métodos de transporte de explosivos y precauciones para prevenir accidentes, deberán estar sujetos a las estipulaciones contenidas en los reglamentos de seguridad vigentes en la República Dominicana.

Además, como requerimiento para el manipuleo y almacenamiento de explosivos, el Contratista deberá mantener un inventario de la dinamita y detonantes almacenados y retirados. El Contratista proveerá las facilidades de protección, razonables y adecuadas para prevenir el robo de explosivos y para minimizar los peligros de sabotaje a cualquier propiedad. Cualquier pérdida o robo de explosivos deberá notificarse a la EGEHID y a la autoridad competente. Sólo personal calificado y de confianza, tendrá acceso al polvorín para operaciones de almacenamiento y manipulación de explosivos.

1.1.5. PARTES DE REPUESTO

El Contratista será responsable de suministrar todas las partes de repuesto necesarias para la puesta en marcha y prueba de los equipos y sistemas suministrados, de acuerdo a la Lista de Materiales de Repuesto a Suministrar, indicada en estas especificaciones y/o en las lists de cantidades y precios.

Las partes de repuesto deberán ser intercambiables con las partes originales y del mismo material y calidad. Las partes de repuesto deberán ser adecuadamente embaladas y almacenadas para prevenir su deterioro. Los embalajes de las partes de repuesto deberán presentar una lista detallando las partes contenidas que indique claramente el nombre del fabricante, número de contrato e identificación de la parte, incluyendo número de pieza de los planos de taller.

1.2. CONTROL DE CALIDAD Y DE LOS TRABAJOS

1.2.1. DESCRIPCIÓN.

El Contratista y su personal de ingeniería tiene que mantener un Sistema de Control de Calidad adecuado junto con el personal, equipo, suministros y facilidades necesarias para obtener muestras, realizar pruebas y controlar la calidad de los trabajos.

El Contratista proporcionará al personal de la EGEHID y/o al Supervisor y todo su personal, las facilidades para que puedan verificar si el trabajo en ejecución y los materiales que se están utilizando, concuerdan con los planos y las especificaciones. Tal inspección puede abarcar la totalidad o cualquiera de las partes del trabajo, incluyendo la preparación y fabricación de los materiales que se utilizarán.

El personal de El Contratista ejecutará los ensayos de laboratorio y de campo que se necesiten para el Control de Calidad, de acuerdo con las presentes especificaciones. Para la ejecución de los ensayos de laboratorios y el muestreo el contratista podrá subcontratar los servicios de un laboratorio de mecánica de suelos y hormigones, aprobado por la Supervisión/EGEHID. Los ensayos serán Supervisados por La Supervisión. Una copia de los resultados y reporte de laboratorios será entregada directamente a la Supervisión por el laboratorio.

Durante la construcción, el Contratista deberá cuidar de no dañar las estructuras existentes, tales como la carretera regional RD-50 y sus obras complementarias, u otras; los daños ocasionados a las mismas serán de su entera responsabilidad.

El Sistema de Control de Calidad será descrito en una oferta técnica que el Contratista entregó junto con sus programas de trabajo y cronogramas de ejecución. En el mismo, se detallará el equipo, personal, ensayos y su frecuencia, y la sistematización del proceso de Control de Calidad con el fin de cumplir con los requerimientos solicitados. El Sistema de Control de Calidad abarcará y controlará todos los renglones de trabajo, excepto aquellos

que, según instrucciones del contrato, dicha responsabilidad sea de otros.

El Sistema de Control de Calidad cumplirá y realizará todos los ensayos y las mediciones que se consideren a fin de asegurar la buena calidad.

Todo lo anteriormente mencionado, será ejecutado por El Contratista en el marco del cronograma del proyecto, de tal forma que el recibimiento de las muestras, la ejecución de los ensayos, el registro y reporte, no retrasarán las etapas siguientes del trabajo (aquellas cuya realización depende de los resultados de los ensayos y mediciones) y no ocasionarán ninguna tardanza en el cronograma del proyecto.

El Sistema de Control de Calidad incluirá el registro y reporte de todo el proceso de control de calidad para cada una de las siguientes actividades por separado:

- Movimiento de Tierras
- Trabajos de Estructuras Hormigón.
- Trabajos Eléctricos y Sistemas de Servicios varios.
- Línea de Conducción
- Línea de Distribución

El Sistema de Control de Calidad del Contratista trabajará en coordinación completa y en estrecho contacto con el Supervisor y la EGEHID.

1.2.2. CONTROL DEL TRABAJO.

Deberá haber dos etapas de control para la Calidad:

a) Controles Previos. Este control será realizado previo al comienzo de los trabajos de cada etapa como fue señalado en el programa de trabajo del Contratista. Este control incluirá el examen de los requisitos del contrato, control de cantidad, calidad y disponibilidad de materiales y equipamiento y sus autorizaciones; aseguramiento de los medios a contar para llevar a cabo el control; control de áreas de trabajo y aseguramiento de los trámites previos al comienzo del trabajo.

b) Controles Corrientes de Seguimiento. Estos controles se realizarán en forma corriente de acuerdo a las exigencias del contrato y las Especificaciones Técnicas Particulares y las mismas incluyen ensayos de laboratorio y otros, hasta completar cada etapa del trabajo. El Contratista entregará reportes periódicos de su control de calidad, al menos uno por mes, los cuales incluirán el registro de los ensayos generales y los ensayos de laboratorio de acuerdo a lo que hubiere realizado durante el período que abarca el reporte. Los reportes incluirán la siguiente información para toda actividad de trabajo:

(1) Cronograma y diagrama de flujo que contendrá la identificación y descripción de la actividad, fecha de comienzo, fecha de finalización y actividades ya terminadas.

(2) Las etapas de trabajo durante la época de la ejecución del reporte (movimientos de tierra, hormigones, etc.).

(3) Etapas del control de calidad (control previo o control corriente de seguimiento), su ubicación y su tipo.

(4) Actividades del control de calidad en plantas fuera del sitio.

(5) Resultados del control incluyendo daños y medidas de reparación, que fueron o que serán tomados o, cuando los resultados de los ensayos no hayan sido aún recibidos, se señalizarán éstos en el reporte junto con la fecha estimada para su recibimiento. Los resultados que fueran recibidos después de la etapa del reporte serán incluidos en el primer reporte que será redactado después de su recibimiento.

(6) Resultado del control de materiales y equipamiento con su arribo al sitio y antes de ser integrado al trabajo asegurando la correcta entrega, prevención de daños y buen almacenaje.

(7) Instrucciones que fueran impartidas en el sitio por parte del Ingeniero Supervisor en todo lo relacionado al control de calidad.

(8) Cumplimiento de las instrucciones de seguridad del trabajo.

1.2.3. EJECUCIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD.

Todos los ensayos necesarios y que sobre ellos se decida de acuerdo al programa de trabajo que El Contratista entregue, se hará por medio del laboratorio(s). Este laboratorio será parte inseparable del sistema de control.

El Supervisor podrá permitir la ejecución de partes del trabajo relacionadas con el control de calidad aceptado. Los pagos al Contratista no se harán en ningún caso respecto a las partes del control de calidad que no fueran aprobadas.

Si se encontraran defectos en el proceso del control de calidad que pone en funcionamiento, el Contratista tendrá que tomar medidas correctivas como lo ordene el Ingeniero Supervisor.

a) Reporte de las Actividades del Control de Calidad en la ejecución del Contratista (Reportes del Control de Calidad).

Al comienzo de cada mes, el Contratista deberá entregar un plan de trabajo del mismo mes contadas las actividades programadas. Acerca del control de calidad entregará reportes cuando el Ingeniero Supervisor se lo solicite, los cuales incluirán el registro de los ensayos generales y ensayos de laboratorio de acuerdo a lo exigido en estas especificaciones y las Especificaciones Técnicas Particulares. Además, entregará un resumen de los resultados de

los ensayos en formularios para ello.

"La entrega del Área" será acompañada por un reporte de El Contratista de Control de Calidad en el cual demuestre por medio de la presentación de resultados de los ensayos requeridos que el área a entregar está de acuerdo a las condiciones de las especificaciones del contrato. Si el Contratista no realizó todo lo exigido y el área destinada a la entrega no está de acuerdo a las condiciones de las especificaciones, lo corregirá el Contratista o separará y expulsará las partes que no cumplan con las exigencias. La corrección o la separación serán responsabilidad del Contratista y por su cuenta.

b) Frecuencia de Ensayos y Pruebas de Laboratorio. El Contratista deberá llevar en la obra los controles, pruebas y ensayos de los materiales y productos terminados, respetando tanto su frecuencia como sus requerimientos.

1.2.4. PROCEDIMIENTOS DE CONTROL / INSPECCIÓN.

Se deberá efectuar cada una de las siguientes actividades en cada fase constructiva:

a) Fase Preparatoria.

(1) Revisar todos los requerimientos contractuales.
(2) Asegurar el cumplimiento del material a los requerimientos contractuales.
(3) Coordinar la entrega de documentos incluyendo Planes, certificados y permisos.
(4) Asegurar la capacidad del personal y del equipo para poder corresponder a los requerimientos contractuales.
(5) Asegurar que los ensayos preliminares fueron ejecutados.
(6) Coordinar los trabajos de replanteo y topografía.

b) Fase de Inicio.

(1) Revisar los requerimientos contractuales con el personal que ejecutará el trabajo.
(2) Inspeccionar el inicio de los trabajos.
(3) Establecer estándares de mano de obra.
(4) Proveer capacitación como sea necesario.
(5) Establecer un cronograma detallado de ensayos con base en el cronograma de producción.

c) Fase de Producción.

(1) Efectuar inspecciones continuas e intermitentes durante la obra para detectar y corregir deficiencias.
(2) Inspeccionar las obras terminadas, previo a la aceptación final de la obra.
(3) Proveer respuestas y cambios al desarrollo del proyecto para prevenir deficiencias recurrentes.

d) Descripción de Registros. Se debe enumerar una lista de todos los registros que serán mantenidos durante la obra.

1.2.5. SUB-CONTRATOS.

Se deberá incluir el trabajo a efectuar por todos los subcontratistas. Si un sub-contratista desarrollará algún trabajo bajo esta sección, se detallará cómo será la relación de ese sub-contratista con el Contratista y/o con otros sub-contratista.

Se deberá documentar el nombre, autoridad, experiencia relevante y la calificación de la persona con la máxima autoridad en el Sistema de Control de Calidad que el Contratista propone subcontratar.

1.2.6. MUESTREO.

Cuando el Ingeniero Supervisor así lo considere, se deberá tomar muestras y ensayar cualquier material que aparentemente sea distinto del material que se esté usando y que ya haya sido aprobado.

Toda la obtención de muestras tiene que estar de acuerdo con los procedimientos de la AASHTO o ASTM.

Los contenedores tienen que ser adecuados para el manejo y conservación del material de que se trate. Las muestras tomadas tienen que ser identificadas por una manera aceptable al Ingeniero Supervisor, indicando origen, fecha de muestreo, fecha de fabricación, uso propuesto, etc.

1.2.7. PRUEBAS DE LABORATORIO.

Todas las pruebas tienen que ser realizadas de acuerdo a los procedimientos de ensayo de la AASHTO o ASTM.

El Ingeniero Supervisor realizará inspecciones para determinar la aceptabilidad de los materiales y de los trabajos mediante un Sistema de Aseguramiento del Control de Calidad y utilizará los resultados de las pruebas para determinar el cumplimiento con las especificaciones.

Si durante las inspecciones, el Supervisor duda de la validez de los resultados del Sistema de Control de Calidad, debe ordenar realizar las pruebas necesarias.

1.2.8. REGISTROS.

El Contratista deberá llevar registros completos de las pruebas de laboratorio.

Para cada día de trabajo, se deberá preparar un “Registro Diario de la Inspección de las

Operaciones de Construcción". La información contenida en ese registro deberá ser avalada con la firma del Contratista.

Cuando se efectúen pruebas sobre material que esté siendo incorporado al trabajo, los resultados deberán ser entregados dentro de 24 horas, cuando aplique. La incorporación del material, o el desarrollo del proceso constructivo podrán ser interrumpidos, mientras los resultados de laboratorio no cumplan con las especificaciones.

Cuando el registro sea incompleto, erróneo, o confuso, se deberán corregir los procedimientos.

Se llevarán formatos de control donde se identificará el nombre del proyecto y número de contrato, el número de muestra y ensayo, tipo de ensayo, los límites máximos y mínimos permisibles aplicados por las especificaciones a cada parámetro que se revisa y los resultados obtenidos. Se deberán utilizar esos formatos como parte del Sistema de Control de Calidad para documentar la variabilidad del proceso constructivo, identificar problemas de equipo y de producción e identificar ajustes potenciales a los factores de pago.

Los formatos de control deberán ubicarse en una localidad accesible y mantenerlos actualizados. Cuando se encuentren problemas evidentes, se suspenderán los trabajos hasta la corrección de los mismos.

1.2.9. REQUERIMIENTOS DEL REPLANTEO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Esta actividad la efectuará el Contratista con la supervisión del Supervisor, el cual avalará lo realizado.

a) Puntos de Control. El Contratista podrá trasladar las referencias iniciales de control horizontal y vertical que interfieran con la construcción a lugares que no serán perturbados por las operaciones de construcción. El Contratista deberá suministrar al Supervisor las coordenadas y las elevaciones de los puntos trasladados antes de perturbar los puntos iniciales.

b) Secciones Transversales. En el caso de levantamientos de obras de forma prismoidal, las Secciones Transversales se levantarán normales al eje central, conjuntamente por el Contratista y la Supervisora. Su espaciamiento no deberá exceder de 20 metros. Cuando haya cambios muy notorios en la conformación del terreno, se tomarán Secciones Transversales adicionales donde se requiera. Las Secciones Transversales se deberán tomar en un ancho hasta la intersección del pie o la corona de talud proyectado con el terreno natural. Todas las distancias de las Secciones Transversales deberán ser proyecciones horizontales a partir de la línea central. Para cada sección se levantarán puntos de control en cada punto de ruptura, pero no menos de 5 metros entre ellos.

c) Estacas de Talud y Estacas Auxiliares. Se deberán colocar Estacas de Talud y Estacas Auxiliares a ambos lados de la línea central en las ubicaciones de cada sección transversal. Se deberán colocar Estacas sobre los límites de la excavación. Toda la información relacionada con las estacas de talud deberá ser incluida en las estacas auxiliares. Las estacas de talud en cualquier sección que no coincidan con el levantamiento topográfico de las tolerancias.

d) Límites de Limpieza, Desmonte y Destronque. El Contratista deberá colocar estacas para delimitar los límites de limpieza, desmonte y destronque a ambos lados de la línea central en las estaciones de las secciones transversales.

e) Restablecimiento de la Línea Central. El Contratista deberá colocar estacas de Línea Central, cada 20 metros como mínimo, a partir de las referencias recibidas y deberá restablecer estas estacas cuantas veces sea necesario para la construcción de la obra.

f) Estacas Finales para la rasante de caminos. En el levantamiento de caminos de servicio, el Contratista deberá colocar estacas finales al nivel de sub-rasante, a lo largo de la línea central y a ambos lados de la misma. Deberá colocar estacas en la parte superior de la sub-rasante y en la parte superior de cada capa del pavimento. En la intersección de la vía con otro camino, el Contratista deberá colocar estacas a lo largo de la línea central, de ambos ejes centrales, así como sus correspondientes estacas de los paseos. Cuando existan carriles de aceleración o desaceleración, en igual forma el Contratista deberá colocar estacas de Línea Central de ambos ejes, así como sus estacas en los paseos de acuerdo con las rasantes correspondientes. El Contratista deberá colocar estacas en todas las cunetas a ser revestidas.

g) Estructuras de drenaje. El Contratista Supervisor ordenará al Contratista hacer el levantamiento topográfico del cauce de la quebrada, así como el de la línea central de la vía en su intersección con el eje de la misma. Basándose en éste levantamiento, la Supervisora autorizará la ubicación y ejecución de la estructura correspondiente.

h) Puentes. El Contratista debe establecer en el campo la localización y ejes de todos los elementos de la sub-estructura, de acuerdo con lo mostrado en los planos.

(1) Muros de Retención. El Contratista deberá hacer un levantamiento especial para registrar el perfil longitudinal del muro y las secciones transversales con el espaciamiento requerido en toda la longitud que se estime necesario para la localización y cimentación del muro.

(2) Bancos de Préstamo. El Contratista deberá efectuar los trabajos especiales para el replanteo inicial y las medidas de los Bancos de Préstamo. Deberá establecer una

línea de base referenciada, límites del sitio y límites de limpieza. Asimismo, se deberá efectuar un levantamiento topográfico y se deberá registrar las secciones transversales iniciales y finales.

(3) Monumentos y Marcadores Permanentes. El Contratista deberá efectuar todos los levantamientos topográficos necesarios para establecer la localización de los monumentos y los marcadores permanentes.

1.3. MEDIDA.

No se establece ningún sistema de medida, para efectos de pago de este trabajo.

1.4. PAGO.

El pago de todos los trabajos de topografía que deba realizar el Contratista para poder construir la obra estará incluido dentro de los precios unitarios de los diferentes ítems de pago. Estará igualmente incluido el costo de reparar las marcas topográficas que resulten dañadas por las actividades de construcción. Además, el Contratista será responsable de cualquier error de topografía que resulte de desconocimiento de información que deba solicitar al Supervisor, y de las implicaciones que dicho error pueda tener en los costos del proyecto.

FIN DE LA SECCIÓN

SECCION 2. CAMPAMENTO

2.1. GENERALIDADES

El Contratista deberá preparar el terreno, instalaciones, accesos y áreas relacionadas a sus campamentos, bodegas, talleres y oficinas y suministrar a EGEHID todos los planos, catálogos, y descripciones relativas a estas instalaciones provisionales dentro de los sesenta (30) días transcurridos desde la firma del Contrato o de la Carta de Intención a proceder y en todo caso con una anticipación de quince (15) días por lo menos antes de empezar cualquier trabajo temporal o permanente.

Los documentos relativos a las instalaciones provisionales deberán ser detallados y mostrarán la ubicación, el área ocupada, las características generales y los esquemas de funcionamiento y la capacidad teórica y real.

Ninguna obra preparatoria podrá ejecutarse sin que el Contratista haya obtenido la aprobación de EGEHID al respecto.

2.2. LABORES INCLUIDAS EN LAS INSTALACIONES

Las actividades correspondientes a la instalación del Contratista incluirán lo siguiente:

1. La movilización y transporte al sitio del proyecto del equipo de trabajo del tipo fijo y móvil, materiales, herramientas, accesorios, etc., y la desmovilización final a la terminación de los trabajos.

2. Construcción, dotación, operación, mantenimiento y remoción de los campamentos, incluyendo viviendas, oficinas, comedores, sitios de recreo y demás facilidades para el personal.

3. Construcción, operación, mantenimiento y remoción de polvorines, talleres, almacenes y otros edificios necesarios para la ejecución de las obras temporales y permanentes.

4. Construcción, operación, mantenimiento y remoción de servicios de agua potable, instalaciones sanitarias, disposición de aguas negras, instalaciones eléctricas, comunicaciones, vigilancia, equipo contra incendio y demás servicios necesarios. Los servicios de agua potable incluirán los equipos necesarios para el análisis del agua y una capacidad de reserva equivalente al doble del gasto diario. Las aguas negras serán tratadas mediante cámara séptica y disposición a filtrantes profundos.

5. Construcción, dotación, operación, mantenimiento y remoción de un puesto médico del tipo para servicio de emergencia en las 24 horas equipado con no menos de un (1) puesto de atención y todos los instrumentos y equipos de primeros auxilios, que incluyen una ambulancia equipada con los equipos de intervención rápida y

personal especializado. Para accidentes más graves el Contratista deberá utilizar los servicios de hospitales públicos y privados.

6. Construcción y remoción de las obras necesarias para la instalación de las plantas fijas tales como planta procesadora de agregados, planta para la producción de concreto, grupos electrógenos, compresores de aire, depósitos, talleres y almacenes, que pudieran requerirse.

7. Construcción, dotación, operación, mantenimiento y remoción del laboratorio de acuerdo con lo señalado en estas especificaciones.

8. Construcción, dotación, operación, mantenimiento y remoción del laboratorio de acuerdo con lo señalado en estas especificaciones.

2.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD

2.3.1. GENERALIDADES

El Contratista someterá por escrito, en los primeros treinta (30) días desde la fecha de la Orden a Proceder, su propuesta para un programa de seguridad, relacionado con todos los aspectos de los trabajos a ejecutarse.

Este programa de seguridad detallará los procedimientos y los planes que el Contratista considera oportuno llevar a cabo para garantizar la seguridad y salud de su personal y del personal de sus subcontratistas.

El Contratista designará a un profesional competente, entrenado y con experiencia, para actuar como Funcionario de Seguridad, quien administrará y será responsable de la aplicación del programa de seguridad. Él llevará a cabo inspecciones de seguridades frecuentes y periódicas en las áreas de trabajo.

Además de los requisitos aquí especificados, el Contratista cumplirá con los requisitos de seguridad establecidos en los documentos y/o organizaciones siguientes:

- Normas de Seguridad vigentes en el País;
- Bureau of Mines de los Estados Unidos de América;
- USBR - Construction Safety Standards.

2.3.2. ILUMINACIÓN

El Contratista proporcionará y mantendrá, durante la ejecución de los trabajos, un sistema de iluminación adecuado para las áreas de trabajo y de tránsito.

En las áreas de trabajo se instalarán dispositivos de iluminación móviles o estacionarios, para que las actividades puedan ejecutarse con seguridad y cuidado.

Los cables para alumbrado serán instalados usando postes y soportes apropiados, y serán mantenidos en buenas condiciones durante la ejecución de los trabajos de acuerdo con las normas vigentes en el País.

A menos que se hayan especificado otros niveles de iluminación, en estas especificaciones o en otros documentos del contrato, la iluminación durante la construcción tendrá una intensidad no menor de 30 lux en las áreas de tránsito y de 100 lux en las áreas de trabajo.

2.3.3. EQUIPOS DE SEGURIDAD PARA EL PERSONAL

El Contratista proveerá a su personal y al personal de los subcontratistas, así como a los visitantes, con el equipamiento de seguridad apropiado, de acuerdo a las siguientes pautas.

- El personal, que entrará en el área de trabajos a cielo abierto o en subterráneo, llevará un casco de protección de aluminio o de material plástico resistente.
- El personal, que desarrolla su actividad en lugares donde hay peligro de clavos y otros objetos punzantes, tendrá que llevar zapatos de seguridad con refuerzo metálico en la puntera y en la suela.
- El personal, que se expone a niveles de ruido dañosos, en particular durante los trabajos de perforación, tendrá que llevar protectores para oídos.
- El personal, que desarrolla su actividad en ambientes donde hay polvo, tendrá que llevar una máscara protectora provista de filtros contra el polvo.
- El personal, que desarrolla trabajos peligrosos para los ojos o la cara, tendrá que llevar lentes de protección, gafas de protección o máscaras.
- Donde las substancias irritantes o tóxicas pueden entrar en contacto con la piel o con los trajes, el personal llevará ropa de protección o se exigirá que un médico competente aplique un ungüento de protección.
- El personal que trabaja en laderas empinadas, o en lugares donde pueda sufrir posible caída, o en sitios no protegidos por barandas fijas o redes de protección, será dotado con cinturones y líneas de seguridad.
- Las escaleras de mano (escaleras móviles) serán robustas y de tamaño idóneo para el uso específico. Las escaleras de aluminio tendrán barrotes fijos a los postes longitudinales.

2.3.4. EQUIPO DE RESCATE

Antes del comienzo de la construcción del proyecto, el Contratista organizará y entrenará una Brigada de Primeros Auxilios (BPA) con sus empleados. Esta BPA deberá ser capaz de dar ayuda inmediatamente después que ocurran accidentes causados por cualquiera causa.

El Equipo del Rescate se organizará de manera que sus miembros puedan estar listos para la acción en cualquier momento y será mantenido en estado operativo durante toda la duración de los trabajos de la Obra.

Los miembros de la BPA serán instruidos y entrenados para su tarea, por una persona calificada y con gran experiencia en la seguridad.

Cada miembro de la BPA será experto en dar primeros auxilios, así como en tratar con aparatos para respiración artificial y con los equipos contra incendio y poseerá un buen conocimiento del Sitio de la Obra.

El Contratista someterá los detalles de la organización de la BPA propuesta al EGEHID para su aprobación.

2.3.5. DESCARGAS ELÉCTRICAS

Personal especializado del Contratista periódicamente controlará la efectividad de la puesta a tierra de todo el equipo y aparatos que tienen un funcionamiento eléctrico.

Donde se emplean detonadores eléctricos, para voladuras de la roca, se instalarán equipos de control de las descargas eléctricas en el terreno. En el caso en que ocurran tales descargas se suspenderán todas las actividades que utilizan corriente eléctrica durante la carga y detonación de los explosivos, o se usarán detonadores de tipo no eléctrico.

2.3.6. PAGO

No se hará pago alguno para las medidas de seguridad especificadas en este Numeral. El Contratista incluirá los costos relacionados en los gastos generales, que forman parte de los costos indirectos de los precios unitarios y globales.

2.4. CUIDADO Y PROTECCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

Todas las áreas de trabajo deben delimitarse adecuadamente. Donde exista la posibilidad de que penetre ganado o animales domésticos, se las cercará con alambre de púas, mediante un cerramiento provisional. Si la zona de trabajo se ubica en las cercanías de un centro poblado, el cerramiento se hará con malla de alambre, madera rústica o tableros metálicos, a fin de proteger a los moradores de posibles peligros originados en la construcción y a la zona del trabajo de vandalismo.

Deberá preverse de guardianes permanentes y colocar barreras adecuadas para restringir el tráfico o el acceso a personal no autorizado.

No se permitirá acceso a persona alguna a polvorines o donde se almacenan explosivos.

Tampoco se permitirá la presencia de personal extraño durante las maniobras de carga y voladura.

Todas las áreas de trabajo deben mantenerse razonablemente limpias, sin obstáculos para la circulación y adecuadamente drenadas. Donde sea necesario se colocarán barandas,

pasamanos, escaleras y pasadizos, los cuales deben mantenerse libres de lodo, barro o material que propicie deslizamientos o caídas.

2.5. SALUD Y SALUBRIDAD

El Contratista será responsable de mantener condiciones adecuadas de sanidad y salubridad en el sitio del trabajo y de manera especial en los campamentos, comedores y sitios de elaboración de alimentos.

De manera general y como requisito previo a la contratación de personal, implementará un programa de vacunación adecuado. Proveerá de agua potable al personal e identificará claramente los lugares en donde el agua entubada no sea aceptable para consumo humano.

El contratista debe habilitar y mantener un servicio de primeros auxilios a cargo de personal competente y entrenado (enfermero) el cual, además de las funciones inherentes a su función, vigilará el estado y conservación de los alimentos, las condiciones de elaboración de comidas y bebidas y el estado general de aseo y salubridad de campamentos, talleres y sitios de trabajo.

El contratista debe proveer de sanitarios adecuados en las áreas de concentración de personal en obra, duchas para el personal, y proveer de los implementos de aseo y el servicio de limpieza de las zonas de vivienda y oficinas.

Además el Contratista será responsable por la implementación de las medidas de salud y prevención de enfermedades de sus empleados, así como de los subcontratistas empleados en el Sitio. El Contratista investigará, de inmediato, todos los accidentes que ocurran, en los que se hayan producido heridas graves y las enfermedades causadas por las actividades del trabajo y someterá al EGEHID un informe completo.

No se hará pago alguno para las medidas de salud y salubridad especificadas en este Numeral. El Contratista incluirá los costos relacionados en los gastos generales, que forman parte de los costos indirectos de los precios unitarios y globales.

2.6. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN

Los sitios destinados a almacenamiento temporal de materiales deben estar limpios, desbrozados, con pendiente adecuada para impedir la acumulación de aguas de lluvia y a distancias seguras de otras zonas de trabajo. Sus accesos y las vías internas para el tráfico de carga y descarga deben haberse delimitado adecuadamente y recibirán un tratamiento de grava para evitar la contaminación de los materiales.

No se permitirá el almacenamiento de cemento y materiales susceptibles de daño a la intemperie, estos materiales se acumularán separados del piso con una tarima de madera u otro material similar.

Los materiales se apilarán con taludes adecuados y alturas convenientes para evitar accidentes. Tuberías, hierro y otros materiales similares se almacenarán de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes. El EGEHID podrá solicitar al Contratista que cubra de la acción de la intemperie a los elementos o materiales que a su solo juicio lo requieran.

2.7. LABORATORIO

El Contratista deberá construir, operar y mantener en el Sitio de la Obra uno o más laboratorio(s) dotado(s) con todos los equipos e instrumentos necesarios para ejecutar las pruebas especificadas en estas Especificaciones Técnicas y también aquellas que sin estar especificadas son necesarias para ejecutar un eficiente control de las obras permanentes, conforme a los requerimientos particulares establecidos por el EGEHID.

El Contratista facilitara el acceso permanente al EGEHID, tanto a las instalaciones como a los resultados de las pruebas que se realicen en dichos laboratorios. Al terminar los trabajos de construcción del proyecto, incluyendo aquellos eventuales que pudieran requerirse durante el periodo de mantenimiento y garantía de las obras, el laboratorio será removido.

El laboratorio estará equipado para ejecutar pruebas normales y rutinarias de control de los materiales adquiridos o producidos para la ejecución de las obras y de manera particular con los equipos necesarios para ejecutar las pruebas relativas al análisis o calificación de: agua para hormigones, agregados para hormigones, hormigones, cemento, acero de refuerzo, materiales para terraplenes y rellenos, materiales encontrados durante las excavaciones, y lechadas para inyecciones.

El Contratista ejecutará bajo su responsabilidad y a su costo, todas las actividades inherentes al trabajo del laboratorio, tales como: extracción y transporte de muestras, materiales y testigos, ejecución de ensayos, elaboración de mezclas para ensayo o diseño, disposición adecuada del material ensayado, almacenamiento y conservación de los materiales o testigos, conservación de los registros de ensayos, procesamiento e informes rutinarios, etc.

El diseño propuesto para el laboratorio deberá ser aprobado por EGEHID antes de su construcción o montaje. Las características de todo el equipo e instrumentos a ser instalados en el laboratorio deberán también ser aprobados por EGEHID antes de proceder con la orden de suministro o de alquiler.

Las fundaciones para equipos que al funcionar generen vibraciones deberán construirse en forma tal, que éstas no se transmitan al terreno circundante. Si es posible, estas máquinas, así como las que son muy ruidosas, deberán ubicarse en zonas separadas y aisladas.

El laboratorio estará provisto con las instalaciones normales, tales como: luz, agua, ventilación y de facilidades sanitarias.

El laboratorio deberá estar provisto como mínimo del siguiente equipo e instrumentos, conforme a los equipos específicos detallados en los numerales siguientes:

- Todos los equipos e instrumentos listados en el “Concrete Manual and Earth Manual for Laboratories Type "C" de la última edición de USBR;

- Equipos y e instrumentos para el control en campo del contenido de agua y densidad de terraplenes;

- Equipos e instrumentos para el control de la permeabilidad del hormigón.

Todos los equipos deberán estar debidamente calibrados, y deberán someterse a una verificación y calibración cada 15 días o de acuerdo con lo indicado por el EGEHID.

El Contratista será responsable para el suministro de otros equipos e instrumentos como también de los repuestos necesarios para asegurar una total y continua operatividad del laboratorio.

Si uno o más resultados de los ensayos no satisfacen los requerimientos especificados, un nuevo ensayo será efectuado con una muestra compuesta con el resto de las muestras individuales utilizadas para el ensayo. EGEHID podrá ordenar en otro laboratorio la ejecución de estos nuevos ensayos, el Contratista delegará un representante, los resultados de los ensayos y los respectivos certificados elaborados por el Laboratorio designado, serán automáticamente aceptados por EGEHID, y por el Contratista, como los únicos válidos para aprobar o rechazar los materiales utilizados en el hormigón.

El Contratista definirá cuáles y cuántos laboratorios específicos necesitará instalar para cumplir con los requerimientos de estas Especificaciones (laboratorio de concretos, laboratorio de mecánica de suelos y rocas, laboratorio químico, etc.), remitiéndose a la aprobación de EGEHID para la cualificación de equipos, materiales y personal cualificado.

El costo de estos ensayos adicionales estará a cargo del Contratista.

2.7.1. LABORATORIO PARA HORMIGÓN

Además del equipo y de los instrumentos generales reportados en estas Especificaciones Técnicas, el laboratorio para Hormigón deberá estar provisto como mínimo del siguiente equipo e instrumentos específicos:

- Equipo para extracción de testigos,
- Prensa para ensayo a compresión,
- Equipo para medición de fluidez,
- Equipo para ensayo de docilidad mediante el cono de Abrams,
- Equipo de medición de contenido de aire,
- Equipo para la medición y control de la permeabilidad del hormigón,
- Equipo de ensayo esclerométrico,
- Equipo de ensayo de flexo tracción,
- Equipo de ensayo de ultrasonido,

Para las pruebas necesarias relativas a los agregados utilizados en la composición del hormigón; el laboratorio para Hormigón deberá estar provisto como mínimo del siguiente equipo e instrumentos:

- Equipo para la calibración de los agregados
- Instrumentación para la medición de cloruros y sulfatos
- Instrumentación para la determinación de las propiedades térmicas y la degradación de los agregados
- Instrumentación para la determinación de la masa, densidad relativa, densidad del filler y del absorbimiento de agua de los agregados,
- Equipo para la determinación de la abrasividad de los agregados,
- Instrumentación para la determinación de la potencial de reactividad de los agregados en presencia de álcalis,
- Equipo para la determinación de la resistencia a fracturación y aplastamiento de los agregados

El Contratista será responsable del suministro de otros equipos e instrumentos como también de los repuestos necesarios para asegurar una total y continua operatividad del laboratorio.

2.7.2. LABORATORIO PARA SUELO Y ROCA

A más del equipo y de los instrumentos generales reportados en el numeral 6.0 de estas Especificaciones Técnicas, el laboratorio para Suelos y Roca deberá estar provisto como mínimo del siguiente equipo e instrumentos específicos:

Para las pruebas necesarias relativas a los suelos:

- Equipo para la medición de humedad y de la permeabilidad,
- Equipo para la determinación de los límites de Atterberg: liquido, retiro y plástico,
- Equipo para el análisis granulométrico del terreno y determinación de su densidad granulométrica,
- Instrumentación para estudios de campo y pruebas
- Equipo para la determinación del esponjamiento del terreno
- Instrumentación para la determinación de la compactación del terreno,
- Equipo para la prueba C.B.R.

Para las pruebas necesarias relativas a las rocas:

- Equipo para la prueba de impacto
- Martillos para la roca, esclerómetros, perfilómetros
- Equipos para la medición de la humedad y carburos,
- Instrumentación para la prueba de sulfato de magnesio,
- Equipo para la prueba de tracción indirecta,
- Equipo para prueba de compresión monoaxial,

- Equipo para prueba de abrasividad y contenido de cuarzo.

El Contratista será responsable del suministro de otros equipos e instrumentos como también de los repuestos necesarios para asegurar una total y continua operatividad del laboratorio.

FIN DE LA SECCIÓN

SECCION 3. DESPEJE Y DESRAIZADO

3.1. GENERALIDADES

3.1.1. ALCANCE

El Contratista deberá suministrar la mano de obra, materiales y equipos requeridos para la ejecución de todos los trabajos de limpieza y desbroce de las áreas donde se encuentran las estructuras permanentes, campamentos, el embalse, botaderos, canteras y áreas de préstamo.

El trabajo comprendido en esta sección también incluirá el transporte del material resultante de las operaciones de limpieza y desbroce.

El Contratista deberá realizar la limpieza y el desbroce de acuerdo a los requerimientos establecidos en esta sección.

3.1.2. DOCUMENTOS RELACIONADOS

1. Sección 02: Campamento.
2. Sección 05: Desvío del Río y Control de Aguas.
3. Sección 06: Excavaciones a Cielo Abierto.
4. Sección 08: Rellenos.
5. Reglamento R-020 “MANUAL AMBIENTAL PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS VIALES”, del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC).

3.2. EJECUCIÓN

3.2.1. DESPEJE

El despeje consistirá en la tala de los árboles, la remoción, el transporte y la disposición de todos los árboles derribados, troncos, malezas, hojas, humus y otros materiales similares. Los árboles y malezas existentes en las áreas que se destinen para desperdicios deberán cortarse a una altura que no exceda los 15 cm sobre la superficie del terreno.

Las áreas destinadas para la construcción de las obras permanentes deberán despejarse totalmente. También deberán despejarse las áreas de los préstamos, áreas de cantera, caminos de acceso y servicio, áreas de campamento, áreas para estructuras

complementarias, áreas de las líneas de conducción y las áreas de embalses.

Los límites del área de despeje deberán extenderse en 10 metros medidos horizontalmente a partir de las áreas de excavación, rellenos y áreas de desperdicios. En el área de las lagunas los límites de despeje a 15 metros medidos horizontalmente con el nivel del agua en el nivel máximo normal de operación.

3.2.2. DESRAIZADO

El desraizado consistirá en la remoción, transporte y disposición de los troncos, raíces con un diámetro mayor de 2,5 cm, troncos enterrados y materiales orgánicos similares. Las áreas requeridas para las obras permanentes y para préstamos deberán desraizarse. No se requerirá desraizado en las áreas para desperdicios, ni tampoco se requerirá una operación separada de desraizado en las áreas que vayan a excavarse, cuando los materiales allí excavados no vayan a usarse para rellenos permanentes. El desraizado deberá extenderse hasta unos 10 metros a partir de los límites de los rellenos y excavaciones para las obras permanentes.

3.2.3. DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS

Todos los materiales combustibles, removidos durante las operaciones descritas anteriormente, deberán apilarse en áreas aprobadas y disponer de ellas, de acuerdo con las normativas ambientales vigentes, y el manual R-020 referido, en los lugares y áreas aprobadas para la disposición de desperdicios. Los materiales que se entierren deberán cubrirse con una capa de tierra no apta para el relleno o con otros materiales aprobados, con un espesor mínimo de 0,5 metros. Las áreas para disposición de desperdicios deberán presentar un acabado superficial parejo con taludes estables que aseguren su adecuado drenaje. El Contratista deberá conducir sus actividades de manera que perturbe lo menos posible el medio ambiente del área.

Queda expresamente prohibida la disposición de materiales de desecho, ya sea de naturaleza orgánica o inorgánica, mediante la quema o combustión en campo.

Queda expresamente prohibido el tratamiento de las áreas mediante productos químicos herbicidas y/o plaguicidas.

3.2.4. REGULACIONES Y CONSIDERACIONES AMBIENTALES

La remoción y disposición de materiales resultantes de las operaciones de despeje y desraizado durante la construcción de la obra deberá cumplir con los requerimientos establecidos en los estudios de impacto ambiental del Proyecto y con las leyes ambientales de la República Dominicana.

FIN DE LA SECCIÓN

SECCION 4. CAMINOS DE SERVICIO Y DE ACCESO

4.1. GENERALIDADES

4.1.1. ALCANCE

De acuerdo con lo especificado en esta Sección, y como se muestra en los Planos o lo ordene la EGEHID, el Contratista deberá diseñar y construir los caminos temporales requeridos para la construcción del Proyecto y rehabilitará y/o dará mantenimiento a los caminos de servicio. El trabajo descrito en esta sección comprende lo siguiente:

- Mantenimiento de caminos temporales requeridos para la construcción de las obras. El Contratista deberá construir y mantener todos los caminos temporales que requiera para la correcta ejecución de la Obra.

- Construcción de Camino de Servicio de según indicado en el presupuesto o lista de cantidades y precios.

- Rehabilitación y/o Mantenimiento de los caminos vecinales que esten indicados en la Lista de Actidades y Precios, o enlos planos u ordenada por la EGEHID.

4.1.2. DOCUMENTOS RELACIONADOS

1. Sección 01: Requerimientos Generales.

2. Sección 02: Campamento.

4.2. CONSTRUCCIÓN.

4.2.1. PRODUCTOS

Los productos esperados son los caminos de acceso a las lagunas y demás obras, descritos en la Lista de Cantidades y Precios, los cuales se han de entregar, totalmente construidos y con las capa de rodadura indicadas en los planos o descripción de la Lista de Cantidades y Precios, conforme con las especificaciones

4.3. EJECUCIÓN

4.3.1. CONSTRUCCIÓN

La construcción de los caminos de acceso y de servicio requeridos se hará de acuerdo a los requerimientos de las "Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras" R-014 (antiguo M-014), del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de la Republica Dominicana (MOPC), publicadas en su portal de internet, y/o como lo apruebe la EGEHID.

4.3.2. INFRAESTRUCTURA VIAL Y DRENAJE LONGITUDINAL INTERIOR

Para las intervenciones planteadas en la infraestructura vial y de drenaje longitudinal, caminos existentes que comunican a los sitios de lagunas y que esten contempladas en Lista de Cantidades y Precios y planos del Proyecto, se ejecutarán de acuerdo a los requerimientos de las "Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras" R-014 (antiguo M-014), del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de la Republica Dominicana (MOPC) y/o como lo apruebe la EGEHID.

FIN DE LA SECCIÓN

SECCION 5. DESVÍO DEL RÍO Y CONTROL DE AGUAS

5.1. GENERALIDADES

5.1.1. ALCANCE

De acuerdo con las especificaciones contenidas en esta Sección, y como se muestra en los Planos, o como lo apruebe la EGEHID, el Contratista será responsable por el desvío del río, la protección y el control de aguas de escurrimiento y de infiltración en todas las áreas de trabajo correspondientes a este Contrato.

El Contratista deberá diseñar, suministrar, construir, operar, mantener y remover todas las estructuras temporales requeridas para control de aguas durante la ejecución de la Obra, incluyendo pero no limitando a las ataguías de protección con su respectiva impermeabilización, caminos de acceso para la construcción, pre-ataguías, el sistema de bombeo y otras estructuras temporales que el Contratista considere necesarias para proteger la Obra y controlar todas las aguas de cualquier procedencia, superficial o subterránea, en la medida que sea necesario, a fin de permitir que los trabajos de construcción correspondientes a este Contrato puedan efectuarse en áreas libres de agua.

El Contratista deberá contemplar en su plan general de operación, el sistema y lugar de descarga de las aguas que deba manejar.

5.1.2. SECCIONES RELACIONADAS

A. Sección A-IIIA.06: Excavaciones a Cielo Abierto.

B. Sección A-IIIA.15: Hormigón Colocado en el Sitio.

5.1.3. LIMITES DE LA RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La responsabilidad del Contratista está limitada a la ocurrencia de crecientes del Río con un caudal pico de 50 m^3/s.

5.1.4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA BÁSICO DE DESVÍO (NO APLICA)

El Contratista diseñará y construirá el sistema básico de protección de la excavación de las estructuras de desvío para construcción de la Obra de Toma, con capacidad para manejar un caudal de 50 m^3/s, en cual deberá ser aprobado por la EGEHID, para su revisión y aprobación, previo a su implementación. (NO APLICA)

5.1.5. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA

A. Plan General de Operación

Como parte del plan general de operación, el Contratista deberá presentar el procedimiento de construcción del sistema de desvío del río de acuerdo a su propuesta (en caso que aplicare), incluyendo las estructuras que servirán para encauzar las aguas temporalmente y para la protección del área de trabajo, y su interrelación con las otras obras. Se deberá incluir un programa detallado de ejecución de las obras relacionadas con esta actividad, así como las características de los equipos, materiales y personal que serán utilizados, incluyendo redes de alimentación eléctrica, sistemas de control y monitoreo de agua.

Como parte del plan general de operación, el Contratista deberá presentar el plan de achicamiento necesario para todas las áreas de la obra, sin excluir el posible manejo de grandes volúmenes de agua subterránea, ni la necesidad de emplear inyecciones de lechada de cemento u otros métodos para detener o reducir la entrada del agua a la Obra.

Dentro de los 30 días siguientes a la iniciación de trabajos, el Contratista deberá someter para la revisión de la Supervisión/EGEHID el plan de achicamiento. La aceptación de dicho plan por parte de la Supervisión/EGEHID no releva al Contratista de su responsabilidad exclusiva por el funcionamiento del sistema de achicamiento.

5.1.6. CONDICIONES DEL SITIO

Información general relativa a la hidrología del río y la precipitación en la zona, información sobre geotecnia, y otras materias están disponibles en los anexos de estos documentos de licitación.

5.2. EJECUCIÓN

5.2.1. GENERALIDADES

A. General.

Todas las estructuras relacionadas con los sistemas de desvío del río en la presa y en otros sitios, y otras corrientes de agua se programarán y construirán de acuerdo a las condiciones de estos documentos

B. Construcción.

El Contratista deberá proteger inicialmente la excavación para la construcción de las estructuras desvío y toda el área de construcción.

C. Remoción.

Según se especifica en estos documentos, o cuando lo apruebe la EGEHID, el Contratista removerá las ataguías de protección.

5.2.2. CONTROL DE LAS AGUAS

A. General.

El Contratista deberá diseñar, suministrar, instalar, mantener y operar los sistemas de achicamiento con suficiente capacidad para mantener las áreas bajo su responsabilidad libres de aguas de cualquier procedencia.

B. Inicio de la Ejecución.

El Contratista no podrá iniciar la ejecución de los trabajos en ninguna parte de la obra hasta tanto no haya realizado los trabajos necesarios para el manejo de las aguas superficiales y subterráneas en dicha parte de la obra.

C. Mano de Obra y Materiales.

El Contratista deberá suministrar la mano de obra y materiales requeridos para transmitir la energía necesaria, desde la fuente de generación hasta las áreas de trabajo, para achicar las diversas partes de la obra, como se apruebe. Bajo ninguna condición se le permitirá al Contratista drenar, bombear o descargar el agua hacia otras áreas de trabajo. Las instalaciones de bombeo y las obras de desagüe deberán tener suficiente capacidad para mantener el área de construcción libre de agua de cualquier procedencia a no ser que la EGEHID lo apruebe de otra forma.

D. Adaptación y Reubicación.

Durante las diferentes etapas de construcción y desvío del río, el Contratista deberá adaptar o reubicar sus sistemas de control de aguas y achicamiento según sea requerido por los cambios físicos y dimensionales de las estructuras y accesos de la obra.

FIN DE LA SECCIÓN

SECCION 6. EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO

6.1. GENERALIDADES

6.1.1. ALCANCE

El Contratista deberá ejecutar todas las excavaciones necesarias para el proyecto, preparación de las fundaciones, efectuar el tratamiento final antes del vaciado del hormigón y colocación del terraplén, remover deslizamientos, estabilizar taludes, disponer de los materiales de desecho, y donde fuere necesario efectuar las excavaciones o ajustes requeridos, hasta lograr las elevaciones y alineamientos que se muestran en los planos de este Contrato y/o según lo apruebe EGEHID.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones que sean necesarias y emplear los métodos de excavación más adecuados para obtener superficies de excavación, regulares y estables que cumplan con las dimensiones requeridas. Para ello deberá aplicar técnicas modernas de excavación y/o voladura que reduzcan al mínimo las deformaciones y la creación de grietas en el terreno que queda fuera de los límites de excavación.

Cuando la excavación se lleve a cabo cerca de estructuras existentes o de sectores que tengan que excavarse posteriormente, tales precauciones y métodos deben evitar que las estructuras existentes o el terreno que se vaya a excavar posteriormente sufran daño o alteración. El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para la protección y seguridad de su zona de trabajo y de las obras que ejecuta, y coordinar con los demás contratistas que se encuentren trabajando en las zonas afectadas en todo lo relativo a la seguridad requerida.

Todo daño o alteración que llegare a presentarse por negligencia del Contratista en emplear dichas medidas, deberá ser reparado por el Contratista a su cuenta y a la satisfacción de la EGEHID.

6.1.2. SECCIONES RELACIONADAS

A. Sección 05: Desvío del Río y Control de Aguas
B. Sección 07: Rellenos.
~~C.~~ Sección 12: Hormigón ~~Lanzado.~~
D. Sección 09: Perforaciones e Inyecciones.
E. Sección 10: Acero de Refuerzo.

6.1.3. CLASIFICACIÓN

A. Generalidades

La excavación se clasificará como se indica más adelante y deberá incluir todas las operaciones de excavación a mano o con equipo mecánico, de perforación, voladura, carga, transporte y descarga en los rellenos, en las pilas de almacenamiento o en las áreas de desecho aprobadas. La determinación de la clasificación de las excavaciones será propuesta por el Contratista y aprobada por EGEHID.

B. Excavación Común

La excavación común consistirá en la remoción de todos los materiales hasta los niveles indicados en los planos o según lo ordene o apruebe EGEHID, y que puedan ser removidos con equipo de movimiento de tierras, desgarradores, o por métodos manuales, sin utilizar perforación y voladura continua y sistemática. Aquellos materiales que puedan ser removidos por un bulldozer Caterpillar D-6G con un solo desgarrador o por la cuchara de una Excavadora CAT 320L, se clasificarán como excavación común. La remoción de peñones menores de dos metros cúbicos, aunque requieran voladura para tal efecto, se clasificará como excavación común. Esta clasificación incluye las excavaciones para remover deslizamientos, corregir taludes empinados y remover bloques sueltos.

C. Excavación en Roca

La excavación en roca consistirá en la remoción de todos los materiales hasta las líneas y rasante indicadas en los planos o como lo ordene EGEHID, que no hayan podido ser removidos por equipos de excavación con escarificadores y que en la opinión de EGEHID, requieran perforación, voladura sistemática y continua, barrenado y acuñamiento. Estas excavaciones incluirán además del ajuste necesario para la nivelación de fundaciones, las de reperfilamiento de taludes o las que ordenen EGEHID.

Cuando se encuentren materiales por los cuales el Contratista pueda reclamar la clasificación de excavación en roca, éstos deberán ser descubiertos y expuestos a la vista hasta que EGEHID haya aprobado su clasificación y se hayan obtenido secciones transversales u otras mediciones de la misma. En caso que el Contratista proceda con la excavación sin la previa aprobación de EGEHID y/o sin obtención de secciones transversales u otras mediciones, el Contratista perderá el derecho a reclamar cualquier clasificación distinta a la aprobada por EGEHID.

D. Excavación Dental

Excavación dental consistirá en la remoción y disposición de suelo, fragmentos de roca, y roca meteorizada de juntas, diaclasas, fallas, y oquedades en el área de la fundación de la presa, o en el área de fundación de otras estructuras cuando se requiera, más allá de las líneas de excavación mostradas en los planos o aprobadas por EGEHID en el campo, cuando dicha remoción requiere el uso de métodos manuales, incluyendo chorros de aire-

agua a alta presión. La excavación dental se ejecutará como lo indique EGEHID.

E. Excavación de Préstamos y Canteras

La excavación de préstamos y canteras consistirá en la remoción de material desde las áreas de préstamo mostradas en los Planos o desde las áreas aprobadas para obtener materiales a ser usados en los rellenos o como agregados para el hormigón. Esta clasificación incluye todas excavaciones para la estabilización de los taludes en las áreas de préstamo.

F. Excavación para Conveniencia del Contratista

La excavación para conveniencia del Contratista consistirá en toda la excavación para las condiciones temporales de la obra, incluyendo, pero no limitado al acarreo temporal y caminos de acceso; oficinas del Contratista, talleres, facilidades de almacenamiento, y áreas de trabajo; y toda la excavación realizada para conveniencia del Contratista.

G. Excavación para Estructuras

Excavación para estructuras será toda excavación adicional a la excavación general mostrada en los planos, que se requiera para construir las estructuras del proyecto. La excavación para estructuras consistirá en la remoción de todo material, suelo o roca dentro de los límites de la excavación, por métodos manuales, o asistidos mecánicamente, y su cargue, transporte, y deposito en zonas de depósito aprobadas. La excavación para la presa y ataguías, la excavación para la casa de máquinas, la excavación de los portales de los túneles, la excavación del conducto de desviación y de las bocatomas no se considera excavación para estructuras. Toda excavación para estructura deberá quedar cubierta por relleno estructural, o por la estructura de concreto.

6.1.4. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA

El Contratista deberá entregar y someter a la aprobación de EGEHID los procedimientos de excavación que se propone emplear, principalmente en los aspectos relacionados con el uso de excavación mecánica o manual, equipos y patrones de voladuras, densidades de carga y demás técnicas de voladura.

El Contratista deberá entregar y someter a la aprobación de EGEHID las mezclas de diseño y resultados de los ensayos de prueba para el hormigón Lanzado que se propone emplear, como se requiere en la Sección 2.09, Hormigón Lanzado.

6.1.5. CONTROL DE CALIDAD

A. Hormigón Lanzado

El control de calidad del concreto Lanzado se efectuará según se especifica en la Sección AIII-A.09 de este Anexo, Hormigón Lanzado.

B. Voladuras

1) Operaciones de Voladura. Las voladuras que se deben llevar a cabo deberán ser conducidas por expertos, quienes mantendrán todas las licencias necesarias o permisos requeridos para el uso de explosivos. Todo el barrenado y dinamitado deberá ser realizado bajo la dirección de un supervisor calificado con experiencia. Las operaciones de voladura deberán ser de duración limitada para minimizar los impactos en instalaciones sensibles al ruido.
2) Requerimientos Regulatorios. La compra, transporte, uso, almacenamiento, y seguridad de todos los explosivos y dispositivos de explosivos, traídos al sitio o de alguna otra manera usados en el trabajo, deberán conformarse a todas las leyes y regulaciones aplicables. Todas las licencias requeridas o permisos deberán ser obtenidos por el Contratista antes que los explosivos y dispositivos de explosivos sean traídos al sitio.

6.2. PRODUCTOS

6.2.1. HORMIGON LANZADO

Los materiales para el hormigón lanzado cumplirán con los requerimientos de la Sección 2.09 de este Volumen, Hormigón Lanzado.

6.2.2. PERNOS DE ANCLAJE

Los materiales para pernos de anclaje cumplirán con los requerimientos de la Sección 8., Pernos y Barras de Anclaje, de este Volumen.

6.2.3. FIBRA DE ACERO

Los materiales para fibra de acero cumplirán con los requerimientos de la Sección 2.09, Hormigón Lanzado, de este Volumen.

6.2.4. MALLA DE REFUERZO

Los materiales para malla de refuerzo cumplirán con los requerimientos de la Sección 2.13, Acero de Refuerzo, de este Volumen.

6.3. EJECUCIÓN

6.3.1. LÍNEAS Y RASANTES

A. General

A menos que se ordene o apruebe de otro modo, la excavación deberá ser llevada hasta las

líneas y rasantes que se muestran en los planos. No se permitirán subexcavaciones en zonas que envuelvan vaciados de hormigón, ni salientes de roca de cualquier clase dentro de las líneas prescritas. La tolerancia permitida en las superficies que no envuelvan vaciados de hormigón será de quince (15) centímetros. La sobre excavación fuera de las tolerancias o líneas y rasantes según sea el caso, establecidas en estas Especificaciones o indicadas en los planos del Contrato, deberá ser rellenada con hormigón del mismo tipo y resistencia que el de la estructura que estará en contacto con las superficies sobre excavadas. En las zonas que no envuelvan vaciados, la sobre excavación deberá ser rellenada con concreto, de resistencia no inferior a 21 MPa, debidamente anclado y, según lo aprobase la EGEHID. Los trabajos de sobre-excavación deberán ser sustentados por el Contratista y aprobados por EGEHID. Trabajos que no sean aprobados por EGEHID se harán a costo del Contratista.

B. Variaciones

La EGEHID tendrá el derecho de variar la profundidad, ancho y longitud de las excavaciones, pudiendo aumentar o disminuir los taludes, incluyendo las bermas de las excavaciones, así como requerir el uso de bermas en los taludes permanentes, aunque no estén indicados en los planos, si las condiciones lo requieren o permiten tales modificaciones, con el propósito de obtener taludes y/o fundaciones más estables o económicas.

6.3.2. MÉTODOS DE EXCAVACIÓN

A. Generalidades

El Contratista deberá someter a la aprobación de EGEHID los procedimientos de excavación que se propone emplear, tales como excavación a mano o con equipo mecánico, desgarrado, utilización de cuñas y principalmente en los aspectos relacionados con patrones de voladuras, densidades de carga y demás técnicas de voladura, no menos de 15 días antes de comenzar la excavación en cualquier área y siempre que requiera modificarlos durante la excavación. La información que debe suministrar el Contratista para las voladuras deberá incluir:

- la localización y distribución de los huecos para voladuras, mostrados en planos, plantas y secciones, a escalas adecuadas;
- el tipo y potencia del explosivo, dimensiones de los cartuchos y peso del explosivo en cada hueco;
- la cantidad total de explosivo en la voladura y máximo peso de explosivo por retardo; y
- esquemas de la distribución de retardos, que indiquen claramente la secuencia de explosión y los intervalos de retardo propuestos para cada grupo de huecos.

El Contratista no deberá iniciar la excavación en un área dada ni podrá cambiar sus métodos de excavación de dicha área, hasta que EGEHID apruebe todos los diagramas de

perforación y voladura y los métodos de excavación. Salvo en caso que hayan transcurrido los 15 días calendario desde la presentación del método de excavación del Contratista, se entenderá como aprobado el método respectivo. Si en la opinión de EGEHID, los métodos de excavación adoptados por el Contratista no son satisfactorios, el Contratista deberá hacer todos los cambios de métodos, técnicas y procedimientos que sean necesarios para obtener resultados satisfactorios. Todos los costos en que se incurra por razón de tales cambios correrán por cuenta del Contratista. La aprobación por parte de EGEHID de los procedimientos de excavación ó métodos de voladuras no releva al Contratista de su responsabilidad sobre los efectos que tales puedan tener para la Obra.

La EGEHID ejercerá un control estricto sobre las voladuras controladas para conformar taludes permanentes. Los patrones de voladuras deberán diseñarse de manera que resulten en niveles de vibración que garanticen la integridad de los taludes y de las estructuras construidas u otras partes de la construcción en la zona de influencia de la voladura.

B. Requisitos Especiales

Se entiende por requisitos especiales de excavación, aquellos relacionados con las técnicas de voladura controlada y con algunas restricciones que deben tener las voladuras que afecten la integridad de los taludes o de las estructuras en zonas aledañas a las mismas.

Todas las voladuras cercanas a los límites de excavación deberán tener mayores restricciones en cuanto a la cantidad de explosivos a utilizar y al espaciado de los huecos con el fin de no alterar la roca ni producir sobre excavaciones.

Para la conformación de los taludes permanentes en roca se deberá emplear técnicas de voladura controlada, como lo son la perforación en pre-corte (presplitting) y voladura para fundaciones, cuyas normas generales se establecen a continuación.

C. Pre-corte (Presplitting)

Este sistema de voladura deberá ser utilizado en todas las superficies de roca que forman taludes permanentes de 1 horizontal a 1 vertical o más pronunciados, y el mismo consiste en perforar a lo largo de la línea de corte una hilera de huecos, cargarlos con explosivos y luego detonarlos antes que los huecos de las voladuras de producción. El diámetro de los huecos podrá variar entre 5 y 9 centímetros, y el espaciamiento entre huecos deberá ser de 40 a 80 centímetros; se deberán cargar con explosivos especiales para conformar superficies de corte, distribuidos uniformemente a lo largo de la perforación de manera que la cantidad de explosivos por área cortada sea constante.

6.3.3. VOLADURAS

A. Generalidades

Adicionalmente a lo establecido en la Cláusula 3.2 de esta Sección, el Contratista deberá someter EGEHID con 24 horas de anticipación a la hora programada de cada voladura, un

esquema de la misma, indicando la fecha, hora aproximada, ubicación y el número de perforaciones, profundidad, volumen de roca a volar y el factor de carga.

B. Daños y Perjuicios

Deberá ponerse un cuidado especial cuando se efectúen voladuras a distancia menores de 60 m de las estructuras existentes, total o parcialmente terminadas.

El Contratista deberá reemplazar y/o reparar los daños y perjuicios que ocasione a estructuras y equipos con sus operaciones de voladuras, a su costo.

En caso de que el Contratista omita suministrar la protección adecuada en forma de cubiertas o colchones de protección, EGEHID no permitirá la ejecución de las voladuras programadas.

El Contratista deberá ejecutar, la excavación en roca utilizando métodos modernos de voladura. El Contratista deberá desarrollar, aplicar y mejorar, si se requiere, técnicas idóneas de voladura con el objeto de proteger las instalaciones existentes y mantener las excavaciones dentro de las tolerancias indicadas en las presentes especificaciones o como se muestra en los planos. No se deberán usar sistemas eléctricos de detonaciones a menos que lo apruebe EGEHID.

EGEHID podrá limitar la profundidad de las perforaciones para voladuras o la cantidad de explosivos usados en cualquier lugar. El cumplimiento por parte del Contratista de las limitaciones impuestas por EGEHID no lo eximirá de su responsabilidad por cualquier daño causado.

C. Vibraciones

Se deberá tener cuidado especial para evitar daños causados por vibraciones a instalaciones y estructuras, terminadas o parcialmente terminadas.

Se deberá presentar el programa de voladuras respectivo ante EGEHID con, por lo menos, 72 horas de anticipación, para su correspondiente análisis. La decisión que tome EGEHID no podrá ser objetada. Transcurridas las 72 horas, de no obtener respuesta por parte de EGEHID, se entenderá aprobado el programa. En caso de rechazo, el Contratista deberá reprogramar la voladura, sin que esto lo exima de sus responsabilidades.

En relación con voladuras cercanas al concreto recientemente vaciado, la velocidad de partícula no instantánea deberá ser siempre menor o igual que 0,6 pulgadas por segundo (1,5 cm/seg).

Las mediciones deberán efectuarse en el punto más próximo de la estructura, en la dirección de la voladura, que reúna las condiciones más apropiadas y que garantice un resultado adecuado.

6.3.4. ALMACENAMIENTO DE EXPLOSIVOS

Los explosivos, fulminantes y mechas deberán ser almacenados en un polvorín construido de manera que puedan asegurarlos contra accidentes, daños y robo. Deberán cumplirse estrictamente las leyes y reglamentos oficiales.

6.3.5. PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES EXCAVADAS

El Contratista será responsable de la estabilidad de todos los taludes y deberá proteger hasta la terminación de la Obra, todas las superficies expuestas por las excavaciones. La protección incluirá el desvío del agua superficial y el achicamiento del agua subterránea, el suministro y mantenimiento del sistema de drenaje que se requiera para estabilizar los taludes y evitar que el agua penetre en las excavaciones. Se deberán utilizar anclajes, mallas de acero, concreto lanzado o rellenos misceláneos para proteger las superficies excavadas, y cualquier otra área indicada en los planos de este contrato u ordenados por EGEHID. Así mismo se deberá proteger cualquier otra superficie excavada, según se indique en los planos o según ordene o apruebe EGEHID.

6.3.6. ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

A. Generalidades

El Contratista será responsable de reperfilar, estabilizar y proteger los taludes excavados según lo apruebe u ordene EGEHID. Durante la operación de perfilamiento de las superficies excavadas se deberá implementar lo necesario, según lo apruebe u ordene EGEHID, para garantizar la estabilidad de la roca.

B. Deslizamientos

Todos los deslizamientos que ocurran en las áreas donde se esté excavando o que se hayan excavado, con taludes de pendientes mayores a las requeridas por el diseño y aprobadas por EGEHID, se considerarán haber ocurrido por causa de esos taludes mayores, y el Contratista deberá remover a su costo todo el material desprendido hasta llegar a un talud estable, según las líneas y rasantes que se muestran en los Planos o como lo apruebe EGEHID. Si a juicio de EGEHID, el Contratista no es responsable por algún deslizamiento ocurrido, el material deberá removerse hasta llegar a un talud estable, según las líneas y rasantes que se muestran en los planos o lo apruebe EGEHID, y se clasificará remoción de deslizamientos.

C. Rocas Sueltas o Salientes

El Contratista removerá todas las rocas sueltas o salientes en los taludes y mantendrá los mismos en condiciones de seguridad mientras progrese la excavación.

D. Concreto Lanzado

El concreto lanzado se colocará como se especifica en la Sección 2.09 de este Volumen, Hormigón Lanzado.

E. Pernos de Anclaje

Los pernos de anclaje deberán cumplir con los requerimientos de la Sección 8.2, Pernos y Barras de Anclaje, de este Volumen.

6.3.7. PREPARACIÓN DE FUNDACIONES

A. Superficies de Roca

Las superficies de roca sobre las cuales se colocará concreto o rellenos deberán excavarse al nivel final requerido, removiendo todos los bloques sueltos y fragmentos, y empleando métodos manuales u otros métodos que no fracturarán más la roca. Inmediatamente antes de la colocación del relleno, la superficie de la roca será completamente limpiada de suciedad y escombros por chorro de aire y agua de alta presión. Cuando se coloque el concreto o relleno para el núcleo directamente sobre la roca, la superficie en contacto deberá estar limpia y libre de aceite, agua corriente o estancada, láminas de roca, capas objetables, escombros y fragmentos de roca suelta o semisuelta. Las fallas, zonas de corte, hendiduras y grietas en la roca, deberán limpiarse hasta una profundidad satisfactoria, usualmente el doble de su ancho o la establecida por EGEHID. Una vez alcanzadas las líneas y rasantes indicadas en los Planos podría surgir la necesidad de remover cualquier material inadecuado para fundación, según ordene o apruebe la EGEHID. La superficie que recibirá concreto o relleno de núcleo nuevo será humedecida si es necesario, pero se mantendrá libre de agua estancada o de agua circulante. Lechada de mortero deberá ser barrida en la superficie limpia de roca inmediatamente antes de iniciar la colocación del concreto.

B. Superficies de Tierra

Las superficies de tierra sobre las cuales se ha de colocar relleno o concreto, deberán ser niveladas suficientemente para permitir el uso eficiente del equipo de compactación. Las superficies deberán estar libres de agua estancada o de agua circulante y deberán ser humedecidas o secadas como se requiera.

C. Superficies de Tierra y Roca

La superficie de roca y tierra mezclada sobre la cual ha de ser colocado relleno o concreto, deberá ser preparada nivelándola o suavizándolo suficientemente para permitir un uso efectivo del equipo de compactación. Donde sea ordenado, la tierra deberá ser removida de entre los afloramientos de roca, y los huecos resultantes o depresiones, deberán ser rellenados con concreto vaciado en sitio, colocado y compactado manualmente.

D. Superficies de Roca Meteorizada

Las superficies de roca meteorizada deberán ser tratadas ya sea como superficies de roca, superficies de tierra, o superficies de tierra y roca, dependiendo del grado de meteorización.

El tratamiento de la fundación incluye la remoción de desplomes, taludes empinados y bloques sueltos como indican los planos.

E. Excavación Dental

Zonas de juntas, diaclasas, fallas, fracturas y oquedades descubiertas por la excavación a nivel final, y que estén rellenas de suelo, fragmentos de roca suelta u otros materiales blandos, se inspeccionarán, y su profundidad se investigará mediante excavación manual, o perforación. Estos rasgos se deberán limpiar completamente, removiendo partículas de suelo y todos los fragmentos de roca mediante excavación manual, chorros de aire, chorros de aire-agua, u otros métodos satisfactorios o combinación de los mencionados. Una vez se limpie el rasgo geológico encontrado hasta la profundidad total o la definida por EGEHID, se deberán rellenar con concreto dental, de acuerdo a la Anexo II, Sección 2.15, Hormigón Colocado en Sitio.

6.3.8. DISPOSICIÓN DE MATERIALES EXCAVADOS

Los materiales procedentes de las excavaciones que sean adecuados para ser usados para la fabricación de rellenos, deberán ser llevados a los sitios indicados por EGEHID. Los materiales que no sean necesarios o adecuados para la construcción de las obras, deberán depositarse en las áreas para desperdicio que se muestran en los planos o donde lo apruebe la EGEHID, cumpliendo con lo especificado en la Sección 2.02, Instalaciones, Campamento y Mantenimiento durante la Construcción.

6.3.9. DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS

Todos los materiales combustibles utilizados durante la construcción de las obras, deberán enterrarse en áreas aprobadas para la disposición de desperdicios. Los materiales que se entierren deberán cubrirse con una capa de tierra, o con otros materiales aprobados con un espesor mínimo de 0,5 m. Las áreas para disposición de desperdicios deberán presentar un acabado superficial parejo que asegure su adecuado drenaje y taludes estables. Al terminar estos trabajos el relleno se deberá proteger con una capa de roca con un espesor de 1,50 m. El Contratista deberá conducir sus actividades de manera que perturben lo menos posible el medio ambiente.

FIN DE LA SECCION

SECCION 7. RELLENOS

7.1. GENERALIDADES

7.1.1. ALCANCE

El Contratista deberá suministrar, colocar, compactar, y mantener los materiales para todos los rellenos del proyecto según se muestran en los planos y/o según lo apruebe la EGEHID. El Contratista deberá preparar la fundación sobre las cuales se colocarán rellenos, y protegerlos hasta la entrega de las Obras a la EGEHID.

7.1.2. SECCIONES RELACIONADAS

A. Sección 05: Desvío del Río y Control de Aguas.

B. Sección 06: Excavaciones a Cielo Abierto.

C. Sección 11: Perforaciones e Inyecciones.

7.1.3. REFERENCIAS

Las siguientes publicaciones, las cuales se denominarán en lo sucesivo por su designación básica solamente, denotan normas que forman parte de estas Especificaciones en la medida que lo indiquen las referencias a ello:

(1) ASTM C 33. Especificación para los Agregados de Concreto (Specification for Concrete Aggregate);

(2) ASTM C 15, Especificación para el Cemento Portland (Specification for Portland Cement);

(3) ASTM D 698, Métodos de Ensayo para la Relación Humedad/Densidad de las Mezclas de Sólidos y Agregados de Suelo con Pisones de 5 lb (2 kg) y Caída de 12 pulgadas (300 mm) (Test Methods for Moisture-Density Relations of Solids and Soil-Aggregate Mixtures, Using 5lb(2-kg) Rammer and 12-in (300 mm) Drop);

(4) ASTM D 2217, Práctica de Preparación de Muestras de Suelo para los Análisis de Granulometría y la Determinación de Constantes del Suelo (Practice for Wet Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soil Constants);

7.1.4. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA

Cuatro semanas (4) antes de iniciar la colocación de rellenos el Contratista remitirá a la EGEHID para su aprobación, información referente a las zonas que explotará para obtener los materiales de relleno. Además deberá establecer la forma en que explotará esas zonas, los procesos o tratamientos que se aplicarán a los materiales y el producto final que obtendrá de dichos procesos y alguna otra información que estime de interés, como por ejemplo, el porcentaje de material de rechazo u otros. Si la EGEHID requiere muestras de alguno de estos materiales para su análisis en laboratorio el Contratista se las proporcionará sin costo alguno

7.1.5. CONTROL DE CALIDAD

El Contratista deberá efectuar todos los ensayos y pruebas necesarios para demostrar el cumplimiento de los requisitos exigidos y al menos con la frecuencia ya especificada. El Contratista estará obligado a entregar toda la información de los resultados de los ensayos con la mayor brevedad y en forma oportuna.

La EGEHID comprobará y verificará que los trabajos están siendo ejecutados según los requerimientos. El Contratista debe considerar que la EGEHID efectuará sus controles ya sea tomando sus propios ensayos en una proporción respecto a la frecuencia exigida al Contratista o por medio del seguimiento de los ensayos realizados por este.

De acuerdo con los resultados de esta comprobación la EGEHID podrá rechazar los trabajos hasta conseguir que los resultados cumplan lo exigido. En los casos en que exista discrepancia entre los valores obtenidos por la EGEHID y el Contratista para la aceptación o rechazo de lo ejecutado, prevalecerá el criterio que adopte la EGEHID.

El Contratista deberá dar las facilidades necesarias y eventualmente proveerá personal y recursos para la obtención de muestras, y por este concepto no se hará pago separado.

Con los resultados obtenidos en estos rellenos de prueba, el Contratista emitirá un informe detallado de la experiencia realizada y lo hará llegar a la EGEHID para su conocimiento. La información contenida en este informe deberá señalar, a lo menos:

- Características geotécnicas del material
- Características técnicas y operacionales del equipo empleado
- Metodología empleada
- Topografía
- Ensayos de densidad
- Ubicación del muestreo de los ensayos Próctor
- Ubicación en planta topográfica de todos los ensayos de control
- Medición de humedad de la muestra
- Densidades de todos los ensayos de control incluso los desfavorable
- Granulometría de cada muestra de los ensayes de control

Para garantizar la calidad de los rellenos, el Contratista deberá efectuar todas las pruebas y ensayos necesarios, de acuerdo a sus propios programas, aprobados por la EGEHID o según instrucciones de ésta. Para ello, deberá disponer en faena de personal de laboratorio experimentado y de los equipos para los ensayos básicos.

Las pruebas y ensayos básicos a ejecutar serán los siguientes:

Tabla No. 7-1: Pruebas y Ensayos Básicos para Rellenos

Ensayo	**Procedimiento**
Granulometría	ASTM D422
Relación Humedad-Densidad de Suelos	ASTM D-698
Peso Específico	ASTM C127 Y ASTM D854
Límite Líquido, Limite Plástico, e Índice de Plasticidad	ASTM D4318
Densidad Relativa	ASTM D2049
Densidad en Sitio	ASTM D1556

La ejecución de las pruebas, ensayos y/o instalación de los elementos del Contratista podrá ser supervisada y/o inspeccionada por la EGEHID, quien entregará las observaciones, comentarios o sugerencias que éstas merezcan.

Si los resultados de las pruebas y/o ensayos no cumpliesen con lo especificado, la EGEHID podrá ordenar la ejecución de pruebas y/o ensayos de otros materiales alternativos, tantas veces como sea necesario para lograr los resultados requeridos. Para esto, el Contratista suministrará y/o fabricará los elementos que sean necesarios para la ejecución de estos trabajos.

Durante la ejecución de los rellenos y mientras se desarrollen las actividades de compactación de capas, el Contratista mantendrá su propio control sobre el número de pasadas de rodillo aplicadas. Esta información será incorporada a los registros de control de capa que deberá llevar El Contratista, donde se incluirá el control de densidad, ubicación de este control, número de capas, tipo de relleno, etc.

7.2. PRODUCTOS

7.2.1. MATERIALES

A. General

Los materiales para los rellenos deberán obtenerse de la excavación requerida, de un área de préstamo aceptable y áreas de canteras. Procesamiento mecánico será requerido para producir algunos de los materiales especificados. Los materiales deberán ser razonablemente bien gradados excepto donde sea especificado, y deberán estar libres de raíces y material orgánico. La gradación de los materiales será determinada en muestras tomadas en el relleno después de la compactación. Todos los porcentajes de los tamaños del grano referidos aquí son por peso. Todos los tamaños de tamices especificados son los Tamices Estándar de los EE UU. La calidad de todos los materiales y su colocación en los rellenos deberán estar sujetos a aprobación. Todo material inaceptable encontrado en los límites del banco de préstamo o de las áreas de la cantera, deberá dejarse en sitio a menos que su excavación se requiera para explotar una capa inferior.

B. Relleno de Material Impermeable

El relleno de material impermeable consistirá de materiales libres de suelo orgánico o de otros materiales no aceptables. El material deberá ser bien gradado con los siguientes límites:

Tamaño máximo 150 mm, y el 35 % mínimo de material pasando No. 200.

C. Relleno de Tierra.

El relleno de tierra deberá ser de un banco de préstamo aprobado. El material deberá ser bien gradado con los siguientes límites:

Tamaño máximo 300 mm.

D. Relleno de Filtro

El filtro estará constituido por arenas duras e inalterables. Deberá ser procesado de tal modo que cumpla con los requerimientos del ASTM C 33 o como lo apruebe la EGEHID.

E. Enrocado de Protección

El enrocado de protección deberá ser bien gradado, duro, durable, y de roca no meteorizada. El material deberá contener piedras de tamaño máximo 0,60 m y no más del 15% deberá ser de tamaño menor de 0,1 m.

7.2.2. EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

A. Equipo Escarificador y de Nivelación

Motoniveladoras, escarificadores de disco de servicio pesado y tractores deberán estar disponibles en el sitio en un número suficiente para modificar la humedad, regar y mezclar los materiales de relleno y mantener una superficie del relleno razonablemente suave durante las operaciones de construcción. El escarificador de disco deberá ser capaz de mezclar los materiales de relleno a una profundidad de por lo menos 2cm.

B. Equipo de Compactación

1. General. El equipo de compactación requerido para la construcción de rellenos deberá concordar con los requerimientos siguientes.

   a. Rodillos de Cojinetes. Los rodillos deberán ser equivalentes al compactador de Caterpillar 815F (20 toneladas) de cojinetes. El área de la pata deberá ser de 19 cm^2.

   b. Rodillo de Tambor Liso Vibratorio. Los rodillos deberán ser equivalentes al DYNAPAC CA25 de 10 toneladas.

   c. Compactadores Mecánicos Manuales. Los compactadores mecánicos manuales o pisones motorizados para compactar material en áreas confinadas, deberá ser del tamaño satisfactorio y tener suficiente potencia para lograr la compactación requerida.

7.3. EJECUCIÓN

7.3.1. LÍNEAS Y NIVELES

Los rellenos deberán ser construidos a las líneas y niveles, y secciones transversales mostradas en los planos. Una tolerancia de ± 1cm será permitida en un área de 5 m por 5 m, excepto en los enrocados de protección. Una tolerancia de ± 15 cm será permitida para los enrocados de protección. Las pendientes expuestas a la vista, incluyendo pendientes de enrocado, deberán ser arregladas para parecer superficies finales. Las pendientes de los rellenos podrían incrementarse o disminuir u otros cambios podrían ser realizados según lo requieran las condiciones encontradas durante la construcción, previa aprobación de la EGEHID.

7.3.2. PREPARACIÓN DE LA FUNDACIÓN Y LAS SUPERFICIES DE RELLENO EXISTENTE

A. General

Todas las superficies en donde, o en contra de las cuales se colocara relleno deberán ser preparadas como se especifica en esta Sección, y en la Sección 2.06, Excavaciones a Cielo Abierto. Todas las fundaciones deberán ser drenadas y estar libres de agua estancada o de agua circulante, según lo requerido y/o apruebe la EGEHID. Ningún relleno deberá ser colocado hasta que la fundación haya sido aprobada.

7.3.3. COLOCACIÓN

A. General

(1) La distribución y gradación de los materiales en las zonas de relleno, deberá ser tal que distintas partes de estas zonas estarán libre de lentes, bolsas, vetas, o capas de material diferente sustancialmente en textura o graduación del material de los alrededores. El movimiento de vehículos en el relleno deberá ser controlado para prevenir huellas o corte del relleno. Cargas sucesivas de material deberán ser vaciadas en el relleno paralelo al eje de la presa, así como para producir la mejor distribución práctica del material.

(2) Los rellenos deberán ser mantenidos y protegidos de una manera satisfactoria en todo momento hasta la finalización y aceptación del trabajo tan pronto como sea práctico; después de que la construcción de los rellenos haya comenzado, las superficies deberán ser inclinadas o coronadas suficientemente para prevenir estancamiento de agua, y esta corona o pendiente deberá ser mantenida durante la construcción.

(3) Las pendientes temporales de construcción en el relleno no deberán tener pendientes mayores de 2 horizontal a 1 vertical, a menos que sea aprobado lo contrario.

(4) El material impermeable que sirva de núcleo debe mantenerse siempre más alto que las zonas adyacentes pero la diferencia de altura entre el núcleo y los filtros adyacentes no debe ser mayor de 0.3 m.

(5) Cualquier material definido como inadecuado después de ser colocado en los rellenos, deberá ser removido y reemplazado. Cualquier material considerado inadecuado por la EGEHID, deberá ser excavado y removido de los rellenos y deberá ser botado en áreas designadas. Las áreas excavadas deberán ser apropiadamente rellenadas.

(6) Cuando la excavación requerida de material adecuado para relleno progrese a una tasa más rápida que la colocación en los rellenos, tales materiales excavados se apilarán hasta que su uso sea autorizado.

(7) Durante el volteo y esparcido de los materiales de relleno en él, una fuerza de trabajo adecuada para remover todas las raíces, basura, y escombros, deberá ser

mantenida en todo momento. Raíces, basura y escombros deberán ser removidos del relleno y disponerse de ellos de una manera adecuada.

(8) Material en contacto con estructuras deberá mantenerse hasta 0.6 m más alto que el resto del relleno.

(9) Las superficies para recibir relleno de material impermeable, relleno común y filtros deberán ser preparadas de conformidad con la Sección-2.06, Excavaciones a Cielo Abierto. Las depresiones de la fundación se rellenarán cuidadosamente colocando y compactando a mano estos materiales hasta lograr un espesor suficiente para permitir el uso del equipo esparcidor. Los materiales deberán entonces ser volteados y esparcidos en capas horizontales continuas, y compactadas como se especifica.

B. Enrocado de protección

El enrocado de protección podrá ser colocado por volteo y deberá ser colocado en la cara de la pendiente a las líneas y niveles mostrados en los planos. Las operaciones de colocación, incluyendo manejo, pilas de acopio y transporte, deberán producir razonablemente una masa uniformemente graduada de roca sin áreas abiertas grandes, libre de bolsas reprobables de pequeñas piedras y grupos de piedras grandes, y que tenga una superficie regular razonablemente acabada. El piedraplén deberá ser colocado a su total espesor en una operación y de tal manera que se evite su estratificación. Tractores no deberán ser usados en conformar la pendiente del piedraplén subsecuente a su colocación. El espesor promedio de la capa del piedraplén, no deberá ser menor que el espesor total mostrado en los planos.

7.3.4. CONTROL DE HUMEDAD

A. General

El contenido de humedad de los materiales de relleno deberá ser tal que los rellenos puedan ser compactados como se especifica en esta Sección. La humedad no deberá causar atascamiento del equipo y deberá ser tal que el relleno no muestre surcos y bombeo cuando este sujeto a la acción de las llantas y huellas del equipo. El contenido de humedad deberá estar dentro de los límites permisibles especificados en estas especificaciones para varios tipos de rellenos.

B. Relleno de Material Impermeable y Material Común

Para el material impermeable, y el material común, se deberá tener una humedad comprendida entre +3% y - 2% del valor óptimo determinado en el laboratorio siguiendo el método descrito en la norma ASTM D-698 (o similar.) El contenido de humedad deberá ser uniforme a través de toda la capa. El contenido de humedad del material que se coloque cerca de las estructuras debe ser mayor que el óptimo. El material más seco que el especificado, deberá ser humedecido. La aplicación de agua al material para este propósito deberá hacerse en el lugar de la excavación ajustes menores al contenido de humedad serán permitidos en el relleno. Escarificar, revolcar, u otro trabajo con el material será requerido para

producir un contenido uniforme de agua después del rociado.

C. Filtro

No se requiere control de humedad para colocar este material, con la excepción del filtro, que debe estar suficientemente húmedo para evitar aumento en volumen.

D. Enrocado de protección

Ningún control de humedad será requerido.

7.3.5. COMPACTACIÓN

A. General

1. Después de que cada capa ha sido humedecida y acondicionada como se describe en el Numeral 3.4, Control de Humedad, deberá ser inmediatamente compactada por equipo apropiado de construcción como se especifica más adelante.

2. Los materiales que no pueden ser compactados por el equipo especificado de construcción por la ubicación de tales materiales, deberán ser compactados con otros equipos de construcción o métodos, hasta una densidad por lo menos igual a la densidad lograda por los métodos y equipo de construcción especificados.

3. La compactación de cada capa deberá proceder de una manera sistemática, ordenada y continua, como también asegurará la cobertura especificada del terraplén. El rodamiento deberá ser paralelo a los ejes del terraplén, excepto donde exista insuficiente espacio para tales operaciones.

4. El equipo de compactación alternativo, distinto del especificado no deberá ser usado sin antes ser aprobado. La aprobación será basada en evidencia satisfactoria que tal alternativa producirá relleno compactado igual o mejor que el obtenido con el equipo especificado bajo condiciones similares de operación.

5. El equipo de compactación deberá concordar con los requerimientos de esta Sección

B. Métodos de Compactación

Los materiales de relleno deberán ser compactados como se especifica aquí. La tabla siguiente indica los espesores de las capas después de compactar y el número de pasadas establecidas para obtener la compactación. Los espesores de capa y número de pasadas deberán ser ajustados, incrementados o disminuidos como se ordene para obtener resultados

requeridos. Una pasada se define como un viaje del equipo de compactación sobre el área a ser compactada para asegurar una cobertura completa del área por el equipo de compactación que ha sido usado.

Tabla No. 7-2: Requerimientos según el tipo de material de relleno

Zona Designada	Equipo de Compactación	No. Pasadas (mínimo)	Espesor especificado	Densidad Mínima	Límites de Humedad
Material impermeable	Rodillos pata de cabra	6	15 cms (después de compactada)	95% ASTM D 698	-2% Optimo +2%
Material común	Rodillos pata de cabra	6	25 cms (después de compactada)	95% ASTM D 698	-2% Optimo +2%
Material granular/filtro	Tambor vibratorio liso	4	25 cms (después de compactada)		

C. Relleno alrededor de las Estructuras

Ningún relleno deberá ser colocado en contra de las estructuras hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para soportar el material. El relleno deberá concordar con los requerimientos para los materiales de relleno apropiados, según lo especificado en esta Sección. Donde el espacio permita la operación de equipo de movimiento de tierra, el material de relleno deberá ser descargado, esparcido y compactado de acuerdo a las disposiciones aplicables de esta Sección. En espacios confinados el relleno deberá ser descargado y esparcido en capas de espesor de 10 cm y cada capa deberá ser compactada a mano o con apisonadora de potencia, o placa vibradora, así que la compactación resultante será igual a la obtenida para la compactación especificada para el tipo de material de relleno usado. El relleno deberá colocarse y compactarse eventualmente en todos los lados de la estructura.

D. Enrocado de Protección

La compactación del enrocado de protección y su filtro base no serán requeridas.

E. Prueba de la Compactación del Relleno

La densidad y otras pruebas en el relleno, y las pruebas de laboratorio relacionadas deberán ser conducidas para determinar la calidad del trabajo de conformidad con estas especificaciones, y de acuerdo con los requerimientos de los controles de calidad. Los materiales superficiales deberán ser removidos y se ayudará al personal de laboratorio como sea necesario para ejecutar muestreo y pruebas. Deberán tomarse precauciones según sea necesario, para proteger el personal de accidentes debido a las operaciones de construcción mientras ellos estén realizando trabajos de prueba en el relleno. El equipo no deberá ser

operado sobre un área en la cual pueda influir en los resultados de las pruebas.

FIN DE LA SECCION

SECCION 8. PERNOS Y BARRAS DE ANCLAJE

8.1. GENERALIDADES

8.1.1. ALCANCE

Esta sección cubre el suministro y la instalación de los pernos de anclaje y barras de anclajes con todos los accesorios requeridos tal como se muestra en los planos o como lo apruebe la EGEHID.

El diámetro, la orientación y las longitudes de los huecos a perforarse para los pernos de anclaje, los métodos de perforación, la limpieza etc., serán tales que aseguren su correcta instalación de acuerdo a estas especificaciones.

Las perforaciones para las barras de anclajes serán efectuadas sea con taladro de percusión o a rotación y lavadas con agua a presión y luego a presión de aire.

Los pernos de roca a los cuales se refiere este capítulo servirán como soporte de la roca en las excavaciones a cielo abierto o subterráneas.

Las barras de anclaje en hormigón servirán para anclajes de estructuras vaciadas en contacto con la roca.

8.1.2. SECCIONES RELACIONADAS

A. Sección 06: Excavaciones a Cielo Abierto.

8.1.3. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN

Al menos con quince (15) días de anticipación del comienzo de los trabajos, el Contratista presentará a la EGEHID para su aprobación un programa detallado de las operaciones y métodos que utilizará para la instalación de los pernos de anclaje.

El programa deberá incluir dibujos detallados y una descripción que comprenda, sin limitarse a ello, lo siguiente:

- Tipo y dimensiones del perno propuesto.
- Ubicación, longitud, diámetro y dirección de las perforaciones.
- Los materiales y las proporciones de las mezclas para la inyección de los pernos.
- y tensionado de los pernos.

- Los métodos de operación que incluyan, perforación, instalación, inyección, fijación El tipo y cantidad de equipo a ser usado en la operación.

Los pernos de anclaje y las barras de anclaje serán del tipo inyectado. El diámetro y la longitud de las barras están indicados en los planos.

La EGEHID podrá variar en cualquier momento la longitud de los pernos, si lo considera conveniente según las condiciones encontradas en la excavación.

El Contratista deberá tener almacenados en todo momento, pernos de anclaje de las longitudes indicadas en los planos y de otras longitudes en caso sean solicitadas con antelación por la EGEHID. Cualquier atraso en el avance de las obras debido a la falta de tal stock en el almacén será de responsabilidad del Contratista.

8.2. PRODUCTOS

8.2.1. PERNOS DE ANCLAJE

A. Generalidades

Los pernos de anclaje deberán ser fabricados con base en barras de acero corrugado, laminadas en caliente, de 428 MPa de esfuerzo de fluencia, de acuerdo con la norma ASTM A-615 y con una carga máxima de fluencia a la tensión garantizada de 25t.

Las placas superficiales, las arandelas y las tuercas de los pernos de anclaje deberán ser fabricadas de acuerdo con los requisitos de carga de dicho perno.

La resina, si se utiliza, será fabricada por una compañía comercialmente reconocida, fabricada con base en elementos epóxicos y envasada en forma de cápsulas, con tiempo de fragua rápido o lento para su uso con pernos tensados o sin tensar, respectivamente y transportada, almacenada y utilizada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El mortero de cemento, si se utiliza, se diseñará, y mezclará de acuerdo a los requisitos de la Sección 15, Hormigón Colocado en el Sitio, de este Volumen. El mortero se diseñará específicamente para su uso con pernos de anclaje, ganando resistencia rápidamente para proveer soporte efectivo al perno y a la masa rocosa. El producto no deberá contener ningún material que pueda corroer los pernos de anclaje, tendrá bajo nivel de retracción durante hidratación, y resistencia adecuada para servir de unión entre la masa rocosa y el perno, y desarrollar la capacidad de este.

B. Fabricación de los Pernos de Anclaje

Los pernos de anclaje serán fabricados en diversas longitudes y diámetros, según lo especificado. La longitud de la barra especificada será igual a la longitud requerida para su inserción en la roca, más la longitud de la porción roscada que sobresalga de la roca según se requiera para la instalación. Uno de los extremos del perno deberá estar roscado en no

menos de 150 mm con un roscado de hilo corriente, el cual no deberá reducir el diámetro global especificado en más de 3 mm. El otro extremo será biselado, con el fin de facilitar la instalación.

Se suministrarán algunas barras con un extremo roscado o con ambos extremos roscados, con el fin de permitir su extensión. Los acoplamientos para las extensiones de las barras serán compatibles con las propiedades del material de los pernos de anclaje y capaces de soportar las cargas máximas de tensión de la barra.

Las placas superficiales serán cuadradas, de 150 mm de arista (o como lo recomiende el fabricante), de 10 mm de espesor y se ajustarán con una arandela biselada o semiesférica con el fin de permitir su fijación a inclinaciones hasta de 30º con respecto a la normal del perno y ajustar los pernos firmemente a la superficie de la excavación aplicándoles una carga correspondiente hasta del 50% de la carga máxima de tensión garantizada.

8.2.2. BARRAS DE ANCLAJE

Las barras serán de acero corrugado de esfuerzo de fluencia mínimo de 428 MPa y longitud igual a la profundidad de los huecos más la longitud de empotramiento de la barra en el hormigón, tal como se indica en los planos.

8.3. EJECUCION

8.3.1. INSTALACION DE LOS PERNOS DE ANCLAJE

El método de instalación y de tensado generalmente deberá concordar con las instrucciones del fabricante relativas al uso de sus partes componentes.

Los pernos de anclaje serán instalados en perforaciones con diámetro de 10 mm a 15 mm mayor que el diámetro máximo de los pernos, excepto en los casos en donde se usen anclajes mecánicos de expansión. En ese caso el diámetro del agujero será ajustado según las dimensiones del acoplamiento del anclaje mecánico de expansión. Los agujeros no deberán exceder en más de 100 mm la longitud de los pernos de anclaje, a menos que los ensayos in-situ demuestren lo contrario.

A. Instalación con Resina

Se deberá emplear una cantidad adecuada de cartuchos de resina de fraguado rápido, a fin de asegurar que esté completamente rellenado a lo largo de la longitud adecuada de anclaje del taladro para el tensado de los pernos.

Donde los pernos de anclaje se instalen usando cartuchos de resina para anclarlos en su extremo, los cartuchos correspondientes a la zona de anclaje deberán contener resina de fraguado rápido, mientras que el resto de la columna será rellenada con cartuchos de resina o de cemento de fragua lenta. La diferencia en los tiempos de fragua entre las dos resinas

no será menos de quince minutos. El proceso de tensado será cuidadosamente controlado, a fin de garantizar que éste se realice posteriormente a la fragua de los cartuchos de resina rápida, situados en el extremo de anclaje, antes de comenzar el fraguado del resto de la columna.

B. Instalación con Mortero de Cemento

Se colocará el perno en su sitio y se sostendrá mecánicamente, luego se calafateará el extremo abierto y se armará la placa, perno y arandela, dejando las mangueras de inyección y salida de aire, para luego inyectar el mortero. El perno se sostendrá mecánicamente hasta que la resistencia del mortero sea suficiente para auto soportarse.

8.3.2. INSTALACION DE LAS BARRAS DE ANCLAJE

Las perforaciones serán efectuadas con taladro de percusión con brocas que produzcan una perforación de diámetros mínimos de 5 cm (2”) para las barras #8 y 3,8 cm (1 ½”) para las barras #6. Estas perforaciones se lavarán con agua a presión y luego se soplarán con aire a presión a fin de garantizar el lavado y retiro total del agua, polvo, residuos de roca y otros materiales extraños que se encuentren en la perforación. Si las barras no se van a colocar inmediatamente después del lavado será necesario sellar la boca del hueco, pero además será indispensable efectuar una nueva limpieza previa a la colocación de las barras.

Para la colocación de las barras, la perforación se llenará con un mortero de proporción cemento: arena de 1:3 (determinada por peso) y relación agua-cemento de 0,5. Este mortero llevará un aditivo anti-retracción no corrosivo. La proporción exacta será determinada por el Contratista y aprobada por la EGEHID de acuerdo con el tipo de aditivo propuesto por el Contratista.

La colocación de las barras de anclaje deberá hacerse como mínimo con tres (3) días de anticipación a la colocación del hormigón y deberán encontrarse completamente firmes antes de iniciar el vaciado. Toda barra que se encuentre floja después de endurecido el mortero será rechazada por la EGEHID, siendo obligación del Contratista restituirla a su propio costo.

8.3.3. CONTROL DE CALIDAD

La efectividad del procedimiento de instalación deberá ser verificada realizando ensayos en por lo menos un perno por cada 50 instalados aplicándole una tensión de hasta 12,5 T (para pernos de 25 mm de diámetro), debiéndose precisar este valor mediante ensayos de campo, para ajustarse a las condiciones de la roca. En caso que se produzcan fallas a tensiones menores que la resistencia característica del perno, el Contratista deberá investigar la causa y deberá formular las medidas a adoptar para mejorar el procedimiento de instalación según sea necesario.

Independientemente de los ensayos, si fuera el caso que se presenten indicios que sugieran

que los procedimientos de instalación no son completamente efectivos, la EGEHID ordenará al Contratista revisar sus procedimientos de instalación.

El proceso regular de calibración de los dispositivos de tensado será desarrollado por el Contratista en presencia del Representante de la EGEHID.

FIN DE LA SECCION

SECCION 9. PERFORACIONES E INYECCIONES

9.1. GENERALIDADES

9.1.1. ALCANCE

De acuerdo con las Especificaciones contenidas en esta Sección, y como se muestra en los Planos, o como lo ordene la EGEHID, el Contratista deberá suministrar todas la planta, mano de obra, equipos y materiales y deberá ejecutar todas las operaciones relacionadas con la perforación e inyección.

El Contratista para la ejecución de las perforaciones e inyecciones debe ejecutar las siguientes actividades, sin carácter limitativo:

(1) Construcción de una cortina de inyección;

(2) Ejecutar inyecciones de consolidación en la fundación de la presa;

(3) Perforaciones de exploración; verificación e instrumentación, y

(4) Reparación y limpieza después de las inyecciones.

(5) Ejecutar inyecciones en los túneles

9.1.2. SECCIONES RELACIONADAS

A. Sección .06: Excavaciones a Cielo Abierto.

9.1.3. REFERENCIAS

Las siguientes publicaciones se consideran parte integrante de estas especificaciones:

(1) ASTM C 33, Especificación para Agregados de Concreto (Specification for Concrete Aggregates);

(2) ASTM C 39, Método de ensayo para Resistencia a la Compresión de Especímenes de Concreto Cilíndricos (Test Method for compressive Strength of cylindrical Concrete Specimens);

(3) ASTM C 150, Especificación para Cemento Portland (Specification for Portland Cement);

(4) ASTM C 204, Método de Ensayo para Finura del Cemento Portland mediante

Aparato de Permeabilidad de Aire (Test Method for Fineness of Portland Cement by Air Permeability Apparatus);

(5) ASTM D 2113, Método para Perforación de Testigos con Diamante para Investigación en el Sitio (Method for Diamond Core Drilling for Site Investigation).

(6) ASTM D 1785, Especificación para Tubería Plástica de Cloruro de Polivinilo (PVC), Schedule 40, 80 y 120 (Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe, Schedule 40, 80 and 120),

9.1.4. DEFINICIONES

Algunos de los términos usados en perforación e inyección son definidos aquí, y estas definiciones deberán ser usadas en los diferentes intercambios de correspondencias entre el Contratista y la EGEHID.

Etapa. Una subdivisión de la longitud total del taladro para fines de tratamiento de inyección. La longitud de cada etapa será la mostrada en los planos o la indicada por la EGEHID, de acuerdo con las condiciones encontradas durante la perforación.

Inyección. Es un fluido que es bombeado en las perforaciones perforadas para impermeabilizar. Es generalmente una combinación de materiales y consiste de una suspensión coloide de sólidos en un líquido.

Lechada. El conjunto de materiales empleados en las inyecciones, el cual consiste en la mezcla de agua y cemento a la que se le podrán incorporar aditivos tales como bentonita, superplastificante u otro que ordene la EGEHID.

Mortero. El conjunto de materiales empleados en las inyecciones, el cual consiste en la mezcla de agua, cemento y arena a la que se le podrán incorporar aditivos tales como bentonita, superplastificante u otros que ordene la EGEHID.

Relación Agua/Cemento. La proporción en la lechada entre el volumen de agua y el volumen suelto de cemento más cualquier aditivo que se agregue.

Relación Agua/Cemento/Arena. La proporción en la lechada entre el volumen de agua, el volumen suelto de cemento y el volumen suelto de la arena más cualquier aditivo que se agregue.

Lavado. El proceso de limpieza de un taladro con chorro de aire o agua en la parte inferior del taladro para remover los desperdicios de la perforación, lodo, u otro material suelto de las paredes y de la parte inferior del taladro.

Lavado de la Inyección desde las Perforaciones. La limpieza de intervalo del taladro recientemente inyectado por lavado de inyección, significa el agua circulada bajo presión, o una combinación de lavado bajo presión y succión.

Reperforado. La perforación de una etapa de un taladro que ha sido inyectado, después de colocarse la inyección.

Presión de Inyección. La presión medida a la entrada de un hueco de inyección, mientras se está aplicando la mezcla de inyección.

Presión Efectiva. La presión media calculada en el punto medio de una etapa en un hueco, mientras se está aplicando la lechada.

Espaciamiento Dividido. La reducción sistemática de espacios entre perforaciones mediante la perforación intermedia entre las previamente realizadas. La primera serie de perforaciones se llama perforaciones primarias, y la segunda serie y las sucesivas se llaman secundarias, terciarias, etc.

Inyección por Etapas. La perforación e inyección en etapas sucesivas de un hueco desde la boca hasta el fondo. Cada etapa del hueco se perfora, se lava a presión y se inyecta; luego, se reperfora la etapa inyectada y se perfora la etapa siguiente del hueco, repitiendo todo el proceso.

Inyección con Empaques. La perforación de un hueco en forma continua y en toda su profundidad y la subsecuente inyección de mezcla en el mismo hueco en una o más etapas por medio de empaques colocados a profundidades establecidas por la EGEHID.

Cortina de Inyecciones. La perforación de una o más líneas de huecos, cada hueco a la profundidad y dirección especificada, y la inyección de lechada o mortero en tales huecos para conformar una cortina de baja permeabilidad.

Inyección de Contacto. La perforación de un hueco y la subsecuente inyección de lechada hasta llenar adecuadamente los vacíos entre el hormigón de una estructura y la roca circundante o entre el hormigón de una estructura y el hormigón de segunda etapa en la misma estructura, o entre el acero y el hormigón vaciado alrededor de un blindaje.

Cortina Radial de Inyecciones. La perforación de huecos en forma radial alrededor de una estructura y la posterior inyección de mezcla en tales huecos.

Prueba de Presión de Agua. Un procedimiento de barreno hacia abajo para determinar la permeabilidad de la roca en la fundación. El agua es bombeada en el taladro a diferentes presiones, y la cantidad de agua consumida por el taladro sobre el intervalo de tiempo prescrito es medida.

Perforaciones Exploratorios de Percusión. Los perforaciones por percusión son para investigar la profundidad y extensión de las grietas, cavidades, y de las áreas de roca meteorizada.

Perforación Rotativa. Perforaciones en el cual el material es roca, suelo, o hormigón, aplicando una presión de perforación que opera en rotación contra la superficie de roca,

suelo o hormigón.

Perforación por Percusión. Perforaciones en roca o hormigón, por medio de una perforadora neumática operada por percusión contra la superficie de roca o hormigón, con o sin rotación.

Perforación y Testigos. Utilizando una perforación rotativa con un barreno cilíndrico portatestigo. Durante esta operación una muestra cilíndrica de material (testigo) perforado es recuperada.

Perforación sin Recuperación de Testigo. Perforación rotativa o por percusión usando un barreno de rodillo sólido o cono múltiple. Durante esta operación, no existe recuperación de testigo del material perforado.

Lechada Estable. Una lechada estable es aquella que exhibe en dos horas una decantación menor o igual al 5 % medida en una probeta de 1000 ml.

9.1.5. PROGRAMA

A. General

La naturaleza del programa de perforación e inyección imponen que se realicen cambios a medida que progrese el trabajo. Una cortina de inyección inicial, de línea sencilla está ubicada en la posición aguas arriba de cortinas provisionales de filas múltiples. La necesidad de las filas aguas abajo y centrales serán determinadas basadas en la inyección tomada de las filas iniciales. Las filas adicionales aguas abajo y/o centrales deberán ser construidas como se ordene. La ubicación real de huecos, la cantidad de perforación e inyección, y la presión, variarán según progrese el trabajo. Toda la perforación e inyección deberá ser como ordene la EGEHID, quien deberá determinar la ubicación y profundidades de todos los huecos de inyección, el orden de perforar e inyectar los huecos, y la presión de inyección, las mezclas de inyección, y los rangos de bombeo a ser usados.

B. Perforación

La perforación, lavado y/o pruebas de presión de agua, exploración, revisión y perforación de huecos para instrumentación, barras de anclaje y pernos para roca serán requeridos. Una perforadora standard rotativa deberá ser usada en los huecos que requieren recuperación de testigos, tales como huecos de exploración, huecos de verificación, y huecos de instrumentación. La perforación por percusión deberá ser usada en la inyección de la cortina.

C. Inyección

Se requerirá inyección de roca para sellar las fugas, para cortinas de inyección, inyección de pernos para roca, relleno de cavidades con inyección; inyecciones asociadas con instrumentación e instalaciones de barras de anclaje, e inyección de relleno de huecos

exploratorios existentes.

D. Ubicaciones

El perforado e inyección se requerirá desde la superficie de la roca, pendientes excavadas en roca, losas de hormigón, túneles, y otras ubicaciones como lo mostrado en los planos, o como sea ordenado. La perforación de huecos de exploración podría ser requerida en cualquier lugar y en cualquier momento durante la construcción.

9.1.6. ENTREGAS DEL CONTRATISTA

El Contratista deberá entregar a la EGEHID los siguientes documentos:

A. Planos y Descripciones

Planos y descripciones de los equipos propuestos para uso en la perforación e inyección deberán ser sometidos para aprobación por lo menos 30 días de anticipación a las operaciones de perforación e inyección.

B. Diseño de Mezclas

Al menos 30 días calendario antes de iniciar el programa de inyecciones el Contratista deberá bajo la supervisión y dirección de la EGEHID llevar a cabo el diseño y prueba de inyección en campo de las mezclas de lechadas y morteros que se utilizarán en las inyecciones.

C. Testigos

Los testigos de roca recuperados de conformidad con el numeral 3.2, Operaciones de Muestreo, de esta Sección, deberán entregarse 24 horas después de la recuperación, en el lugar que indique la EGEHID.

D. Registros

Una copia de los registros diarios/turno para todas las operaciones de los testigos de roca recuperados, requeridos de conformidad con el numeral 3.2, Operaciones de Muestreo, de esta Sección, deberán entregarse 24 horas después de haber finalizado.

E. Fotografías

Dos copias a color de fotografías de aproximadamente 9 cm por 13 cm, de cada caja de testigos requerida de conformidad con el numeral 3.2, Operaciones de Muestreo, de esta Sección, deberán ser sometidas a las 72 horas de haberse sacado las fotografías.

9.1.7. ALMACENAMIENTO

Un suministro suficiente de cemento, bentonita y arena deberá estar almacenado en un lugar cerca del área de trabajo, para asegurar que las operaciones de inyección no serán retrasadas por una falta de materiales. El cemento deberá ser almacenado de manera, tal que se prevengan daños por humedad y deberá ser apilado a no más de 5 sacos de altura para evitar la compactación.

9.2. PRODUCTOS

9.2.1. MATERIALES

A. Inyección

(1) Generalidades. Para las inyecciones se usará lechada o mortero a las cuales se adicionará un aditivo superplastificante según lo ordene la EGEHID.

(2) Control de Calidad. Los materiales que proponga utilizar el Contratista deberán cumplir con todo lo estipulado en estas Especificaciones. La verificación de la calidad de los materiales que se utilicen en las operaciones de inyección, será llevada a cabo por la EGEHID y los resultados de estos ensayos serán concluyentes para aceptar o rechazar los materiales.

(3) Cemento. El cemento deberá ser del Cemento Portland Tipo I ó II y deberá concordar con los requerimientos de la ASTM C 150. El cemento deberá estar libre de grumos o materias extrañas de naturaleza y en cantidad tal que, en la opinión de la EGEHID, podría ser deletéreo para las operaciones de inyección.

(4) Se podrá usar cemento empacado en bolsas para la preparación de las mezclas para inyecciones o cemento a granel siempre y cuando el Contratista emplee métodos satisfactorios de dosificación, manejo, transporte y almacenamiento.

(5) Se deberá tener almacenada una cantidad de cemento cerca del sitio de trabajo, de tal modo que en ningún momento se suspendan las actividades de inyección por falta de cemento. El sitio de almacenamiento y la cantidad de cemento almacenado deberán ser planeados por el Contratista de acuerdo con los requerimientos de la Obra.

(6) Agua. El agua deberá ser fresca, limpia y libre de aguas negras, aceite, ácido, álcali, sales, materias orgánicas y sedimentos. El agua del Río podría ser usada, previendo que se mantenga el criterio antes mencionado.

La EGEHID podrá ordenar el uso de arena para inyecciones la cual deberá cumplir con lo especificado en la Sección 2.15, Hormigón Colocado en el Sitio. La arena que se utilice en las mezclas de hormigón, además de las limitaciones en cuanto a granulometría que se especifican en la Tabla 2.1.

Tabla No. 9-1: Granulometría de Arena para Inyecciones

Tamiz Estándar US	Porcentaje por Peso que Pasa
No. 16	100
No. 50	20 a 60
No. 200	0 a 3

Además de cumplir con estos límites de gradación toda la arena que se utilice en el trabajo deberá tener un módulo de finura entre 1.5 y 2.0.

a) Aditivo Super plastificante. El Contratista deberá utilizar un aditivo superplastificante, como el Sikament N Z o similar, para incrementar la penetrabilidad de las inyecciones. La cantidad de aditivo superplastificante, expresada, como un porcentaje del peso del cemento, será determinada por el Contratista y aprobada por la EGEHID. Este valor corresponderá al porcentaje de aditivo necesario para que la cohesión relativa de la lechada esté comprendida entre 0.08 y 0.15 mm. El Contratista deberá suministrar a la EGEHID muestras del aditivo que se propone usar, así como toda la información técnica pertinente sobre sus propiedades, su composición química, la experiencia obtenida en su utilización en trabajos similares y toda otra información que la EGEHID considere necesaria para juzgar su aplicabilidad en la Obra.

   No se permitirá el uso de fluidificadores o superplastificante, sin la previa aprobación escrita de la EGEHID.

b) Bentonita. En caso de que la EGEHID autorice el uso de bentonita en las mezclas para inyección, ésta deberá ser prehidratada y cumplir con las características de grado premium, polvo de Bentonita de Sodio de Wyoming, como la producida por American Colloid Company, 1500 West Shore Drive, Arlington Heights, IL 60004, EE. UU., o igual.

B. Tubería

La tubería para revestimiento, tuberías de inyección, y las toberas para inyección, deberán consistir de tubería de acero estándar de diámetro conveniente. Deberá ser cortada en longitudes aprobadas para su uso, según sea necesario. La parte inferior terminal de cada tobera para inyección deberá estar acampanada o tener un empalme para que permita un anclaje, y la parte superior terminal de la tobera de inyección deberá tener rosca para conectarse al equipo de inyección y ensamblarse al medidor de presión y deberá estar provisto de una tapa removible o tapón para prevenir que objetos extraños entren a las

perforaciones.

La tubería embebida en las perforaciones de drenaje superficiales deberá ser de 5 cm de diámetro de tubería nominal con conexiones de juntas lisas enroscadas, PVC 1120, tipo 80 (schedule 80), tubería de cloruro de polivinilo que concuerde con los requerimientos de ASTM D 1785. La tubería de drenaje deberá estar ranurada en toda su longitud, excepto por los 1.5 m adyacentes al límite de la excavación. El tamaño de la ranura deberá ser No. 60 (0.025 cm). La parte final de inserción de la tubería de drenaje deberá estar provista de una tapa.

9.2.2. EQUIPOS

A. Equipo de Perforación

(1) General. De acuerdo con los rendimientos requeridos en el programa de construcción y el plazo previsto para la ejecución de la Obra, el Contratista deberá suministrar equipos y accesorios de perforación para ejecutar los diferentes tipos de perforación. El equipo de perforación deberá mantenerse en condiciones óptimas de operación en todo momento. Los equipos deberán ser de la potencia adecuada para perforar con facilidad perforaciones hasta de cien (100) metros de longitud. El Contratista deberá disponer de todos los accesorios del sistema de perforación y organizar los trabajos de tal manera que se asegure un rendimiento de perforación por equipo, no inferior a veinte (20) metros por día calendario salvo situaciones relacionadas con el tipo de roca que no permitan dicho avance.

(2) Perforación Rotativa. El Contratista debe proveer máquinas estándar de perforación rotativa capaces de perforar huecos inclinados o verticales hasta profundidades de 100 metros. Según las necesidades, deberá usarse barrenos de diamante o carburo, barrenos obturadores, o barrenos de rodillo para perforar roca o hormigón. El Contratista debe proveer entubados de acero para estabilizar los huecos perforados a través de roca meteorizada y en subsuelos propensos a derrumbarse.

(3) Perforación por Percusión. El equipo de perforación estándar de percusión (rotativo y/o barreno hacia abajo) deberá ser provisto para perforación de tales huecos como lo especificado en ésta Sección o como sea requerido. Toda cortina y huecos de inyección usados en la perforación por percusión deberán usar agua o una combinación de aire y agua como fluido circulante para remover los recortes. El equipo de percusión podría también ser usado para comenzar o perforar todos los huecos a través del hormigón, excepto aquellos desde los cuales los testigos de hormigón son requeridos.

(4) Recuperación de Testigos. La perforación para recuperación de testigos deberá consistir en la obtención de tamaño H o N, según lo especificado u ordenado, obteniéndose testigos continuos, usando ya sea las técnicas convencionales o la de

testigo de cordón de alambre. Solamente máquinas perforadoras con alimentación hidráulica o automática ajustable de rebajar, deberán ser usadas para recuperación de testigos. Los tubos para testigos deberán ser dobles, del tipo placa giratoria, Serie "M", o equivalente, equipado con tubos internos divididos longitudinalmente. Los tubos internos deberán ser ya sea del tipo triple (Longyear), o de tubos internos del tipo Christensen, o su equivalente. Barrenos de descarga frontal de tamaño apropiado deberá estar disponible para usar como sea requerido.

(5) Pruebas de Presión y Lavado. El equipo mínimo suministrado para cada prueba de presión (o lavado a presión) unitaria, deberá consistir en una bomba capaz de enviar 250 lt/min (65 gpm) a una presión de 1.5 MPA con una descarga adecuada a presiones bajas, un medidor del flujo de agua, calibradores de presión de un diseño aprobado, mangueras de presión, suministro de líneas, y las válvulas necesarias.

(6) Ensamblado de Obturadores. Obturadores y juegos de obturadores aprobados para pruebas de presión de agua en los huecos y/o para inyección deberán ser provistos. El ensamblado deberá incluir 1 ó 2 obturadores, según sea necesario, de manera que el agua y/o la mezcla de inyección pueda ser bombeada en el hueco, ya sea por debajo de un obturador sencillo o entre dos obturadores. La distancia entre los 2 obturadores expansibles deberá ser ajustable entre 1.5 y 10 m según sea requerido.

B. Equipo de Inyección

(1) General. De acuerdo con los rendimientos requeridos en el programa de construcción y el plazo previsto para la ejecución de la Obra, el Contratista deberá suministrar equipos y accesorios suficientes para ejecutar las inyecciones que se requieran de acuerdo con las presiones y caudales máximos indicados en las Especificaciones. Este equipo será del tipo y capacidad aprobados por la EGEHID y deberá mantenerse, en todo momento, en condiciones óptimas de operación.

(2) Bombas. Como equipo mínimo, una bomba de flujo continuo para operación y otra auxiliar, cada una con capacidad para operar a una presión máxima efectiva de descarga de 5 MPa, para bombear e inyectar mortero hasta una proporción de tres partes de arena por una de cemento, a un gasto no menor de 120 lts/min con una presión no mayor de 70 KPa, y para bombear e inyectar a la presión máxima especificada, el flujo indicado en la curva de eficiencia de la bomba, sin fluctuaciones de la presión de inyección. Las bombas deberán tener una capacidad para operar a baja presión y en forma efectiva y podrán tener una variación en la presión de inyección del cinco por ciento como máximo. Se deberá instalar en la toma de las bombas una conexión para agua con el fin de facilitar el lavado del sistema y la inyección de agua dentro de las perforaciones, además de un sistema que garantice el retorno de la mezcla hasta el agitador.

(3) Como equipo mínimo, una mezcladora coloidal de alta velocidad no menor de 1200 a 1500 rpm, capaz de mezclar agua, cemento, arena y aditivo. La mezcladora deberá tener una capacidad de tambor mínima de 150 litros. La mezcladora deberá estar

equipada con un dispositivo medidor de agua calibrado para dar lecturas en litros y décimas de litro. La mezcladora deberá tener la capacidad suficiente para asegurar el suministro suficiente de mezcla, cuando se esté inyectando al gasto máximo especificado. Un tamiz No. 16 deberá ser provisto y usado continuamente entre el suministro de la mezcla y el tanque agitador, y entre la línea de retorno y el tanque agitador.

(4) Tanque Agitador. Como equipo mínimo, un agitador mecánico dentro de un tanque con no menos de 600 litros de capacidad para agitar y mantener en suspensión todos los materiales sólidos contenidos en la mezcla. El agitador deberá estar equipado con tamices que permitan remover de las mezcladoras y del tubo de retorno, cualquier mezcla endurecida o cualquier material extraño que sea retenido por un tamiz No 100 U.S. "Standard" cuando se utilicen lechadas o por un tamiz No. 8 ó 16 si es una mezcla con arena. La capacidad del agitador no deberá ser menor que la del mezclador. El agitador deberá estar graduado en décimas de metro cúbico de modo que el volumen inyectado de mezcla se pueda medir con suficiente aproximación. Se deberá colocar el agitador a menos de 30 metros del taladro que se esté inyectando.

(5) Suministro de Agua. Los tanques para el suministro de agua auxiliar para las pruebas de presión de agua, lavado, y operaciones de presión de lavado y para hidratar la bentonita, deberán ser provistos.

(6) Mediciones. El Contratista deberá disponer de medidores de presión de alta precisión medir la presión a la entrada del taladro de inyección. Adicionalmente deberá contar con un sistema adecuado para la medición de los volúmenes de inyección. Adicionalmente, el Contratista deberá suministrar una computadora personal que reciba continuamente desde la zona de inyecciones las medidas de presión, volumen y caudales de inyección para que se puedan efectuar gráficas y almacenar continuamente la trayectoria de la presión, volumen de inyección y penetrabilidad, contra el tiempo real.

(7) Empaques. Empaques dobles y sencillos, expansibles neumática-, hidráulica- o mecánicamente de caucho, cuero, u otro material aprobado por la EGEHID, que puedan colocarse solos, o en pares en un taladro a cualquier profundidad, con el fin de aislar una sección del mismo. Los empaques se deberán poder expandir para sellar las perforaciones en un determinado lugar y una vez expandidos deberán soportar sin escapes, presiones de agua iguales a las máximas presiones de inyección que deban soportar durante el proceso de inyección y el tiempo de fraguado de la mezcla.

C. Servicios de Soporte

(1) Aire adecuado, agua, y suministro eléctrico deberán estar disponibles en todas las áreas de trabajo de manera que se puedan operar todo el equipo simultáneamente, a su máxima eficiencia, durante períodos de uso de alta producción.

(2) La iluminación, si es necesaria, deberá ser provista en todas las áreas de trabajo, de conformidad con los estándares aceptados de seguridad en la construcción.

(3) La ventilación deberá ser provista en áreas encerradas, de conformidad con los estándares aceptados de seguridad en la construcción.

(4) Comunicaciones confiables de radio/teléfono deberán ser provistas entre las estaciones de mezclado/bombeo y todos los huecos de inyección activos según se haya ordenado.

9.2.3. MEZCLAS

La mezcla de los componentes de inyección deberá hacerse en el siguiente orden: agua, aditivo superplastificante, bentonita premezclada (si requerida por la EGEHID), cemento, y arena. La relación agua/cemento por volumen de la mezcla de la lechada variará en general entre 1.2:1 y 0.8:1 aunque no se excluye el uso de mezclas 2:1, y para el mortero la relación agua/cemento/arena por volumen quedará en general entre 1:1:1 y 1:1:3 en volumen suelto. La arena deberá ser adicionada a la mezcla de inyección solamente como se haya ordenado. La mezcla no deberá mantenerse por más de 2 horas antes de la inyección de un hueco. La mezcla mantenida en exceso del límite de 2 horas, deberá ser desechada. Cuando la EGEHID requiere el uso de bentonita, el tiempo de hidratación de la bentonita deberá ser de un mínimo de 4 horas.

9.3. EJECUCIÓN

9.3.1. OPERACIONES DE PERFORACIÓN

A. General

Las perforaciones en roca no deberán desviarse de la dirección requerida en más de un 3 %. Cuando la desviación sea mayor, la EGEHID podrá exigir al Contratista rellenarlas con lechada gruesa y rehacerlas.

Según lo requiera la EGEHID, se numerarán las perforaciones para inyección o exploraciones, para permitir en todo momento su identificación, hasta completada la inyección o la exploración de la zona.

B. Perforaciones para Inyecciones

Las perforaciones para las inyecciones deberán ejecutarse de acuerdo al tipo de inyección especificado y de acuerdo a lo indicado en los planos o lo que indique la EGEHID. Ninguna perforación deberá profundizarse a menos 5 m de perforaciones recién inyectadas, hasta que el material haya fraguado suficientemente, a fin de prevenir que éste sea lavado.

Si durante la perforación el agua para la ejecución de ésta se pierde o surge agua artesiana

en cantidad apreciable, la EGEHID podrá ordenar que se suspenda la perforación, que sea lavada y que se haga una prueba de agua (para medir el gasto y la presión) o se inyecte para cortar o disminuir el aporte de agua, o bien, para disminuir la pérdida de ella.

A menos que la EGEHID lo determine de otra forma, después de terminada la perforación, en roca o en hormigón, ésta deberá ser lavada desde el fondo hasta que el agua de retorno salga clara y sin contener residuos de la perforación, fragmentos de roca ni otros materiales.

Al término de la perforación y del lavado, el Contratista deberá tapar inmediatamente las perforaciones, de modo de impedir la entrada de cualquier material.

Las perforaciones podrán ser hechas con equipo a roto-percusión o rotación. Si los diámetros de las perforaciones no estuvieran indicados, se entenderá que éstos serán de 1 ½" (38 mm) como mínimo. En caso que se requiera perforación con extracción de testigos, el diámetro deberá ser HQ, salvo que la EGEHID ordene lo contrario.

La longitud máxima de las perforaciones será la adecuada en los planos o la ordenada por la EGEHID.

No se permitirá usar grasa, aditivos, suavizantes ni otros lubricantes como ayuda a la perforación.

C. Perforaciones a través de Revestimientos de Hormigón o Blindajes

En donde se requieren perforaciones a través del hormigón, al Contratista se le permitirá perforar el hormigón o empotrar tuberías en el hormigón, a través de las cuales pueda perforar la roca que se encuentra detrás. Las tuberías empotradas serán de PVC o tuberías de fibrocemento, a menos que la EGEHID indique algo diferente.

No se realizarán perforaciones en hormigón de menos de siete (7) días de vaciados.

9.3.2. OPERACIONES DE MUESTREO

A. Recuperación de Testigos de Roca

a) General. La perforación para recuperación de testigos deberá ser realizada de conformidad con los requerimientos de la ASTM D 2113, y según se especifique. La recuperación de testigos deberá hacerse como sea requerido usando equipo de tamaños HW-HQ o NW-NQ.

b) Mano de Obra. La perforación deberá realizarse de modo que sea recuperada la máxima cantidad de testigo. Esto requiere una estrecha vigilancia del agua de lavado, presiones de perforación, longitudes de las corridas, caídas de las barras, y toda otra información significativa sobre la naturaleza del material perforado. Las recuperaciones de testigos deberán ser limitadas a una máxima longitud de 3 m. El

testigo deberá ser removido del hueco inmediatamente si el barreno está bloqueado o se haya molido el testigo, indicado por el comportamiento de la perforación, aun cuando la longitud de la recuperación ya se haya realizado. Cuando es menos del 90 % del testigo es recuperado de una corrida de 1.2 m o más, la siguiente corrida deberá ser acortada por un 50 % y por reducciones subsecuentes de 50 % hasta un límite de 0,6 m o hasta que la recuperación obtenida sea aceptable, a menos que haya sido ordenado de otra manera.

B. Preservación de Testigos

Los testigos deberán ser colocados en cajas de madera. Todas las cajas deberán ser uniformes en tamaño. Las particiones deberán ser arregladas para detallar e interpretar los testigos de una manera conveniente. Las profundidades de la parte inferior de todas las corridas deberán ser marcadas en los espacios de los bloques. Todas las cajas de testigos, bloques de testigos perdidos, la mano de obra, y el equipo para transportar las cajas llenas de testigos desde el lugar de la perforación al laboratorio de la EGEHID u otra ubicación designada en el lugar.

Colocación de Testigos en Cajas. La corrida entera deberá ser colocada en las filas paralelas de la caja, comenzando por la fila de arriba y colocando los testigos en incremento de profundidad de la izquierda a derecha y de arriba a abajo. Fracturas mecánicas de testigos y juntas inducidas deberán ser diferenciadas e identificadas. Las recuperaciones de testigos serán separadas por bloques de madera, marcándose claramente la recuperación y la profundidad. La roca fracturada deberá ser expuesta en toda su longitud verdadera y sujetada de manera segura. Los testigos sueltos deberán ser marcados con bloques de madera que tengan 5 cm cuadrados de sección transversal y una longitud igual a la del testigo suelto. Las marcas de profundidad serán anotadas en la parte superior e inferior de todos los bloques de testigos sueltos.

Marcación de las Cajas de Testigos. Las cajas de testigos deberán ser marcadas prominentemente con pintura, del tipo permanente, o por esténcil usando pintura de chorro o spray negra. La identificación deberá incluir la designación del hueco, número de caja y número total de cajas, elevación de la parte superior del hueco, y la designación de la estructura del proyecto. Solamente los testigos de un hueco deberán colocarse en una caja.

C. Registros

Deberán ser mantenidos los Registros completos y detallados de todas las operaciones de perforación de testigos. La EGEHID especificará la información a ser registrada. El Contratista deberá informar de todos los cambios en dureza, pérdida o ganancia de agua de perforación, y toda otra información pertinente. El hecho de que el representante de la EGEHID pueda estar presente y mantener un registro de la perforación, no liberará al Contratista de los requerimientos de mantener registros como los descritos y presentarlos al EGEHID.

D. Fotografías de los Testigos

Una foto de cada caja de testigos deberá ser tomada inmediatamente después de que todos los testigos hayan sido colocados y la caja haya sido apropiadamente marcada. Las impresiones deberán ser presentadas según se requiere en el numeral 1.6, Entregas del Contratista, de esta Sección.

9.3.3. PRUEBAS CON AGUA A PRESIÓN

Cuando la EGEHID lo solicite, el Contratista deberá llevar a cabo pruebas con agua a presión en los huecos de inyección, en los de verificación y en los de exploración a las profundidades que indique la EGEHID con el fin de determinar la permeabilidad de la roca y la efectividad de las operaciones de inyección.

Las presiones por usar en las pruebas con agua a presión deberán ser de la misma magnitud que las presiones que se usarían si se estuviesen aplicando inyecciones en el hueco en el cual se van a llevar a cabo las pruebas con agua a presión, o las que determine la EGEHID.

El Contratista deberá determinar y registrar el nivel freático en la vecindad de un hueco que se va a probar hidrostáticamente, midiéndolo en aquel que se va a probar o en huecos vecinos que se hayan ejecutado para trabajos de inyección, en los huecos para las inyecciones y en todas las perforaciones de verificación.

Las pruebas con agua a presión en una perforación parcial o total hecha en la roca, se deberán llevar a cabo en la siguiente forma:

Inmediatamente antes de iniciar las pruebas con agua a presión el hueco deberá lavarse cuidadosamente con el fin de remover todos los sedimentos, rebajas de taladro, lodo y cualquier otra sustancia deletérea. La operación de lavado deberá continuar hasta cuando el agua retorne completamente clara o se considere que la perforación se encuentra completamente limpia.

Se deberán insertar y expandir empaques sencillos o dobles en el hueco según lo indique la EGEHID a la profundidad establecida por ésta.

Se deberá bombear agua limpia en el hueco, entre uno y otro empaque, o entre un empaque y el fondo del hueco a través de las válvulas y medidores que se requieran para regular la presión del agua inyectada y para medir el flujo.

Las pruebas se deberán ejecutar aumentando o disminuyendo la presión y midiendo el gasto correspondiente a cada cambio de presión. Para cada cambio de presión el bombeo de agua deberá continuarse hasta cuando el flujo de agua inyectada pueda mantenerse constante durante el tiempo que se especifica en la Tabla 3.1, o como lo indique la EGEHID.

Se deberán utilizar los siguientes incrementos de presión y tiempo, estipulados en la Tabla No. 9-2 para medir el flujo de agua, donde la presión (P) será la misma presión que se

utilizaría para inyectar la etapa del hueco o la presión que indique la EGEHID

Tabla No. 9-2 - Incrementos de Presión y tiempos de aplicación

Presión	Tiempo Transcurrido (minutos)
P-l = P/4	comienzo
P-2 = P/2	5
P-3 = P	10

Cuando al probar un tramo de perforación se presente pérdida excesiva de agua durante la ejecución de una prueba con agua a presión se deberá subdividir este tramo en dos partes mediante empaques, y se deberán probar las dos partes independientemente comenzando por la parte más profunda. Este proceso se deberá repetir todas las veces que la EGEHID lo considere necesario.

Si la EGEHID lo requiere se deberá continuar la prueba disminuyendo la presión en los incrementos y durante el tiempo indicado.

9.3.4. INYECCIONES A PRESIÓN

A. Generalidades

La EGEHID dirigirá y supervisará todos los trabajos relacionados con la aplicación de inyecciones a presión y podrá ordena la utilización de resinas y/o mezclas químicas para ejecutar las inyecciones.

La EGEHID podrá exigir al Contratista que use las técnicas de inyección por etapas o de inyección con empaques, dependiendo de las condiciones de la roca o de los resultados de inyecciones realizadas anteriormente en una zona dada.

Las inyecciones de la cortina profunda de la presa se efectuarán empleando el método control de presión y volumen.

El criterio de rechazo para las inyecciones será indicado por la EGEHID después de las pruebas iniciales y podrá variar durante las operaciones de inyección. En general la inyección de un hueco o etapa no será completa hasta que el hueco rechace a la presión máxima requerida para esta etapa o hueco, con un caudal de bombeo menor a 5 litros por minuto.

Cuando se haya terminado de perforar un grupo de huecos, el Contratista deberá probar con

agua a presión los huecos que indique la EGEHID, en secciones aisladas o en la totalidad perforada de cada hueco. La prueba con agua a presión se deberá llevar a cabo según lo estipulado en el Artículo 3.4 de este capítulo.

B. Lavado con Agua a Presión

Inmediatamente antes de iniciar la aplicación de inyección en una etapa de un hueco, tal etapa deberá se completamente lavada usando aire y agua a presión a través de un tubo de diámetro aproximadamente igual a la mitad del diámetro de la perforación y que se extienda hasta el fondo de la etapa. Toda la roca descompuesta y todo el material blando que se encuentre en las grietas deberá ser lavado con agua y aire a presión para remover tanto material como sea posible. Tal material podrá ser expulsado de uno o más huecos por medio de agua y aire introducido bajo presión en un hueco adyacente.

Las operaciones de inyección para cualquier etapa de un hueco deberán empezarse después de limpiar el hueco con aire y agua inyectando agua en el hueco a la máxima presión indicada por la EGEHID para la inyección en la etapa a flujo constante y por un período de 5 minutos. Durante esta operación que está comprendida dentro de la actividad denominada lavado con agua a presión el Contratista deberá permitir la medición del consumo de agua durante cada minuto.

Aquellos huecos en los cuales no se pueda levantar la presión requerida durante el lavado con agua a presión se deberán lavar por un período de 5 minutos con la bomba trabajando a su máxima capacidad, o por un período de tiempo suficiente para remover el relleno de las fracturas, lo que se determinará por el color del agua al salir a la superficie o por cualquier otro hueco de inyección.

Se deberá efectuar una saturación de la roca por un período de una hora a una presión de 0.2 MPa inmediatamente antes de la inyección, en el caso de que el tramo por inyectar (etapa) se encuentre por encima del nivel freático.

En zonas de cizallas y diaclasas que indique la EGEHID se deberá efectuar un lavado a alta presión (50-80 bar) hasta remover el material de relleno.

C. Proporción de Mezclas

lo menos 30 días calendario antes de iniciar el programa de inyecciones El Contratista deberá bajo la supervisión de la EGEHID llevar a cabo el diseño y prueba de inyección en campo de las mezclas de lechadas y morteros que se utilizarán en las inyecciones. El diseño de las mezclas se hará mediante la ejecución de mezclas de prueba utilizando los mismos equipos que empleará durante los trabajos de inyección para la preparación de las mezclas en los cuales se variarán las proporciones de los componentes de tal forma que se obtengan mezclas estables, durables (mínima resistencia a la compresión de 9 MPa a los 7 días de edad y de 13 MPa a los 28 días de edad, medidas en cubos) y adecuadamente fluidas, de acuerdo con tiempos mínimos de fluidez medidos con el cono Marsh y establecidos por la EGEHID. Adicionalmente se efectuarán ensayos para determinar la

densidad de la mezcla, la viscosidad aparente, la cohesión, los tiempos de fraguado inicial y final y la prueba de pérdida de agua durante compresión, y la resistencia a la compresión a diferentes edades. El Contratista deberá suministrar todos los materiales, el personal y el equipo necesarios para la ejecución de estos ensayos, para lo cual no habrá medida ni pago por separado.

Los ensayos y las pruebas en campo de las mezclas no sólo servirán para definir las características de la mezcla deseada sino para optimizar la separación entre los huecos primarios.

El tiempo de mezclado será por lo menos de 1.5 minutos a partir del momento en que se hayan colocado todos los materiales en el mezclado. La mezcla se deberá mantener permanentemente en suspensión homogénea mediante el uso de los agitadores mecánicos, hasta que termine la inyección. Se rechazará la mezcla que no haya sido utilizada dentro de la primera hora siguiente a su preparación. La proporción de mezcla para la lechada variará en general entre 1.2: 1.0 y 1.0: 1.0 (agua: cemento por volumen) aunque no se excluye el uso de mezclas 2:1, y para el mortero entre 1:1:1 y 1:1:3 (agua: cemento: arena en volumen) en volumen suelto. De acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas ejecutadas para la evaluación y comportamiento de las mezclas de inyección la EGEHID definirá los porcentajes de superplastificante a emplear en las mezclas seleccionadas.

La EGEHID podrá considerar la posibilidad de utilizar mezclas químicas para ejecutar las inyecciones. En este caso el Contratista deberá realizar tales inyecciones de acuerdo con los procedimientos y equipos establecidos para el tipo de resma y/o mezcla química que se decida utilizar.

La presión de inyección que se deberá usar en los concretos dentales y en el tratamiento de las fallas, huecos, grietas y vetas en la fundación de la presa será propuesta en el sitio por el Contratista y aprobada por la EGEHID.

D. Inyección con Empaques

Cuando se use el procedimiento de inyección con empaques se deberá fijar un empaque en el extremo inferior del tubo de suministro de mezcla; luego se deberá insertar dicho tubo en el hueco perforado haciéndolo llegar hasta la profundidad prescrita por la EGEHID, donde se deberá expandir el empaque y a continuación se deberá aplicar la inyección a la presión requerida, dejando el empaque expandido el tiempo necesario para el fraguado inicial de la mezcla, de manera que no se registren contrapresiones; luego se repetirá la operación hasta completar la inyección en toda la longitud del hueco.

A menos que la EGEHID indique lo contrario, la longitud de cada una de las etapas inyectadas con empaques deberá ser de 5 m. La inyección deberá progresar desde el fondo hacia la superficie.

E. Inyección por Etapas Descendentes

En las inyecciones por etapas el Contratista deberá limpiar la primera etapa del hueco para inyección, lavando o reperforado nuevamente tan pronto como la mezcla en la roca adyacente al hueco haya fraguado suficientemente como para que no fluya desde la roca. Toda reperforación que se necesite para despejar una etapa en el hueco antes de perforar la siguiente etapa deberá ser hecha por el Contratista a su propio costo y a satisfacción de la EGEHID, salvo en los casos en que se deje fraguar la lechada por orden escrita de la EGEHID.

F. Aplicación de las Mezclas

En general los huecos para las inyecciones de la cortina profunda de la presa se inyectarán con una sola mezcla empleando el método de control de presión y volumen.

Las operaciones de inyección para cualquier etapa de un hueco deberán empezarse inyectando agua en el hueco a la máxima presión de inyección necesaria en la etapa, por un período de 5 minutos o saturando la roca durante 0,1 hora a 0,2 MPa según lo establecido en esta Sección. En ningún caso se deberá aumentar repentinamente la presión de inyección o el ritmo de bombeo.

Una vez terminada una etapa de aplicación de inyección en cualquier hueco o conjunto de huecos la presión deberá mantenerse constante por medio de llaves de cierre o válvulas adecuadas aprobadas por la EGEHID hasta cuando la mezcla haya endurecido lo suficiente y sea retenida en los huecos.

Sí durante la inyección de un hueco se observa que la mezcla sale por la superficie de la roca o del hormigón ya sea en superficies de excavaciones subterráneas, en corte abierto o del terreno natural, tales escapes o resurgencias deberán ser taponados o calafateados por cuenta del Contratista según lo indique la EGEHID. Como medida de seguridad contra desplazamientos de la roca o durante el calafateo de escapes de mezcla, la EGEHID podrá exigir la reducción de la presión de bombeo, el bombeo intermitente o la suspensión temporal del bombeo sin que estas operaciones representen ningún extra costo por la EGEHID.

Si durante el monitoreo de la inyecciones mediante computador, las gráficas de presión contra volumen inyectado o penetrabilidad contra tiempo, indican fracturamiento hidráulico, la inyección deberá ser suspendida.

La terminación de una etapa ocurrirá cuando la toma de lechada sea menos de 10 litros en cinco minutos. Una vez que ocurra esto, se deberá proceder a la inyección de la siguiente etapa del hueco.

Durante el proceso de inyección la tasa de bombeo deberá ser lo menor posible dentro de lo práctico, asegurándose que se obtenga penetrabilidad de la mezcla (e.g. 500 l/h).

Si durante la inyección de cualquier hueco se observa que la mezcla fluye por un hueco adyacente, el Contratista deberá conectar en forma inmediata e este hueco simultáneamente con el primero. Para tales circunstancias el Contratista deberá estar preparado para inyectar simultáneamente hasta un total de 3 huecos. Si hubiere escapes importantes en huecos adicionales, éstos deberán taponarse temporalmente y luego, antes de que fragüe la mezcla deberán inyectarse a las presiones requeridas.

Durante la inyección el Contratista deberá tomar todas las precauciones para evitar que el equipo y los tubos para inyectar se obstruyan manteniendo circulación continua con línea de retorno y lavando periódicamente el sistema con agua. El criterio de rechazo para las inyecciones será indicado por la EGEHID después de las pruebas iniciales y podrá variar durante las operaciones de la inyección. En general, la inyección de un hueco o etapa no será considerada completa hasta que el hueco rechace a la presión máxima requerida para esa etapa o hueco, con un caudal de bombeo menor de 2 l/m.

inyección se llevará a cabo por el método de control de presión y volumen. La presión de inyección se deberá medir en la nuca de la perforación. Cada etapa se deberá llevar al nivel de presión pre-establecido en un periodo de 10 minutos, utilizando incremento lineal de presión. Las presiones seleccionadas iniciales se muestran en la tabla siguiente.

Etapa 0 - 5 m 5 - 10 m

10 - 15 m 15 - 20 m 20 - 25 m 25 - 30 m 30 - 35 m Presión 2.0 bar (0.2 MPa)

3.5 bar (0.3.5 MPa)

5.0 bar (0.5 MPa) 6.5 bar (0.65 MPa)

8.0 bar (0.8 MPa) 10.0 bar (1.0 MPa) 12.0 bar (1.2 MPa)

La EGEHID evaluará las presiones meta iniciales con base en los resultados de los ensayos de agua a presión y la respuesta del terreno a la inyección. Las presiones meta iniciales se modificarán para ajustarse a las condiciones del terreno. El máximo volumen inyectado por etapa de 5 m será 1000 litros.

G. Inyecciones para la Cortina de Impermeabilización y Consolidación de la Fundación

Las inyecciones para la cortina impermeabilizante y de consolidación de la presa se efectuarán empleando el método de control de presión y volumen. Los huecos de todas las inyecciones para la cortina deberán inyectarse con las presiones efectivas que ordene la EGEHID, según el frente de trabajo.

La aplicación de la inyección se deberá llevar a cabo en la secuencia indicada en los planos o establecida por la EGEHID. La secuencia, presiones y métodos de inyección descritos en esta Sección pueden ser variados por la EGEHID durante el progreso de la Obra con el fin

de ajustar los trabajos a las condiciones de la roca de fundación.

En caso de presentarse en un hueco tomas altas, a juicio de la EGEHID, se deberá suspender la inyección en el hueco por un período no inferior a doce horas. La reanudación de las operaciones de inyección deberá hacerse de acuerdo con los cambios de presiones y mezclas que la EGEHID establezca.

Los huecos para las inyecciones de la cortina se harán desde la superficie, o desde galerías de drenaje e inyección. Cuando en una perforación se pierda el agua o se encuentre flujo artesiano el hueco deberá ser inyectado en una o más etapas como lo determine la EGEHID y en las profundidades donde se haya perdido el agua o se haya encontrado flujo a presión.

Se efectuarán huecos secundarios, terciarios, etc., siempre que las tomas obtenidas sean superiores a 25 l/m. Se considerará que hay rechazo, cuando la taza de flujo sea menor de 2 l/min, para una etapa de 5 m a la máxima presión de inyección especificada. Estos criterios podrán ser variados por la EGEHID durante la construcción de acuerdo con las condiciones encontradas. Estos cambios no darán derecho al Contratista a compensación alguna ni a aumento en los plazos de construcción.

La separación de los huecos primarios en la fila de la cortina profunda podrá variar de acuerdo con los resultados que se obtengan a medida que progresen los trabajos. EL Contratista no tendrá derecho a compensación alguna, ni aumento en los plazos de construcción por razón de tales cambios.

En caso que la EGEHID lo juzgue necesario se efectuará inyecciones profundas desde superficie. Los huecos para inyecciones profundas deberán ser inyectados utilizando el método de inyección por empaques con separaciones según el espaciamiento dividido de acuerdo con lo indicado en los planos para la cortina profunda de inyecciones, o como lo requiera la EGEHID. En el proceso de inyección deberán ser utilizados los criterios establecidos en esta Sección.

H. Inyecciones de Contacto

Las inyecciones de contacto se realizarán con el objeto de llenar todos los espacios vacíos existentes entre el hormigón y la superficie de roca, o entre el hormigón de primera etapa y el hormigón de segunda etapa. En los sitios previamente establecidos durante las operaciones de colocación del hormigón de revestimiento y de acuerdo con lo mostrado en los planos y con las indicaciones de la EGEHID se colocarán tubos para aplicar las inyecciones.

Inmediatamente antes de la aplicación de la inyección deberá hacerse en todos los huecos el lavado con agua a presión de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 3.04 de esta Sección.

La EGEHID establecerá en la obra la proporción de la mezcla de lechada o mortero que deba aplicarse en las inyecciones de contacto la cual no se dará por terminada mientras que en opinión de la EGEHID no se hayan llenado, hasta donde sea posible, todos los espacios

vacíos. En general la inyección de contacto no será considerada completa hasta que el hueco rechace a la presión máxima requerida, con un caudal de bombeo menor de 2 lt/min.

La mezcla para las inyecciones de contacto entre la roca y el hormigón de revestimiento consistirá de una parte de cemento, más el agua suficiente requerida por para elaborar una mezcla de consistencia adecuada para su inyección. La lechada y las proporciones de la mezcla que se usarán para las inyecciones de contacto serán las aprobadas por la EGEHID.

La presión máxima para aplicar las inyecciones de contacto entre la roca y el hormigón de revestimiento será aprobada por la EGEHID y estará comprendida entre 0.1 MPa y 5 MPa.

Las inyecciones de contacto entre el hormigón de revestimiento y la superficie de roca se deberán iniciar conectando los tubos de suministro de mezcla a los huecos localizados en los sitios más bajos de un extremo de la sección inyectada y con los huecos restantes abiertos y libres de obstrucciones.

Posteriormente, se deberá inyectar mezcla en los espacios vacíos hasta cuando el hueco no admita más mezcla a la presión requerida por la EGEHID. Si durante la aplicación de las inyecciones la mezcla fluye a través de un hueco abierto, y esta mezcla es de consistencia similar a la de la inyectada, este hueco abierto deberá taparse. Cuando un hueco no admita la mezcla inyectada en la forma especificada deberá cerrarse por medio de una llave removible de cierre, o por cualquier otro método aprobado, y el tubo del suministro deberá conectarse al hueco inmediatamente superior o al hueco que indique la EGEHID. Después de haber terminado la aplicación de inyecciones en un hueco, la presión deberá mantenerse constante por medio de una válvula adecuada aprobada por la EGEHID, hasta cuando la mezcla haya endurecido suficientemente y sea retenida en el hueco.

I. Inyecciones Radiales

Las inyecciones radiales se deberán efectuar siguiendo los criterios establecidos en esta Sección.

J. Inyecciones en la Galería

El Contratista deberá ejecutar inyecciones de consolidación e impermeabilización en la galería cuando las condiciones del terreno así lo exijan. Esto puede suceder cuando la presencia de agua perjudica el avance o la seguridad de la excavación. Las inyecciones se pueden requerir antes de la excavación, o bien después de la excavación. El procedimiento de inyección será el mismo que para las inyecciones de consolidación de la fundación de la presa especificadas en esta Sección.

K. Inyecciones de Huecos de Exploración y Verificación

La inyección de los huecos de exploración y verificación se deberá efectuar siguiendo los criterios establecidos en esta Sección. En la inyección de los huecos de verificación se deberán tener en cuenta los mismos criterios utilizados en las distintas etapas de la

inyección de los huecos. En todas las etapas de inyección de los huecos de verificación y de exploración se deberán efectuar pruebas con agua a presión, según lo especificado en de esta Sección.

FIN DE LA SECCION

SECCION 10. ACERO DE REFUERZO

10.1. GENERALIDADES

10.1.1. ALCANCE

El Contratista deberá detallar, suministrar, cortar, doblar, y colocar todas las barras de acero de refuerzo, incluyendo mallas de alambre soldadas, espigas, barras y ganchos de anclaje, de acuerdo a lo que se establece en esta sección, se indica en los planos, u ordene la EGEHID.

10.1.2. DEFINICIONES

Acero de Refuerzo. Son las barras de acero que se usan como refuerzo en el Hormigón Armado.

Malla de Refuerzo. Malla de barras de acero soldadas que se usan como refuerzo en hormigón, ya sea vaciado o proyectado.

Soportes: Son los elementos que soportan el acero de refuerzo y lo mantienen en su sitio durante el vaciado del hormigón.

Alambre para Amarres. Es el alambre empleado para fijar las posiciones de las distintas barras de refuerzo.

10.1.3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

(1) Sección 15, Hormigón Colocado en el Sitio. 1.6. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA

A. Planos de Detalle

El Contratista deberá entregar a la EGEHID para su aprobación, los planos de detalle del acero de refuerzo, incluyendo:

(1) Planos para cada estructura de hormigón armado incluyendo detalles completos de colocación, secuencia de colocación, espaciado de barras, dimensiones indicando el recubrimiento de hormigón requerido, dimensiones de los solapes, y toda otra dimensión o detalle que sea necesario para la correcta localización de las barras de refuerzo.

(2) Tablas para las barras de refuerzo de cada estructura que indiquen cantidad, forma, dimensiones, diagramas de despiece, detalles de doblado y empotramiento, dimensiones de solapes, peso unitario y peso total.

(3) Detalles de los soportes de barras, incluyendo tipos, tamaños, espaciamiento y detalles o catálogos del fabricante de los acopladores mecánicos o anclajes especiales, en el caso que sean utilizados.

B. Informes de Ensayos Certificados por el Fabricante

El Contratista deberá identificar cada entrega de acero y presentar su respectivo informe de ensayos efectuados en la planta. Cada informe deberá ser certificado por el fabricante y presentado a la EGEHID para su revisión y aprobación. No se utilizará acero de refuerzo sin previa autorización de la EGEHID.

10.1.4. REFERENCIAS

Las publicaciones siguientes forman parte de estas especificaciones:

(1) ACI 315 Details and Detailing of Concrete Reinforcement.

(2) ACI 318 Building Code Requirements for Structural Concrete.

(3) ASTM A-615 Standard Specification for Deformed and Plain Billet-Steel Bars For Concrete Reinforcement

(4) ASTM A-185 Standard Specification for Steel Welded Wire Fabric, Plain, for Concrete Reinforcement

(5) AWS D-1.4 Structural Welding Code-Reinforcing Steel

10.2. PRODUCTOS

10.2.1. MATERIALES

A. Barras de Acero

Las barras de acero deberán ser corrugadas con punto de fluencia f_y = 4200 kg/cm^2 que cumpla lo especificado en la Norma ASTM A-615, Grado 60.

B. Malla de Alambre de Acero Soldado

Las mallas de alambre de acero soldadas de refuerzo deberán conformar lo establecido en la Norma ASTM A-185.

C. Soportes

Los soportes deberán cumplir lo especificado en la Norma ACI 315. Para superficies encofradas expuestas a la vista o a ser pintadas, se deben usar soportes de hormigón prefabricado de la misma calidad, textura y color que el hormigón de la superficie acabada.

Los soportes deberán tener la resistencia suficiente para mantener el refuerzo en posición durante todas las operaciones de colocación de hormigón y se deberán usar de manera que no queden expuestos o contribuyan, en modo alguno, a decolorar o deteriorar el hormigón.

D. Alambre para Amarre del Acero

Deberá ser alambre recocido negro de calibre 16 o de un peso específico mayor.

10.3. EJECUCIÓN

10.3.1. COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO

A. General

El Contratista deberá:

(1) Fabricar toda barra de acero de refuerzo según las formas y dimensiones indicadas en los Planos de detalle.

(2) Colocar todo el acero refuerzo fabricado en las posiciones indicadas en los Planos de detalle, dentro de las tolerancias especificadas y de manera que el refuerzo no sufra desplazamientos durante las operaciones de vaciado del hormigón.

(3) Colocar soportes y amarres para apoyar adecuadamente y mantener en su posición el refuerzo durante el vaciado del hormigón.

(4) Cumplir con las normas ACI 315 y ACI 318 cuando algún detalle de colocación del refuerzo y/o soporte no esté indicado en los Planos.

(5) Asegurar que antes de colocar todo el acero de refuerzo, soportes y amarres, estén libres herrumbre, costras, barro, aceite, grasa u otro recubrimiento que pueda reducir su adherencia con el hormigón.

B. Ganchos y Doblajes

Toda barra de refuerzo se deberá doblar en frío a menos que se autorice de otra manera. No se deberán doblar en el campo las barras parcialmente embebidas en el hormigón a menos que se indique en los Planos o se autorice de otra manera. Las dimensiones de ganchos y curvaturas de doblaje deberán cumplir con los requerimientos de la norma ACI 318.

C. Soldadura

Se permitirá la soldadura de barras de refuerzo sólo cuando lo autorice la EGEHID. En este caso, la soldadura se deberá ejecutar de acuerdo con la norma AWS D-1.4, excepto que se especifique de otra manera.

D. Tolerancias de Colocación

(1) Espaciamiento de Barras. El espaciamiento entre barras será como se indique en los Planos de detalle, a no ser que la EGEHID indique de otra manera. El espaciamiento entre barras adyacentes y entre capas de acero de refuerzo no deberá variar de la posición indicada en más de 25 mm.

(2) Recubrimiento de Hormigón. El recubrimiento de hormigón requerido para las distintas barras de refuerzo deberá ser como se indica en los Planos y se especifique en este documento. En el caso en que el recubrimiento no esté indicado en los Planos, el Contratista deberá proveer un recubrimiento de acuerdo a la Norma ACI 318. Las variaciones mínimas permitidas para el recubrimiento del refuerzo deberán ser:

Tabla No. 10-1: Tolerancias del recubrimiento

Recubrimiento	Variación
100 mm	+ 12 mm
75 mm	+ 9 mm
50 mm	+ 6 mm
38 mm	+ 6 mm
25 mm	+ 6 mm
19 mm	+ 6 mm

(3) La ubicación y longitud de los solapes deberá estar de acuerdo a lo indicado en los Planos de detalle y a la Norma ACI 318. Se deberá usar solamente empalmes del tipo traslape, con barras amarradas firmemente una con otra. No se permitirán empalmes a tope mecánicos o soldados, a no ser que sea aprobado por la EGEHID. Los solapes en lugares alternativos o adicionales estarán sujetos a la aprobación de la EGEHID.

FIN DE SECCION

SECCION 11. JUNTAS DE EXPANSION, CONTRACCION, CONTROL Y CONSTRUCCION EN HORMIGON

11.1. GENERALIDADES

Esta Sección se refiere a los trabajos de juntas e impermeabilizaciones de las siguientes obras del Proyecto:

a) Obra de Toma: muro tipo cimacio, muros cantiléver, losas cuenco amortiguador, canal de limpias, desarenador
b) Líneas de Conducción y Distribución y sus obras complementarias
c) Casetas de bombeo
d) Lagunas de Almacenamiento
e) Otras Obras Menores (alcantarillas, pasos, caminos de servicio y acceso, entre otras).

El Contratista deberá realizar las juntas de construcción indicadas en los Planos Definitivos y/o las requeridas por EGEHID.

Antes del inicio de los trabajos, el Contratista deberá presentar a EGEHID una relación detallada donde indique las características técnicas de los materiales que va a emplear y las modalidades ejecutivas de los mismos. Además someterá a EGEHID para su aprobación las muestras de los principales materiales a emplearse junto a los certificados correspondientes de las pruebas de laboratorio efectuadas por el fabricante.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para el transporte, almacenamiento y puesta en obra, para que los materiales a emplearse no sufran daños; en particular deberá protegerlos de los rayos solares, lluvia, aceites o grasas.

Cuando los materiales resulten defectuosos, el Contratista deberá alejarlos del sitio de la obra y sustituirlos bajo su cuidado y a su costo.

Antes de la puesta en obra de los materiales, EGEHID se reserva el derecho de seleccionar las muestras de los materiales para la ejecución de pruebas de laboratorio para verificar las características técnicas requeridas. Dichas pruebas las efectuará EGEHID bajo su cuidado y costos propios.

Todos los materiales podrán ser empleados sólo después de la aprobación de EGEHID.

11.2. CLASIFICACION

Las juntas consideradas en esta Sección se clasifican según su material de fabricación:

a) Juntas de impermeabilización en PVC

b) Juntas impermeabilizantes de cobre
c) Juntas en Hormigón Compactado con Rodillo

Las técnicas y las prescripciones particulares para la ejecución de dichas juntas se exponen en los puntos que siguen.

11.2.1.JUNTAS DE IMPERMEABILIZACIÓN EN PVC

A. Material

Las juntas de impermeabilización deberán ser realizadas con perfiles prefabricados de tipo "water-stop", constituidos de resinas vinílicas termoplásticas, conforme a la norma CAN/ONG41-GP-35M o equivalente. Su material debe ser de alta calidad y de elevada resistencia a la acción agresiva de las aguas, al envejecimiento y a las solicitaciones mecánicas:

Los perfiles de impermeabilización deberán ser de marca "Sealtight", "Tipo A: 6316" Y "Tipo B: 9316" respectivamente, fabricados por la compañía W.R. Meadows o equivalente aprobada por EGEHID.

Los perfiles de "Tipo A" serán instalados en las juntas de construcción y los perfiles de "Tipo B" en las juntas de contracción.

Los perfiles para juntas deberán tener las siguientes características físico-mecánicas:

- Resistencia a tracción: 13 MPa (ASTM D-638) (ASTM D-638) (ASTM D-624) (ASTM D-638) (ASTM D-471)
- Alargamiento a rotura: 310%
- Resistencia al desgarramiento :50 kN/m
- Módulo de elasticidad: 10 MPa
- Efectos de los álcalis: +1% (cambio de masa, inmersión de 7 días a 95°C) Empleo en temperaturas desde: -38°C hasta 80°C

Los perfiles deberán ser de forma simétrica y tener la sección transversal uniforme sobre toda su longitud.

Donde se encuentran ángulos, intersecciones u otros puntos particulares deberán ser empleadas piezas especiales prefabricadas que tengan las mismas características físico-mecánicas de los perfiles.

B. Instalación

La instalación de los perfiles de impermeabilización deberá ser conforme con la norma de HydroQuébec SN-26.1-2001 o una equivalente aprobada por EGEHID.

Los perfiles deberán tener la sección transversal indicada en los Planos Constructivos o requeridos por EGEHID y serán colocados de manera que se forme un diafragma impermeable continuo.

Deberán emplearse perfiles de la máxima longitud posible de manera que se reduzcan al mínimo indispensable el número de conexiones que generalmente deberán ser efectuadas antes de la puesta en obra mediante el proceso de vulcanización según las instrucciones del fabricante y/o de EGEHID.

Dichos perfiles deberán ser fijados de manera que no sucedan desplazamientos durante los vaciados de hormigón, los cuales deberán ser efectuados con particular cuidado para evitar daños a los mismos. En caso de daños, el perfil deberá ser sustituido por el Contratista a su cuidado y costos propios.

11.2.2. JUNTAS IMPERMEABILIZANTES DE COBRE

A. Material

El material deberá ser de acuerdo con los requerimientos de ASTM B 370.77. El espesor de las hojas será 2.0 mm.

B. Empalmes

Los empalmes en la continuidad o en las intersecciones de las juntas de impermeabilización deben ejecutarse con soldadura de estaño. Todos los empalmes deben ser limpios con los extremos de los materiales empalmados en verdadera alineación. El recubrimiento de la hoja en posición de empalme no debe ser menor de 8 centímetros y la soldadura deberá hacerse por medio de un componente líquido para soldadura de estaño aplicada en todas las caras de la hoja en su contacto o por medio de estaño común, alrededor de todo el borde de la cara de la hoja de contacto.

El número de empalmes en las juntas de impermeabilización deberán ser el mínimo posible y todos empalmes soldados deben estar aprobados por EGEHID.

A fin de eliminar la instalación defectuosa que pueda dar por resultado un escape en la junta, particularmente deberá tomarse cuidado para ver si las juntas de impermeabilidad están correctamente colocadas durante la instalación.

Se deben tomar disposiciones adecuadas para dar soporte a las juntas de impermeabilización durante el progreso de los trabajos y para asegurar el adecuado empotramiento en el hormigón. Las mitades simétricas de las juntas de impermeabilidad

serán igualmente empotradas en el hormigón en cada lado de los empalmes o juntas. Las juntas deben limpiarse completamente del material extraño antes de la colocación del hormigón.

Se tendrá cuidado de colocar y vibrar el hormigón alrededor de la junta de impermeabilización para asegurar el completo llenado del hormigón debajo de ésta y en sus lados, para obtener una adherencia continua entre el hormigón y la junta de impermeabilización en todos los puntos alrededor de la periferia de la misma.

Deberán suministrarse resguardos adecuados para proteger los extremos sobresalientes y los bordes de la junta de impermeabilización empotrada, contra un daño mecánico en todo momento.

11.2.3. JUNTAS DE HORMIGÓN COMPACTADO CON RODILLO (HCR)

Ver Sección 2.16 Hormigón Compactado con Rodillo, 3.5 Juntas

11.2.4. RELLENADOR PREMOLDEADO PARA JUNTAS

El rellenador premoldeado para juntas de expansión debe ser del tipo premoldeado, no estrujable, de espuma plástica unicelular, con propiedades físicas conforme a ASTM D 1752-67, Tipo 111 o su equivalente, tal como Polynon a planchas prensadas de corcho granulado sujeto a la aprobación de EGEHID.

El Contratista deberá cortar el material de relleno de juntas para cubrir la superficie total del hormigón en las juntas y deberá cuidar de que ajuste alrededor de todas las aberturas. Los extremos expuestos del material de relleno colocado en las juntas deberán estar a una distancia prescrita desde la superficie terminada del hormigón. Donde el material del relleno ha sido colocado contra la superficie vertical del hormigón, el relleno para juntas deberá sostenerse seguro en su puesto contra el lado terminado de la junta de expansión mediante una aplicación de pegante a prueba de agua y aprobado, puesta en la cara de cada tablero, suficiente para mantener el material en su lugar. Todas las juntas del material de relleno deberán hacerse apretadas de modo que el mortero de cemento no se filtre a través de la superficie de hormigón opuesto. El rellenador de juntas deformado o dañado no deberá usarse. El rellenador premoldeado para juntas deberá tener un mínimo de grosor de 10 milímetros.

11.2.5. RELLENADOR BITUMINOSO PARA JUNTAS

En rellenador bituminoso para juntas debe consistir en una mezcla substancialmente de 45 partes por peso de ligadura bituminosa y 55 partes por peso de arena. La mezcla se tomará suficiente fluida cuando sea calentada aproximadamente a 1500 - 2000 °C para fluir sin manipulación mecánica.

El material bituminoso debe ajustarse a los requerimientos de ASTM D-994-71 o ASTM D 1751-73. r

Todas las superficies de juntas a ser rellenadas deben estar limpias, secas y completamente curadas.

11.3. VALUACION

11.3.1. Medición y Pago

A. Juntas de Impermeabilización de PVC

Las juntas de impermeabilización y de contacto realizadas en el canal serán medidas en metros lineales en función de la longitud prevista en los Planos Constructivos. Los precios son válidos para juntas realizadas en estructuras rectas, curvas o de cualquier forma, situadas a cualquier cota del terreno.

B. Juntas de Impermeabilización de Cobre

La medida para el pago de la junta de impermeabilización de cobre incluyendo la lámina de cobre en forma de L, si hay alguna, se basará en el peso obtenido de los planos aprobados y preparados por el Contratista.

El pago de la junta de impermeabilización de cobre se hará por peso en kilogramos (kg) de acuerdo con los precios del Contrato.

C. Rellenador Premoldeado Para Juntas

La medida para pago del rellenador premoldeado para juntas se basará en el área de contacto obtenido de los Planos de Construcción.

El pago del rellenador premoldeado para juntas se hará por área en metros cuadrados (m2) de acuerdo con los precios del Contrato.

D. Rellenador Bituminoso Para Juntas

La medida para el pago del rellenador bituminoso para juntas se basará en el volumen obtenido de los Planos de Construcción.

El pago para rellenador para juntas se hará por volumen en centímetros cúbicos (cm3) de acuerdo con los Precios del Contrato.

E. Costos Comprendidos en los Precios Unitarios

Para mayor aclaración de todo lo expuesto en las presentes Especificaciones, a continuación se resumen las operaciones (aunque no limitados a ellas) cuyos costos están

comprendidos en los Precios Unitarios:

1) Juntas de Impermeabilización de la PVC:

- suministro, ejecución y colocación de los perfiles y de sus piezas especiales tipo "Water-Stop";
- costos debidos a la ejecución de juntas en vaciados con fases diferentes y de la consiguiente necesidad de proteger el perfil contra eventuales daños;
- costos mayores debidos a la interrupción de los encofrados en correspondencia con el perfil;
- excavación de los pocitos para empotrar los perfiles en la roca;
- suministro y puesta en obra del mortero especial de cemento para el empotramiento de los perfiles en dichos pocitos;
- la fijación de los perfiles durante los vaciados;
- uso, operación y mantenimiento de todos los equipos mecánicos y andamios, así como también todo el personal necesario;
- sustitución de perfiles defectuosos, desperdicios y limpieza final; i) remoción de los andamios.

2) Juntas de Impermeabilización de Cobre:

- Suministro, ejecución y colocación de los perfiles y uso de todos los medios necesarios.

3) Rellenador Premoldeado Para Juntas

- Suministro, ejecución y colocación del rellenador premoldeado y uso de todos los medios necesarios.

FIN DE LA SECCION

SECCION 12. : HORMIGÓN HIDRAULICO COLOCADO EN SITIO

12.1. GENERALIDADES

12.1.1. ALCANCE

El Contratista deberá suministrar todos los materiales, plantas, equipos y mano de obra requeridos para la ejecución de los trabajos de hormigón según lo que se establece en esta sección, se indica en los Planos, u ordene la EGEHID, incluyendo entre otros:

- El diseño de las mezclas de hormigón.
- El procesamiento o importación de roca, grava y arena para producir los agregados finos y gruesos.
- El diseño, fabricación, suministro, montaje, desmontaje, mantenimiento y desecho de los encofrados necesarios.
- La manufactura del hormigón y su transporte, colocado, consolidación, acabado, protección, reparación y curado.
- El suministro de todo material, equipo y mano de obra necesarios para la ejecución de las operaciones requeridas para el colocado del hormigón a las temperaturas requeridas en esta especificación.
- El suministro y colocación de materiales para las juntas de contracción, expansión, control y construcción.
- La colocación y empotramiento en el hormigón de todas las partes metálicas requeridas.

Los trabajos para ejecutar el Hormigón Lanzado y el Hormigón Compactado con Rodillo (HCR) no son cubiertos en esta sección.

12.1.2. DEFINICIONES

Acabado o Terminado. Es el aspecto final que se le da a la superficie de hormigón por medio de un tratamiento adecuado.

Acelerador. Es el aditivo que se incorpora a la mezcla con el fin de acelerar el fraguado.

Aditivo para Hormigón. Es el material que aparte del cemento, los agregados y el agua empleados normalmente en la preparación de una mezcla, puede añadirse antes o durante la confección de la misma con objeto de modificar algunas de sus propiedades en la forma deseada.

Agregado fino, o arena. Es aquel cuyas partículas tienen un tamaño máximo de 4,75 mm

(Tamiz Nº 4). Este material consistirá en arena natural o triturada ó una mezcla de arena natural y triturada.

Agregado Grueso. Es aquel cuyas partículas tienen tamaños comprendidos entre 4,75mm y 76mm (Tamices Nº 4 y 3"). Este material consistirá en grava natural, piedra triturada, o una mezcla de ambas debidamente gradada.

Aire Atrapado. Es la cantidad de aire propia de una mezcla después de su compactación.

Aire Incorporado. Es la cantidad de aire contenido en una mezcla, cuya inclusión se debe a un aditivo.

Asentamiento. Es la diferencia entre la altura del recipiente que sirvió de molde de una probeta de hormigón fresco y la de la probeta fuera del molde, medida en el eje y expresada en centímetros.

Hormigón Hidráulico. Es la mezcla constituida por el cemento, agregados pétreos inertes (finos y gruesos) y agua en proporciones adecuadas para obtener resistencias prefijadas.

Hormigón Fresco. Es el estado del hormigón previo al comienzo del fraguado.

Hormigón Premezclado. Es el hormigón dosificado en una planta y transportado a obra generalmente por camiones con unidades mezcladoras.

Consistencia. Es el grado de fluidez de una mezcla determinada de acuerdo a un procedimiento prefijado.

Contenido de Aire. Es la diferencia entre el volumen aparente de la mezcla y el resultante de la suma de los volúmenes absolutos de los componentes.

Compactación o Vibrado. Es el proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de una mesa de mortero o de hormigón fresco.

Curado. Es modificar, mediante riego, inmersión, suministro de vapor o de calor, las condiciones del ambiente que rodea la pieza, o bien aislarla del exterior mediante recubrimientos que impidan la emigración del agua libre.

Dosificación. Es la proporción en peso o en volumen de los distintos elementos integrantes de una mezcla.

Durabilidad. Es la propiedad que tienen los morteros o el hormigón de resistir la acción continua de agentes destructivos con los cuales han de estar en contacto.

Elementos Embutidos. Son aquellos que no forman parte del hormigón, y que por razones arquitectónicas, o constructivas, deben quedar dentro de él, tal como barbacanas, conductos eléctricos, etc.

Encofrado. Es una estructura de madera, hierro, u otro material, para confinar el hormigón fresco mientras éste se endurece.

Exudación. Es el fenómeno según el cual se produce una acumulación progresiva en la superficie de una mesa de hormigón fresco de parte del agua de mezcla, fenómeno éste que acompaña la compactación y sedimentación del hormigón.

Fraguado. Es fundamentalmente un proceso de hidratación de los distintos componentes de un aglomerante hidráulico por el cual éste adquiere una mayor consistencia puesta en evidencia por ensayos tipificados.

Incorporador de Aire Compuesto. Es el aditivo que por su composición química además de incorporar aire modifica algunas propiedades de la mezcla endurecida.

Incorporador de Aire Simple. Es el aditivo cuyo propósito exclusivo es incorporar aire en forma de burbujas esferoidales no coalescentes y uniformemente distribuidas en la mezcla.

Malla de Refuerzo. Es el refuerzo empleado en forma de malla. Mezcla. Es la cantidad de hormigón o mortero preparado de una sola vez. Pasta de Cemento. Es una mezcla de cemento y agua.

Plastificante. Es el aditivo que mejora la consistencia de una mezcla haciéndola más trabajable. Refuerzo. Es el acero en forma de barras que forma la parte metálica del hormigón armado.

Relación Agua-Cemento. Es la relación entre el peso del contenido de agua libre de mezclado y el peso del cemento en una mezcla dada.

Retardador. Es el aditivo que se incorpora a la mezcla con el fin de retardar su fraguado.

Segregación. Es la separación de los distintos componentes de una mezcla de hormigón o mortero fresco durante su transporte o colocación.

Tamaño máximo normal. Es la abertura del tamiz de malla menor a través del cual puede pasar como mínimo el 95% del agregado.

Tiempo de Fraguado. Es el tiempo requerido por una pasta fresca de cemento y agua, de una cierta consistencia, para pasar de un grado arbitrario de rigidez a otro, determinado por un ensayo especifico.

Trabajabilidad. Es la mayor o menor facilidad que presenta un hormigón o mortero de ser mezclado transportado y colocado.

Colocado. Consiste en la operación del llenado de los moldes con hormigón.

12.1.3.DOCUMENTOS RELACIONADOS

A. Sección IIIA.13: Acero de Refuerzo.
B. Sección IIIA.14: Juntas de Expansión, Contracción, Control y Construcción del Concreto.

12.1.4.NORMAS DE REFERENCIA

Las siguientes publicaciones forman parte de estas especificaciones:

A. American Concrete Institute (ACI)

ACI 211.1	Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete.
ACI 214	Recommended Practice for Evaluation of Strength Test Results of Concrete.
ACI 301	Specifications for Structural Concrete.
ACI 305R	Hot Weather Concreting.
ACI 304R	Guide for Measuring, Mixing, Transporting, and Placing Concrete.
ACI 309R	Guide for Consolidation of Concrete.
ACI 318	Building Code Requirements for Structural Concrete.

B. American Society for Testing and Materials (ASTM)

C 29	Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate.
C 31	Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field.
C 33	Standard Specification for Concrete Aggregates.
C 39	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
C 70	Surface Moisture in Fine Aggregate.
C 94	Ready-Mixed Concrete.

C 117	Materials Finer than 75 micrometer (# 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing
C 127	Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate.
C 128	Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate.
C 131	Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine.
C 136	Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
C 143	Slump of Hydraulic Cement Concrete.
C 150	Standard Specification for Portland Cement.
C 172	Sampling Freshly Mixed Concrete.
C 192	Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.
C 231	Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.
C 232	Standard Test Methods for Bleeding of Concrete.
C 260	Air Entraining Admixture for Concrete.
C 293	Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading).
C 295	Practice for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete
C 309	Liquid Membrane Forming Compounds for Curing Concrete.
C 403	Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance.
C 469	Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression
C 494	Chemical Admixtures for Concrete.
C 535	Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine.
C 566	Total Moisture Content of Aggregate by Drying.

C 1064	Temperature of Freshly Mixed Portland Cement Concrete.
C 1077	Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation.
C 1202	Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration
C 1260	Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates(Mortar-Bar Method).
D 75	Standard Practice for Sampling Aggregates
D 2419	Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate.
D 4791	Flat or Elongated Particles in Coarse Aggregate.

C. Concrete Plant Manufacturer's Bureau (CPMB)

Concrete Plant Standards 9th Edition, 1990, CRD C514-92.

D. National Institute of Standards and Technology (NIST)

HB 44, Handbook 44, Specifications, Tolerance, and other Technical Requirements for Commercial Weighing and Measuring Devices.

12.1.5.COMPOSICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A. Composición

El hormigón deberá estar compuesto de cemento Pórtland, agua, agregados finos y gruesos, y aditivos para reducir el contenido de agua e incorporador de aire para lograr la trabajabilidad necesaria. El diseño de las dosificaciones de los componentes del hormigón tendrá por objeto asegurar lo siguiente:

(1) Un hormigón plástico, trabajable y apropiado para las condiciones y requerimientos específicos de su colocación.
(2) Un producto que tenga resistencia, durabilidad, impermeabilidad y acabado de acuerdo con todos los requisitos de estas especificaciones. El contenido de agua en todas las dosificaciones del hormigón deberá ser el óptimo necesario para producir una mezcla trabajable, sin exceder los límites de asentamiento y contenido de agua especificados en el párrafo E del numeral 3.03, Diseño de Mezclas de Hormigón.

B. Clasificación

Los siguientes parámetros deberán ser considerados en la producción de los diferentes tipos de hormigón que se requerirán en la Obra: la resistencia a la compresión a los 28 días, los tamaños máximos de los agregados, y la temperatura de colocado. Tomando en cuenta éstos factores, se deberán diseñar las mezclas de hormigón estructural a ser utilizadas en la ejecución de los diversos componentes de la Obra, tales como el aliviadero, la pantalla de hormigón de la presa, estructura de toma, la descarga de fondo, portales, casa de máquinas, la descarga de sedimentos, tapones de hormigón, empotramiento de la tubería forzada, apoyos y anclajes de la tubería forzada, captación, así como también en la producción del hormigón de nivelación o dental, y hormigón pobre.

Las mezclas de hormigón a emplearse en la Obra se clasificarán en función de la resistencia a la compresión a los 28 y 90 días requerida para las distintas estructuras, de acuerdo a la Tabla No. 12-1.

Tabla No. 12-1 Clasificación de hormigón hidráulico por tipo estructura y su resistencia mínima.

Clase	Estructuras	Resistencia mínima a la Compresión
A	Hormigón Pobre: para nivelación donde se indique en los planos ó El Ingeniero.	140 kg/cm2 a los 28 días
B	Hormigón Masivo: Cimacio, Deflector, Tapones, Anclajes, empotramiento de la tubería forzada.	210 kg/cm2 a los 90 días
C	Hormigón Estructural: Muros guías, Rápido, Estructura de Toma, Descarga de Sedimentos, Infraestructura de casetas de bombeo, registros, protección de tuberías de la línea de conducción.	210 kg/cm2 a los 28 días

C. Otros Tipos de Hormigón

Adicionalmente se utilizarán los siguientes tipos de hormigón:

1) Hormigón de Nivelación o Hormigón Dental.

Será colocado en las irregularidades superficiales antes de iniciar los vaciados normales de la estructura correspondiente. Consistirá de hormigón de 210 kg/cm2 de resistencia a los 28

días. No deberá ser empleado en ningún caso de sobre-excavación, ya que en estos casos deberá vaciarse el hormigón especificado para la estructura correspondiente o según lo determine la EGEHID.

2) Hormigón Misceláneo.

Será colocado en las obras permanentes no clasificadas de otra manera, tales como, pero no limitadas a alcantarillas de cajón, cunetas, estructuras de inspección, muros y losas en lagunas de almacenamiento, defensa y acceso. Consistirá de hormigón de 210 kg/cm2 de resistencia a la compresión a los 28 días.

12.1.6.ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA

El Contratista deberá suministrar oportunamente según se indica, la siguiente información para la aprobación de la EGEHID:

A. Diseño de Mezclas

El Contratista deberá entregar los diseños de mezclas 30 días antes de comenzar el colocado del hormigón. La información deberá incluir las proporciones de los componentes de cada mezcla, resistencias a la compresión a los 7, 28 y 90 días, pruebas de asentamiento, contenido de aire y otras características.

B. Plantas y Equipos

Dentro de los 90 días siguientes a la firma del contrato, el Contratista deberá suministrar información con la descripción de todos los componentes de la planta de producción de hormigón y del sistema de transporte y colocado del hormigón.

C. Planos de Detalle

El Contratista deberá suministrar planos de detalle de las estructuras del proyecto indicando del hormigón; dimensiones y espaciamiento del acero de refuerzo, localización de tapajuntas y partes embebidas, y la localización de las juntas de construcción.

D. Planos de Taller

El Contratista deberá suministrar planos de taller indicando detalles de doblado, dimensiones, espaciamientos, cantidad y dimensión de solapes del acero de refuerzo de las estructuras de hormigón del Proyecto.

E. Certificados de los Materiales

El Contratista deberá entregar certificados del fabricante del cemento, aditivos, compuestos de curado, etc. que muestren el cumplimiento de los requerimientos de estas especificaciones.

F. Agregados.

El Contratista deberá indicar la fuente de los agregados junto con los resultados de las pruebas que indiquen el cumplimiento de los requerimientos de estas especificaciones, incluyendo el análisis petrográfico de los agregados.

G. Tratamiento de las Juntas.

El Contratista deberá presentar ante la EGEHID, para su revisión y conformidad, los métodos y equipo propuestos para limpiar las juntas y eliminar residuos.

A. Métodos para Control de Temperatura Durante el Colocado de Hormigón

El Contratista deberá presentar un plan con los métodos a ser utilizados para cumplir con los requerimientos de temperatura de vaciado del hormigón.

12.1.7. ALMACENAMIENTO

Todos los materiales a ser utilizados en los trabajos para hormigón deberán ser almacenados de tal manera que su calidad se mantenga, y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

12.1.8. TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS

A. General

A efectos de controlar la calidad del hormigón y sus componentes, el Contratista deberá realizar las pruebas que se describen en este numeral, tomar las medidas correctivas en el caso de que los resultados lo requieran, y presentar los informes correspondientes. Los encargados de efectuar estas actividades deberán tener el conocimiento y la práctica necesarios para efectuarlas en conformidad con las normas correspondientes. Adicionalmente, para el caso en que la EGEHID decida ejecutar muestreos y ensayos independientes, el Contratista deberá suministrar los materiales de las muestras, la asistencia para la toma de muestras y el equipo necesario para llevar las muestras al laboratorio de ensayos.

La EGEHID analizará los resultados de todos los ensayos de acuerdo con las especificaciones vigentes de las normas ASTM.

B. Agregados

El Contratista deberá llevar a cabo ensayos de rutina para el control y el análisis de los agregados en las diferentes etapas de las operaciones de almacenamiento y procesamiento en la planta dosificadora. Durante la producción de hormigón, se deberán tomar muestras de los agregados en el mismo estado en que son enviados a la mezcladora, para verificar el

cumplimiento de las Especificaciones. El Contratista suministrará todos los medios que sean necesarios para la toma inmediata de las muestras que sean representativas para los ensayos. Los ensayos a realizar y su frecuencia se detallan a continuación:

Tabla No. 12-2 - Ensayos, Normas y Frecuencia Mínima

Las resistencias a la compresión se determinarán ensayando cilindros estándar de 152 mm por 305 mm, fabricados y curados de acuerdo con la Norma ASTM C-31. A fin de remover las partículas de tamaño mayor de 38 mm, el hormigón será tamizado en húmedo, de acuerdo con la Norma ASTM C-172. Los cilindros serán ensayados de acuerdo con la Norma ASTM C-39. Los resultados de los ensayos serán evaluados de acuerdo con la

Ensayo	Norma	Frecuencia Mínima
Gravedad Específica y Absorción en Agregado Grueso	ASTM C-127	Uno por mes.
Gravedad Específica y Absorción en Agregado Fino	ASTM C-128	Uno por mes.
Equivalente de Arena en Agregado Fino	ASTM D-2419	Uno por semana.
Peso Unitario Suelto y Compacto en Agregados Fino y Grueso	ASTM C-29	Uno por mes.
Colorimetría en Agregado Fino	ASTM C-40	Uno por semana.
Humedad Total en Agregados Fino y Grueso	ASTM C-566	Uno por turno.
Granulometría en Agregados Fino y Grueso	ASTM C-166	Uno por turno.
Abrasión “Los Angeles” en Agregado Grueso	ASTM C-131 y C-535	Uno por mes.

Norma ACI 214 con el propósito de verificar el cumplimiento con las Especificaciones y obtener la información requerida para facilitar los ajustes de las mezclas de acuerdo con el párrafo G del numeral 3.3 de esta sección, Ajustes. Los criterios de aceptación de hormigón convencional y ajustes correspondientes serán de acuerdo con, la Norma ACI 318, Capítulo 5. Se tomarán muestras para obtener un registro amplio de las propiedades del hormigón en cada parte de la Obra. Las muestras deberán ser tomadas y ensayadas por el Contratista. El programa de control de calidad del hormigón a cargo del Contratista deberá comprender como mínimo, los siguientes ensayos:

Tabla No. 12-3 Ensayos y Frecuencias Mínimas requeridas

Ensayo	Norma	Frecuencia Mínima
Temperatura	ASTM C-1064	Uno al comienzo del vaciado, luego uno por cada 50 m3 hasta llegar a los 200 m3, y para vaciados mayores a 200 m3 uno por cada 100 m3 adicionales.
Asentamiento	ASTM C-143	
Peso Unitario	ASTM C-138	
Contenido de Aire	ASTM C-231	
Resistencia a la Compresión a los 7, 28 y 90 días.	ASTM C-31 y C-39	Una serie por los primeros 100 m3, una por los siguientes 300 m3 y una por cada 500 m3.

Así mismo, donde sea requerido por la EGEHID, el programa de control de calidad comprenderá también los siguientes ensayos:

Tabla No. 12-4 Ensayos Especiales a Ejecutar, a requerimiento

Ensayo	Norma	Frecuencia Mínima
Evaluación de Mezcla y Ensayo Especial	ASTM C-192	Cuando sean requeridos
tiempo de Fraguado	ASTM C-403	
Exudación	ASTM C-232	
Módulo de Elasticidad	ASTM C-469	
Permeabilidad	ASTM C-1202	
Reactividad Alcalis-Agregado	ASTM C-1260	

Los anteriores ensayos podrán ser realizados por laboratorios independientes aprobados por la EGEHID. Para el caso en que La EGEHID decida ejecutar un muestreo y ensayos independientes, estos gastos los cubrirá el Contratista como parte de su programa de Control de Calidad y deberá suministrar el hormigón, la asistencia y el equipo necesario

para llevar las muestras al laboratorio.

La EGEHID analizará los resultados de todos los ensayos de acuerdo con las especificaciones vigentes de las normas ASTM.

12.2. PRODUCTOS

12.2.1. MATERIALES

A. Cemento Portland

A menos que se indique expresamente lo contrario, se utilizará cemento Portland Tipo I ó II con bajo contenido de álcalis.

Sólo se podrá utilizar cemento de una misma fábrica en una estructura determinada de la obra. En caso de existir la necesidad de cambiar de fabricante, esto se podrá hacer con la adecuada sustentación del Contratista, tales como pruebas, y con la previa aprobación de la EGEHID.

El cemento podrá ser entregado a granel, siempre que el Contratista suministre un transporte adecuado y todas las instalaciones necesarias para asegurar las buenas condiciones del material y permitir su pesaje correctamente a medida que llegue a sus depósitos. El envío de cemento se efectuará en camiones con recipientes herméticos debidamente limpios, diseñados al efecto y en tal forma que impida la exposición del cemento a la humedad. Si el cemento se daña durante el transporte, manejo o almacenamiento, se retirará seguidamente del sitio del trabajo. En caso que el cemento se suministre en sacos, sus envolturas de papel deberán ser fuertes, bien confeccionadas y tener impresa la marca del fabricante. El peso de los sacos será uniforme e igual cada uno a 42,5 Kg de cemento a granel. Los sacos rotos o dañados serán rechazados por la EGEHID.

El cemento en sacos no se almacenará en alturas mayores de 12 sacos. El cemento almacenado en el sitio de las obras por más de ciento veinte (120) días no podrá utilizarse, a menos que nuevos ensayos comprueben que su condición es satisfactoria. El cemento debe usarse en el orden cronológico de llegada a la obra.

Se aceptará el cemento con base a un certificado del fabricante indicando los resultados de los ensayos practicados a cada lote, y garantizado por el Contratista que éstos cumplen con los requisitos de estas especificaciones. Adicionalmente, La EGEHID podrá requerir de ensayos adicionales.

B. Agregados

El Contratista será responsable de la fabricación y/o transporte de todos los agregados necesarios para la producción del hormigón. La obtención de agregados de la calidad requerida en estas especificaciones es responsabilidad del Contratista. Todos los agregados deberán cumplir con los requerimientos de estas especificaciones y la Norma ASTM C-33.

Adicionalmente, el Contratista deberá ejecutar pruebas de petrografía de muestras representativas de la fuente de agregados. Las pruebas de petrografía deberán ejecutarse de acuerdo al ASTM C 295, si los resultados de estas pruebas requieren la ejecución de pruebas adicionales dichas pruebas deben ser ejecutadas. La toma de muestras se hará en presencia de la EGEHID y de acuerdo a lo indicado en el ASTM D 75. Estas pruebas podrán ser ejecutadas por un laboratorio comercial que sea aprobado por la EGEHID. El Contratista deberá presentar a la EGEHID un reporte con los resultados del análisis petrográfico.

1) agregado Grueso.

El agregado grueso consistirá de fragmentos de roca bien formados, duros densos e inalterables. Los porcentajes máximos (en peso) de las sustancias perjudiciales no deberán exceder los siguientes valores para cualquier tamaño del agregado grueso.

Tabla No. 12-5 - Substancias perjudiciales y límites de tolerancia

Substancia	**% Máximo Permisible**
Material que pasa por el tamiz Nº 200	1%
Lutita	1%
Partículas livianas	1%
Terrones de arcilla	½%
Otras sustancias perjudiciales	1%
El total no podrá ser mayor de	3%

La gradación de los agregados gruesos deberá ser de acuerdo al ASTM C 33 series 4 (37.5 a 19 mm), y 67 (19 a 4.75 mm). Como se indica a continuación:

Tabla No. 12-6 – Gradación de Agregados Gruesos (ASTM C-33 Series 4 y 67)

	Porcentaje que pasa	
Serie	**4 (37.5 to 19 mm)**	**67 (19 to 4.75 mm)**
Tamaño Nominal		
100 mm		
90 mm		
63 mm		
50 mm	100	
37.5 mm	90 to 100	
25 mm	20 to 55	100
19 mm	0 to 15	90 to 100
9.5 mm	0 to 5	20 to 55
4.75 mm (No 4)		0 to 10
2.36 mm (No 8)		0 to 5

Las gradaciones indicadas en la tabla anterior deberán aplicarse a las diferentes clases de hormigón, con el fin de obtener agregados de gradación uniforme gruesa a fina con un mínimo de vacíos. Cada tamaño especificado anteriormente deberá acopiarse separadamente.

El agregado grueso deberá cumplir con los requerimientos del ASTM C 33, y deberá tener una gravedad específica de por lo menos 2,60 (en estado de superficie saturada seca) cuando esta sea determinada por medio de la prueba especificada en el ASTM C 127. El agregado que se suministre a la mezcladora no deberá tener materiales finos menores al #200 que excedan los siguientes límites:

Tabla No. 12-7 – Gradación de Agregados: Porcentajes por rango de tamaños

Tamaño	**Máximo Porcentaje por peso**
Tamaño Nominal 37.5 a 19 mm	40%
Tamaño Nominal 19 a 4.75 mm	50%

La forma de los granos debe aproximarse lo más posible a la esfera, en grava; o al cubo, en piedra triturada El agregado que presente más de un 25 % de partículas elongadas y planas será rechazado.

El agregado grueso al ser ensayado a la abrasión por el método “Los Angeles” no debe tener un desgaste mayor del 15 % después de 1 minuto, ni mayor del 15 % después de 1 ½ minutos.

2) Agregado Fino.

El agregado fino consistirá de fragmentos de roca, limpios, duros, densos y durables, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, lutita, álcali, materia orgánica, mica y otras sustancias perjudiciales. El agregado fino deberá cumplir con los requerimientos del ASTM C33 y deberá tener una gravedad específica mínima de 2,60 (en condición de superficie saturada seca) cuando esta se obtiene mediante la prueba del ASTM C 128. El agregado fino deberá tener un equivalente de arena no inferior 80 cuando se determina mediante la prueba del ASTM D 2419.

La suma de porcentaje de impurezas en el agregado no deberá exceder 2.5 % del peso. El agregado fino cuando sea ensayado por contenido de materia orgánica de acuerdo al ASTM C 40 se deberá obtener un color más claro que color estándar de referencia.

La gradación del agregado fino que se descarga en la mezcladora deberá ser uniforme, y deberá cumplir con los requerimientos del ASTM C-136:

Tabla No. 12-8 – Granulometría de los Agregados Finos (ASTM C-136)

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa
9.5 mm	100
No. 4	95 - 100
No. 8	80 - 100
No. 16	50 - 85
No. 30	25 - 60
No. 50	10 - 30
No. 100	2 - 10

El agregado fino deberá tener un módulo de finura no inferior a 2.30. EL agregado entregado a la mezcladora deberá tener un contenido de humedad uniforme y estable el cual no deberá exceder 7 % cuando se ensaya por medio del ASTM C566.

El agregado fino sometido a 5 ciclos del ensayo de disgregabilidad tendrá una pérdida, pesado de acuerdo con la gradación de una muestra que cumpla con las limitaciones indicadas anteriormente, no mayor del 10 % cuando se use sulfato de sodio o 15% cuando se use sulfato de magnesio. E1 agregado fino que no cumpla con los requisitos prescritos no será aceptado.

3) Almacenamiento.

El agregado se almacenará de tal manera que se permita el drenaje natural del exceso del agua libre y se evite la segregación y la incorporación de materiales extraños en el hormigón. El depósito y remoción del material en pilas será tal que se evite la segregación.

C. Aditivos

No se permitirá ningún aditivo que contenga cloruro de sodio.

1. Aditivos para la Incorporación de Aire. Deberá ser una sustancia o compuesto de marca reconocida que sea aprobada por la EGEHID y que cumpla con los requerimientos de la Norma ASTM C-260.
2. Aditivos Fluidificantes. Deberá ser un producto de una marca reconocida que sea aprobada por la EGEHID y que cumpla con los requerimientos de la Norma ASTM C-494. La cantidad de aditivos a agregar para cada mezcla deberá ser tal que produzca un asentamiento final conforme al Tipo D de la Tabla I de la Norma ASTM C-494.
3. Almacenamiento de Aditivos. Los aditivos líquidos que hayan sido almacenados en el sitio de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. No se utilizarán productos que hayan sobrepasado la fecha de vencimiento especificada por el fabricante, a menos que nuevos ensayos prueben que estos están en condiciones satisfactorias.

D. Materiales para Curado

Para la retención de la humedad en la superficie del hormigón recién colocado, en las áreas donde se indique, o donde lo solicite la EGEHID, se utilizarán cubiertas que deberán cumplir con la Norma ASTM C-171. Alternativamente, el Contratista podrá emplear un compuesto líquido de formación de membrana de curado que cumpla con la Norma ASTM C-309, Tipo II, Clase A, el cual deberá ser de marca reconocida y aprobada por la EGEHID.

E. Agua

El agua usada en el mezclado del hormigón, en el lavado de agregados, y en el curado de hormigón deberá ser fresca, limpia y libre de aguas negras, aceite, ácido, álcalis, mica, sales, materia orgánica u otras sustancias nocivas. El agua deberá satisfacer los requerimientos químicos estándares de la Norma ASTM C-94.

12.3.EJECUCIÓN

12.3.1.AGREGADOS

El Contratista deberá instalar las plantas y equipos necesarios para preparar debidamente

los agregados y mantener la exactitud y uniformidad de las mezclas. Además, deberá determinar las cantidades del material necesario y el tratamiento que requieran para cumplir con estas especificaciones y será el único responsable de ello.

Cualquier dato o información suministrado por la EGEHID, es sólo a titulo ilustrativo y no implica responsabilidad ni garantía alguna de su parte.

A. Lavado de los Agregados

El equipo de lavado deberá ser capaz de recoger y reincorporar las partículas finas del agregado, arrastradas por el agua del lavado. El agua para el lavado deberá estar libre de cantidades perjudiciales de limo, materia orgánica, álcalis, sales y otras impurezas.

B. Gradado de Agregados

El agregado que pase el tamiz N° 4 deberá estar gradado según se indica en las especificaciones. Las deficiencias en algunos tamaños se corregirán ya sea suprimiendo por tamizado los excesos en otros tamaños, o bien añadiéndoles los tamaños deficientes, los cuales se podrán obtener en otras fuentes o moliendo rocas de tamaños mayores.

No se permitirá el empleo del agregado grueso en su estado natural. El Contratista instalará una planta de clasificación para separar este agregado en tamaños adecuados para la dosificación. La deficiencia en algunos tamaños se corregirá ya sea suprimiendo los excesos en otros tamaños, o bien añadiéndoles los tamaños deficientes, los cuales se obtendrán triturando rocas. El triturado deberá efectuarse mediante trituradoras de rodillos corrugados u otro equipo apropiado que produzca un material en el cual las partículas sean más o menos de forma cúbica o equidimensional.

C. Manejo de Agregados

Las pilas de depósito de los tamaños del agregado grueso deberán manejarse de modo que la fractura de las partículas por caída sea mínima. Todo el material de desperdicio que resulte de las operaciones de elaboración de los agregados gruesos o de la arena, así como el agua del lavado deberá disponerse en forma satisfactoria.

Los agregados se almacenarán en pilas individuales según los diversos tamaños, separados de modo que se evite su contaminación con materiales extraños. La disposición y extracción de los agregados finos en el almacenamiento se hará de modo que se aumente, hasta donde sea posible, la uniformidad de la gradación. En todo momento se deberá mantener suficiente cantidad de agregados para concluir cualquier colocado que haya iniciado.

12.3.2.ENCOFRADOS

A. General

Se usarán encofrados donde sea necesario para confinar el hormigón y darle la forma requerida. A menos que se indique de otra manera, todas las superficies de hormigón expuesto que tengan pendientes mayores de 1 en 1 se deberán encofrar.

Los encofrados deberán ser suficientemente resistentes para soportar las presiones resultantes del colocado y vibrado del hormigón y deberán mantenerse rígidamente en su posición correcta y de acuerdo con las tolerancias permitidas en estas especificaciones o por la EGEHID.

Las superficies de los encofrados que estarán en contacto con el hormigón, deberán estar limpias y ajustadas, ser rígidas y lisas. A menos que se especifique lo contrario, los encofrados para las superficies de hormigón a la vista y para todas las otras superficies que deberán tener acabado liso, se harán con listones de madera de bordes biselados o machihembrada o se recubrirán con madera contraenchapada, madera prensada o con lámina metálica. Los encofrados de madera deberán ser de buena calidad y cumplir con el U.S. Product Standard PS-1, y se deberá probar que no se produzcan reacciones que degraden la calidad y apariencia del hormigón en su superficie. Si se usan chapas metálicas para recubrir los encofrados, estos deberán mantenerse con el mínimo número de incisiones, protuberancias u otras imperfecciones. Los bordes de los encofrados para las superficies de hormigón que queden expuestos a la vista y para otras superficies de hormigón donde lo exigiere la EGEHID deberán redondearse, biselarse o chaflanearse usando molduras o encofrados biselados.

Después que los encofrados se hayan usado repetidamente y no cumplan con las condiciones para seguir en uso, deberán desecharse o repararse a satisfacción de la EGEHID.

B. Tirantes de Encofrados

Se permitirá el uso de cabillas y otros elementos similares empotrados en el hormigón para atar los encofrados, si hay espacio para que permanezcan empotrados y se terminan a no menos de tres centímetros de la superficie del hormigón, sin que se dañe el hormigón. Habrá que tener en cuenta que para los muros sujetos a la presión del agua por un lado y que deban ser impermeables, se deberá solicitar con anticipación la aprobación del diseño propuesto para el amarre. No se permitirá quitar las cabillas empotradas. Todos los huecos que queden después de la remoción, deberán ser rellenados inmediatamente y por completo con mortero. El amarre con alambre será permitido sólo sea específicamente aprobado y no se aprobará donde se requieran superficies acabadas que vayan a quedar permanentemente expuestas. Donde se usaren estos amarres se deberán cortar a ras con la superficie del hormigón después de quitados los encofrados.

C. Elementos Metálicos Fijados a los Encofrados

Las bases para soldar y otros elementos metálicos empotrados al ras de la superficie del hormigón, podrán ser utilizados fijándolos a los encofrados mediante un método que asegure que sus desplazamientos durante el vaciado estén dentro de las tolerancias que permiten los Planos o estas Especificaciones.

D. Biselado

El Contratista deberá biselar todas las juntas, bordes expuestos y esquinas exteriores con molduras colocadas en los encofrados, a menos que los Planos indiquen otra cosa. No se requerirán juntas biseladas en lugares en que el suelo o roca esté en contacto con las superficies de hormigón, excepto cuando se indique en los Planos.

E. Limpieza y Lubricación de Encofrados

En el momento del colocado del hormigón, los encofrados deberán estar totalmente limpios y libres de incrustaciones de mortero, cemento o de otros materiales extraños que pudieren contaminar el hormigón o impedir el cumplimiento de los requerimientos de las especificaciones en lo referente a los acabados de las superficies encofradas. Antes del colocado del hormigón, las superficies de los encofrados deberán ser aceitadas con un aceite comercial para encofrados, que prevenga efectivamente la adherencia y no manche la superficie del hormigón. Para encofrados de madera, dicho aceite consistirá en aceite mineral parafínico refinado, claro y puro, o su equivalente. Para encofrados de acero; el aceite a usar será mineral refinado combinado con los ingredientes que lo hagan apropiado para el propósito deseado. Se dejarán aberturas temporales en la cara menos vista de los encofrados para los muros y para las pilas a fin de facilitar la limpieza o inspección previa al colocado de hormigón.

F. Remoción de Encofrados

Para proceder a la operación de desencofrado, se debe tener la aprobación previa de la EGEHID. Para facilitar el progreso satisfactorio del curado y para permitir las reparaciones tempranas y prácticas de las imperfecciones de las superficies, los encofrados deberán removerse con cuidado y tan pronto como el hormigón se haya endurecido lo suficiente, para que no se causen daños con la remoción del mismo o se produzca la deformación del elemento estructural. Los encofrados sobre las superficies inclinadas del hormigón serán removidos tan pronto como el hormigón haya alcanzado suficiente dureza como para prevenir su deslizamiento.

Cualquier reparación o tratamiento de tales superficies inclinadas deberán llevarse a cabo inmediatamente y continuar luego con el curado.

Los encofrados para secciones en forma de caja, no deberán ser removidos hasta que la resistencia del hormigón sea tal que la remoción del encofrado no traiga como consecuencia la deformación del elemento estructural, agrietamiento perceptible y

desconchamiento o rotura de los bordes o superficies u otro daño al hormigón.

No se retirará ningún encofrado sin previa autorización de la EGEHID. Los encofrados no se retirarán antes de haber transcurrido el tiempo mínimo especificado en la Tabla 3.1, a menos que se indique lo contrario o así se autorice específicamente.

Tabla No. 12-9 Tiempo Mínimo de Desencofrado

Elemento	**Tiempo mínimo (hr.)**
Bóveda de las galerías y los Conductos	144 horas
Vigas y placas de tablero	144 horas
Columnas y muros (con vaciado de 5 metros o menores)	24 horas
Columnas y muros (con vaciados mayores de 5 metros)	48 horas
Hormigón masivo	48 horas

Cuando las condiciones del trabajo lo exijan y según lo ordene la EGEHID, los encofrados permanecerán en su sitio más tiempo.

G. Encofrado Deslizante para la Losa del Aliviadero

El hormigón colocado en pendientes de 15º o mayores deberá ser colocado utilizando encofrado deslizante. El hormigón deberá mantenerse en su posición para el consolidado y el formado por medio de un encofrado deslizante que deberá ser recubierto de acero, contrapesado y de longitud y ancho ajustables. El encofrado deberá moverse continuamente hacia arriba a una velocidad constante y uniforme. Se deberán usar encofrados laterales para confinar el hormigón y sostener el encofrado deslizante. A lo largo del borde directriz, el hormigón deberá ser cuidadosamente consolidado mediante el uso de vibradores de inmersión. La velocidad de avance del encofrado deslizante deberá ser ajustada de acuerdo a la velocidad del colocado del hormigón.

12.3.3.DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN

A. General

Las mezclas de hormigón serán diseñadas por el Contratista y aprobadas por la EGEHID, para satisfacer el fin a que se destinen, basándose en los requerimientos de resistencia y

durabilidad impuestos por las necesidades del elemento estructural del que forman parte, trabajables, con el acabado requerido y con las resistencias a la compresión de diseño f'c especificadas en el Párrafo B del numeral 1.6 de esta Sección. La aprobación del diseño de las mezclas por parte de la EGEHID no releva al Contratista de su responsabilidad de que el hormigón cumpla con todos los requerimientos de indicados en los Planos o en estas Especificaciones.

La proporción en la cual deben entrar los diferentes componentes que se usarán en el hormigón para las distintas partes de la obra, serán como se determine durante el progreso del trabajo y de acuerdo a los ensayos que se hagan sobre las muestras de los agregados y del hormigón resultante. Las proporciones de los componentes de la mezcla y la relación agua-cemento apropiada serán determinadas en base a obtener un hormigón que tenga la trabajabilidad, densidad, impermeabilidad durabilidad y resistencia requerida con el uso de una mínima cantidad de cemento.

Para cada mezcla, la resistencia promedio lograda en laboratorio deberá ser un 15 % mayor que la resistencia de diseño especificada.

B. Diseño de las Mezclas

El diseño y optimización de las mezclas de hormigón para satisfacer los requerimientos de resistencia, tamaño de agregado, y temperatura, de los diferentes vaciados, serán responsabilidad del Contratista. Se deberán seguir lo estipulado en la Norma ACI 211.1. Para tal fin el Contratista deberá llevar a cabo un programa de investigación de laboratorio antes de iniciar los vaciados de hormigón.

La aceptación de la resistencia del hormigón colocado en el sitio será basada en el criterio de aceptación especificado en la Norma ACI 301.

Dentro de los 60 días siguientes a la firma del Contrato, el Contratista deberá presentar a la EGEHID para aprobación lo siguiente:

- Una descripción del alcance de la investigación de materiales y el diseño de mezclas.
- El programa cronológico de la ejecución de la investigación.

En el caso de que el Contratista proponga efectuar la investigación de materiales y el diseño de mezcla en un laboratorio comercial, este deberá someterse a la aprobación de la EGEHID.

El Contratista deberá elaborar y someter a la aprobación de la EGEHID un informe final de la investigación. El informe deberá incluir la descripción y características de los materiales utilizados, métodos y procedimientos, dosificación, resultados de los ensayos y conclusiones, así como las proporciones de las mezclas propuestas. Los informes de progreso deberán comprender resultados de ensayos a los 7 y 28 días. El informe final deberá ser sometido a la evaluación de la EGEHID por lo menos 60 días antes de la fecha

del primer vaciado de hormigón en la Obra.

Se deberán ensayar las mezclas para cada una de las clases de hormigón especificadas en el párrafo B del numeral 1.06 de esta sección.

Los ensayos deberán determinar las siguientes características para el hormigón y los agregados:

Tabla No. 12-10 - Parámetros del Hormigón y Tiempos a Controlar

		Edad del Hormigón (días)			
Característica/Ensayo		Hormigón Fresco	7	28	90
Hormigón	Temperatura	✔			
	Contenido de Aire	✔			
	Exudación	✔			
	Peso unitario	✔	✔	✔	✔
	Tiempo de Fraguado Inicial	✔			
	Final	✔			
	Resistencia a la Compresión		✔	✔	✔
	Tracción Indirecta		✔	✔	✔
	Módulo de Elasticidad		✔	✔	✔
Agregados	Granulometría	✔			
	Absorción	✔			
	Gravedad específica	✔			
	Peso Unitario	✔			

C. Dosificación

Todos los materiales que integran el hormigón, incluyendo el cemento y el hielo deberán medirse por peso y dosificarse mecánicamente, excepto el agua y los aditivos que pueden ser medidos con el medidor de flujo.

D. Contenido de Cemento

El contenido de cemento en los diferentes elementos de hormigón variará dependiendo de la función que va a cumplir la estructura, resistencia del hormigón, temperatura, gradación de los agregados y asentamiento requeridos.

E. Relación Agua-Cemento

Para el diseño de mezclas para hormigón convencional en el que el cemento es el único material cementante, la relación máxima de agua-cemento será:

Tabla No. 12-11 - Resistencia y Relación A/C límites del Hormigón

f'c (kg/cm2)	Relación Agua-Cemento
210	0,50
280	0,46

En ningún caso la relación agua-cemento excederá el valor 0,50 para el hormigón de conductos de agua. La relación agua-cemento deberá ser optimizada con las pruebas de laboratorio aprobadas por la EGEHID de tal manera que se cumpla con los requerimientos Tamaño Máximo del Agregado

Las mezclas de hormigón a usarse en las diferentes partes de la Obra, estarán constituidas por agregados cuyos tamaños máximos nominales según lo establecido en el párrafo 3.3.2 de la Norma ACI 318 o como se indica a continuación, a menos que la EGEHID ordene o apruebe de otra manera.

Tabla No. 12-12 - Tamaños Máximos Nominales de Agregados

Tamiz de Malla Cuadrada U.S. Standard	Orificios del Tamiz de Malla Cuadrada	Uso General
1 ½ "	37.5 mm	Hormigón armado, áreas con el espaciamiento estándar de armadura de refuerzo.
¾"	19 mm	Hormigón armado, en columnas, vigas y losas.

F. Ajustes

Las dosificaciones del hormigón que hayan sido diseñadas y ensayadas en el laboratorio deberán ser ajustadas a fin de adaptarlas para mantener los patrones de calidad especificados. Todo ajuste deberá ser sometido a aprobación de la EGEHID.

G. Consistencia

La cantidad de agua utilizada en el hormigón deberá regularse como resulte necesario para asegurar la consistencia adecuada del hormigón, y/o para ajustarse a cualquier variación en el contenido de humedad o gradación de los agregados a medida que entran en la mezcladora. No se permitirá añadir agua para compensar cualquier endurecimiento de la mezcla antes del vaciado. En cualquier mezcla la cantidad de agua utilizada no deberá ser mayor que la exactamente suficiente para producir un hormigón de la consistencia requerida después de un periodo normal de mezclado. La consistencia debe ser uniforme de un terceo a otro.

H. Asentamiento del Hormigón.

El asentamiento del hormigón en el momento de vaciarse deberá estar de acuerdo con los siguientes límites, a menos que la EGEHID lo ordene o apruebe de otra manera.

Tabla No. 12-13 -Asentamientos del Hormigón

Tipo de Estructuras	Rango de Asentamiento	
	Asentamiento de Diseño	Asentamiento Máximo
Estructura de hormigón con tamaño máximo nominal del agregado de 90 mm.	4 cm	6 cm
Estructuras de hormigón con tamaño máximo nominal del agregado de 37.5 y 19 mm.	7,5 cm	10 cm
Estructuras ejecutadas con hormigón bombeado.	12 cm	15 cm
Estructuras ejecutadas con encofrado deslizante.	2,5 cm	7,5 cm

El asentamiento de diseño es el asentamiento permisible para estimar la cantidad de agua de mezcla a ser usada en el hormigón. El asentamiento especificado será el mínimo que facilite la colocación y consolidación del hormigón y será menor que el asentamiento máximo. Se rechazarán aquellos vaciados de hormigón cuyos asentamientos estén por encima del asentamiento máximo. Las mezclas que hayan sido rechazadas no deberán ser utilizadas en ningún otro lugar de la obra. No se permitirá aumentar el tiempo de mezcla, ni la adición de material seco, ni otras modificaciones similares de una colada rechazada para que ésta pudiera caer dentro de los límites permitidos. Las pruebas de asentamiento serán realizadas de acuerdo a la Norma ASTM C-143. Aquellas coladas de hormigón que contengan agregados con tamaños mayores de 38 mm serán tamizadas en húmedo en tamiz de 50 mm para retirar las partículas mayores de 38 mm, antes de realizar la prueba de asentamiento. El Contratista deberá proveer todas las muestras del hormigón según lo ordene la EGEHID y cualquier equipo o ayuda que sean necesarios para realizar los ensayos.

12.3.4.DOSIFICACIÓN Y MEZCLA

A. General

La dosificación y la mezcla de hormigón deberán estar de acuerdo con la Norma ASTM C-94. Todos los materiales que conforman la mezcla deberán medirse por peso y dosificarse mecánicamente, excepto el agua y los aditivos que podrán ser medidos con el medidor de flujo.

B. Equipo

El Contratista deberá proveer, mantener y operar el equipo que sea necesario para determinar y controlar con precisión cada una de las cantidades de los diferentes materiales que entren en el hormigón. Los equipos y su operación estarán en todo momento sujetos a la aprobación y control por parte de la EGEHID. Cuando el cemento a usarse venga en sacos, todos los terceos de hormigón estarán proporcionados en base a sacos enteros de cemento, a menos que se pese el cemento. Las cantidades de cemento a granel, de arena y cada tamaño individual del agregado grueso que entren en cada terceo de hormigón deberán determinarse por peso y la cantidad de agua se determinará por peso o por volumen.

Cuando el cemento y los agregados sean acarreados desde una planta dosificadora a la mezcladora, en camiones con compartimento, el cemento para cada terceo será colocado en un compartimento individual, para evitar que durante el transporte se pierda o se mezcle con los agregados húmedos. Cada compartimento deberá tener suficiente capacidad de tal manera que impidan perdidas de materiales y la mezcla de los diferentes terceos cuando se estén vaciando los compartimentos.

El equipo para pesar y medir deberá cumplir los siguientes requisitos:

1. El Contratista suministrará patrones y cualquier otro equipo auxiliar que se necesite para verificar el funcionamiento de cada balanza u otro dispositivo de medición. Se harán ensayos periódicos en presencia de la EGEHID según la manera y con la frecuencia que éste determine. Al terminar cada verificación y antes de continuar utilizando el equipo, el Contratista hará los ajustes, reparaciones o reemplazos que sean necesarios para lograr un funcionamiento satisfactorio.
2. El equipo deberá permitir un fácil ajuste para compensar la variación en el contenido de humedad de los agregados y cambiar el peso de los materiales para cada dosificación del tercero.
3. El equipo deberá ser capaz de controlar el suministro de materiales mediante su medición en peso, de modo que las inexactitudes combinadas en la alimentación y medición durante las operaciones normales no excedan de 1% para el agua; 1% para el cemento, 2 % para los agregados de tamaño menor de 1½", 3% para los agregados de tamaño mayor de 1½" y 3 % para los aditivos incorporadores de aire y plastificante.
4. Se deberán prever suficientes facilidades, aprobadas por la EGEHID, para obtener muestras representativas del hormigón en el punto de descarga de cada mezcladora.
5. El mecanismo de operación del instrumento medidor del agua deberá ser tal que o ocurran filtraciones cuando las válvulas estén cerradas.
6. Los depósitos para los aditivos deberán tener capacidad suficiente para medir de una sola vez, toda la solución adecuadamente disuelta requerida para cada terceo.
7. El equipo que no produzca un hormigón satisfactorio deberá ser retirado y reparado inmediatamente o reemplazado.
8. Cada mezcladora deberá equiparse con dispositivos mecánicos o eléctricos para indicar y asegurar el término del periodo de mezclado y para contar el número de

terceos.

9. La mezcladora no será cargada más allá de su capacidad a menos que se autorice específicamente lo contrario.
10. Los ingredientes del hormigón (cemento, arena y piedra picada o grava) deberán cargarse simultáneamente en una mezcladora diseñada para asegurar la distribución uniforme de todos los materiales al final del periodo de mezcla.

C. Tiempo de Mezclado

El Contratista deberá someter para la aprobación de la EGEHID el tiempo de mezclado para los diferentes tipos de mezclas, en función de las plantas de hormigón a instalarse Para determinar la uniformidad de la acción de mezclado, el Contratista realizará pruebas según la Norma ASTM C-94. Si las pruebas demuestran que, a satisfacción de la EGEHID, las variaciones en mezcla y granulometría han quedado dentro de los límites especificados, el tiempo de mezclado podrá ser reducido. Si las operaciones de dosificación y mezcla no producen un hormigón con uniformidad y consistencia requeridas, el tiempo de mezclado podrá ser aumentado si así lo requiere la EGEHID.

Las mezcladoras no deberán ser cargadas en exceso sobre la cantidad recomendada por el fabricante, ni tampoco deberán ser operadas a una velocidad mayor que la recomendada. No se permitirá el sobremezclado excesivo, hasta el punto que se requiera añadir agua para mantener la consistencia requerida. En cualquier momento en que una mezcladora no produzca resultados satisfactorios, deberá ser retirada del servicio hasta tanto se repare o reemplace a satisfacción de la EGEHID.

D. Comunicaciones

El Contratista deberá suministrar y mantener un sistema efectivo de telefonía o radios de dos vías para el uso exclusivo del inspector de la planta de hormigón, el inspector de vaciados y el laboratorio de hormigón.

E. Equipo Especial

Cuando se use hormigón procesado en mezcladoras móviles o agitadores, el hormigón deberá cumplir íntegramente con estas Especificaciones. El uso de tal equipo de hormigón deberá estar de acuerdo con la Norma ASTM C-94 y estará sujeto a la aprobación por escrito de la EGEHID. El equipo deberá ser diseñado para una descarga rápida, dentro de los límites de asentamiento y los máximos tamaños de agregados especificados.

12.3.5. TEMPERATURA DEL HORMIGÓN AL VACIARLO

La temperatura del hormigón al vaciarlo, no deberá ser mayor de 20 °C para hormigón masivo (elementos con espesores mayores a 2.3 metros) y de 30 °C para hormigón estructural (elementos con espesores menores a 2.3 metros). El deberá adoptar las medidas establecidas en la práctica de acuerdo a la Norma ACI-305R, u otra norma equivalente

internacional, para el control de la temperatura del hormigón. Deberán tomarse medidas adecuadas para cumplir con este requisito tales como, pero sin limitarse a ello, proteger los agregados de los rayos solares, pintar de blanco las tuberías de bombeo, rociar los depósitos de agregado grueso con agua, y usar agua fría en la mezcla.

12.3.6.PREPARATIVOS PARA EL COLOCADO

A. General

Ningún hormigón podrá vaciarse hasta que la colocación del acero de refuerzo, preparación de superficies, instalación de encofrados y la instalación de los elementos embebidos hayan sido aprobados por la EGEHID.

Ningún hormigón podrá vaciarse sobre agua sin la aprobación por escrito de la EGEHID y el método de colocación deberá ser aprobado previamente. Ningún hormigón vaciado se someterá a la acción del agua corriente hasta después que el hormigón haya endurecido.

Inmediatamente antes del colocado del hormigón, se deberá tomar la precaución de revisar que todos los encofrados estén en posición correcta y que todos los soportes de los encofrados estén bien asegurados y firmes. Donde se coloquen encofrados para superficies continuas adyacentes, los encofrados se deberán ajustar firme y completamente sobre toda la superficie terminada, a fin de prevenir el escape del mortero de hormigón y mantener el alineamiento preciso de la superficie.

B. Superficies Embutidas

superficies en contacto con el hormigón, tales como los anclajes, acero de refuerzo, tubos, conduits, piezas metálicas y otras partes que requieran ser embebidas, deberán limpiarse completamente de todo óxido, suelo, grasa, de mortero de hormigón previamente colocado y de cualquier otra materia extraña que pudiera impedir una adherencia adecuada con el hormigón. Estas superficies deberán limpiarse inmediatamente antes del colocado y deberán mantenerse limpias hasta que estén completamente embutidas.

C. Superficies de Fundación

Todas las superficies de fundación sobre o contra las cuales debe vaciarse hormigón deberán estar libres, inmediatamente antes del colocado, de aguas estancadas, barro, basuras, aceite, capas perjudiciales, etc. y en general estar libres de todo elemento objetable como superficie de fundación. Todas las fundaciones en roca sana deberán además estar libres de fragmentos flojos, sueltos o deteriorados y deberán ser sólidas y suficientemente ásperas para asegurar una adherencia satisfactoria con el hormigón. Toda fundación en tierra deberá ser firme y estar perfectamente drenada.

La limpieza y repicado de las superficies en roca deberá efectuarse mediante el uso de chorros de aire y/o agua a presión, chorros de arena y/o agua o con otros implementos tales como escobas de alambre, picos, etc. Cuando se vaya a vaciar hormigón sobre superficies

absorbentes, éstas deberán mojarse de modo que no absorban la humedad del hormigón a ser colocado.

D. Juntas de Construcción

La preparación de las juntas de construcción podrá efectuarse de dos maneras: limpiando con chorros de aire y arena a presión las superficies de hormigón si ya han transcurrido 5 o más días del colocado inicial, o bien, lavando con chorros de agua a presión las superficies de hormigón 2 a 4 horas después del colocado, de acuerdo al tiempo de fraguado.

El objeto primordial de la preparación de las juntas es la eliminación de toda lechosidad, hormigón suelto, etc. hasta dejar al descubierto el agregado limpio y firmemente anclado en el hormigón fraguado. Las superficies de todas las juntas de construcción se lavarán perfectamente con chorros de aire y agua, inmediatamente antes de colocar el hormigón nuevo, hecho lo cual se sacarán todos los charcos de agua que hayan quedado.

E. Juntas de Contracción y Expansión

En las juntas de contracción y expansión se requiere que no haya adherencia entre las superficies de hormigón en contacto. La superficie de la cara de la junta que queda expuesta antes del vaciado de la etapa siguiente, debe quedar lisa y limpia de toda lechosidad u hormigón sobrante.

F. Disposición de los Desechos de Limpieza

El Contratista deberá presentar a la EGEHID para su aprobación, planes detallados del procedimiento que propone emplear para la remoción de los desechos producidos durante la preparación de las superficies. Los desechos de limpieza deberán ser depositados en áreas aprobadas por la EGEHID.

12.3.7.JUNTAS EN EL HORMIGÓN

Las juntas de construcción, contracción, expansión y control en el hormigón son tratadas en la Sección 2.14, Juntas de Expansión, Contracción, Control y Construcción del Concreto, de estas Especificaciones.

12.3.8.TRANSPORTE Y COLOCACIÓN

A. Transporte

El hormigón deberá ser transportado de la mezcladora al sitio del colocado con la mayor rapidez posible, empleando métodos que impidan la segregación de los agregados gruesos, la pérdida de sus componentes con la posibilidad de asentamientos en exceso de 2,5 cm a su entrega en la Obra. No se permitirán caídas verticales libres mayores de 1,0 m durante su colocación, a menos que se provea el equipo adecuado para prevenir la segregación y

donde específicamente lo autorice la EGEHID.

1) Camiones.

Los camiones mezcladores o agitadores para transportar el hormigón mezclado en planta deberán cumplir los requerimientos de ASTM C-94.

2) Correas para el Transporte del Hormigón.

Las correas para el transporte del hormigón deberán ser diseñadas y operadas para asegurar un flujo uniforme de hormigón desde la planta hasta el lugar final de depósito manteniendo la mezcla sin segregación. En los puntos de transferencia y en el punto de colocado se deberán disponer los equipos y dispositivos necesarios para prevenir la segregación de la mezcla.

3) Vaciado con Bomba.

El hormigón podrá ser transportado mediante un equipo de bombeo del tipo pistón o de compresión, en caso de que sea aprobado por la EGEHID. La tubería podrá ser rígida o flexible para servicio pesado y su diámetro interior deberá ser de al menos 3 veces el tamaño nominal máximo del agregado grueso de la mezcla a ser bombeada, pero no menor que 12,5 centímetros. La distancia a ser bombeada no deberá exceder los límites recomendados por el fabricante de la bomba.

B. Colocación

1) General

La colocación deberá hacerse de acuerdo a las normas aplicables indicadas en el ACI 304R. El Contratista mantendrá informado a la EGEHID cuando tendrán lugar los vaciados del hormigón. El hormigón será colocado siempre en presencia de la EGEHID o del representante que la EGEHID designe al efecto y el ingeniero responsable del frente de trabajo del Contratista.

Antes de vaciar el hormigón, las superficies del hormigón viejo sobre o contra las cuales se vaya a vaciar el hormigón nuevo se deben preparar adecuadamente.

Contratista deberá proveer el equipo adecuado para el manejo y colocación de un hormigón de bajo asentamiento, que contenga agregados con el máximo tamaño nominal especificado. El hormigón deberá ser guiado, tan pronto se coloque, hacia los rincones y ángulos del encofrado y piezas empotradas. Todo el equipo y los métodos de colocación del hormigón estarán sujetos a la aprobación de la EGEHID. Los equipos y métodos de construcción empleados en el vaciado del hormigón deberán ser tales que no produzcan segregación o el amontonamiento de los agregados gruesos. Si ello ocurriere, los amontonamientos deberán ser quebrados y esparcidos antes de vibrar el hormigón. Los amontonamientos que se producen solamente en pequeñas porciones del agregado grueso

podrán ser reintegradas a la masa de hormigón, mediante un vibrador El hormigón deberá ser depositado lo mas cerca posible a su posición definitiva dentro del encofrado de tal manera que su desplazamiento al vibrarse no exceda una distancia de 2 metros y la segregación se reduzca al mínimo.

Todo el hormigón, después de colocado y vibrado, deberá estar en capas aproximadamente horizontales que no excedan los 50 cm de espesor, salvo que se autorice específicamente de otra manera. La colocación del hormigón sobre las superficies que no hayan alcanzado la rasante definitiva deberá ser hecha a tal ritmo que se coloque hormigón nuevo antes de que se inicie el fraguado del hormigón de esas superficies. En general, las losas que no excedan los 50 cm de espesor deberán ser vaciadas en una sola capa, a menos que la EGEHID lo ordene o apruebe de otra manera.

La EGEHID podrá ordenar el ensayo de tantas muestras como considere necesario para analizarlas y determinar la uniformidad del hormigón en cualquier punto entre la mezcladora y el lugar de colocación. Los resultados de estas pruebas de comparación deberán estar dentro de los límites señalados por la Norma ASTM C-94. El Contratista deberá hacer todos los cambios y/o modificaciones necesarias a sus métodos y equipos de manejo y colocación para asegurar el cumplimiento de los requerimientos de uniformidad. El Contratista deberá estar preparado para disponer sus operaciones de mezcla, transporte y colocación del hormigón, de manera que se puedan colocar diferentes tipos de mezclas dentro de un mismo vaciado, según la EGEHID lo requiera.

2) Intervalo de Tiempo entre el Mezclado y la Colocación.

El hormigón deberá ser colocado y compactado en un tiempo no mayor a 90 minutos contados a partir de la adición del cemento a la mezcla.

3) Colocado del Hormigón.

El espesor de hormigón máximo permisible colocado en un vaciado deberá ser el que se indique en los Planos o el que la EGEHID ordene. Con el objeto de evitar la segregación de la mezcla y el no-cumplimiento de las tolerancias geométricas por deformación de los encofrados, el espesor de hormigón que se permitirá colocar en cada vaciado y el lapso mínimo entre la colocación de vaciados sucesivos deberán ser los siguientes:

Tabla No. 12-14 : Espesores y Lapsos entre Vaciados

Ubicación	Espesor Máximo de Hormigón Permitido en un Vaciado	Lapso Mínimo entre Vaciados Sucesivos
Hormigón masivo	2 m	64 horas
Muros y Columnas con espesores mayores a 1.5 m	3 m	48 horas

Muros y Columnas con espesores menores a 1.5 m	4.5 m	48 horas

Los vaciados de hormigón convencional de las estructuras localizadas en la obra de toma podrán tener un lapso menor entre vaciados, hasta 24 horas, siempre y cuando el Contratista haya contemplado esta situación en el diseño de la mezcla, el procedimiento de vaciados y que haya sido aprobado por la EGEHID.

Sin embargo, con el objeto de disminuir la posibilidad de juntas frías, y para controlar la abertura de grietas por cambio volumétrico en el proceso de fraguado del hormigón y para controlar la fisuración superficial por retracción del hormigón, el Contratista deberá programar sus volúmenes de vaciado limitándolos de manera tal de cumplir los requerimientos del Proyecto y de acuerdo a la aprobación de la EGEHID.

4) Consolidación.

Cada capa de hormigón deberá consolidarse hasta obtener la máxima densidad práctica de modo que quede libre de bolsones de agregado grueso y de aire y se adapte perfectamente a todas las superficies de los encofrados y materiales empotrados. El hormigón en las estructuras deberá consolidarse mediante el uso de vibradores eléctricos o neumáticos del tipo de inmersión, de peso y frecuencia adecuadas para obtener la máxima densidad práctica y una colocación satisfactoria del hormigón.

Los vibradores del tipo de inmersión deberán ser operados a velocidades no menores de 7.000 revoluciones por minuto cuando estén sumergidos en el hormigón.

En la consolidación de cada capa de hormigón el vibrador debe trabajar en posición vertical y se deberá dejar que la cabeza vibradora penetre en la parte superior de la capa subyacente para vibrarla nuevamente.

Se deberá tener el cuidado de evitar que la cabeza del vibrador haga contacto con las superficies de las formas. Deberá evitarse una vibración excesiva que cause segregación y lechosidad o que tienda a subir una cantidad excesiva de agua a la superficie. Especial cuidado deberá tenerse en el vibrado donde se requieran superficies lisas y donde las superficies estarán permanentemente expuestas a la intemperie, para evitar filtraciones alrededor de piezas metálicas empotradas y para obtener una capa densa e impermeable cerca de la superficie.

No deberán aplicarse los vibradores directamente, ni permitir que perturben las armaduras que se extienda dentro del hormigón total o parcialmente fraguado. Todo el tráfico necesario sobre hormigón fresco deberá hacerse sobre pasarelas de madera construidas de tal manera que no ocasionen daños al hormigón.

Los vibradores y su operación deberán ser consistentes con la naturaleza del trabajo y de acuerdo con las recomendaciones de la Tabla 5.1.4 de la Norma ACI 309R.

12.3.9.ACABADOS

A. General

Los acabados que deben darse a las superficies deberán ser tal como se indica en los planos o como se establece en estas Especificaciones. El trabajo de acabado deberá ser hecho por personal especializado. En el caso en que los acabados no estén precisamente especificados, el acabado que se deberá usar será el especificado para las superficies adyacentes ya existentes o el que ordene la EGEHID. Todos los acabados deberán tener la aprobación de la EGEHID.

Las superficies de hormigón serán verificadas por la EGEHID donde sea necesario para determinar si las irregularidades de ellas están dentro de los límites especificados.

Las superficies de hormigón encofradas de las diversas estructuras tendrán los acabados que se indican en los planos o los que señale la EGEHID. Para fines de fijar tolerancia y las irregularidades permisibles se clasifican como "abruptas" o "graduales". Las faltas de coincidencia que provengan del desplazamiento, la colocación defectuosa o la falta de empalme de los encofrados, o de nudos sueltos en la madera u otros defectos similares, se considerarán irregularidades “abruptas”. Las irregularidades resultantes de combaduras, curvaturas o variaciones uniformes de éstas, se considerarán como "graduales". La tolerancia de las irregularidades "graduales" se verificará por medio de reglas de 1.50 m de longitud o utilizando plantillas apropiadas.

B. Superficies Encofradas.

1) Superficies de Hormigón en General, Excluyendo las Expuestas al Flujo de Agua.

Las clases de acabado para superficies de este tipo de hormigón se designan con el uso de los símbolos F1, F2 y F3 según se definen a continuación. a. Superficies de Hormigón Cubiertas con Relleno (Acabado F1). El acabado F1 debe aplicarse a las superficies encofradas sobre o contra las cuales se colocará relleno u hormigón y en donde las asperezas o las irregularidades no sean objetables. Las superficies no requieren tratamiento después de desencofrarlas excepto la remoción y reparación de hormigón defectuoso, y el curado especificado. Los encofrados se podrán construir de cualquier material adecuado para evitar escapes. La corrección de irregularidades de superficies se requerirá solamente para irregularidades "abruptas" o "graduales" cuando éstas excedan de 25 mm medidas como se describió anteriormente.

2) Superficies de Hormigón Expuestas, No-Destacadas a la Vista (Acabado F2).

El acabado F2 debe aplicarse a las superficies que no hayan quedado clasificadas específicamente dentro de las clases F1 o F3. Los encofrados pueden ser machihembrados o de tabla traslapada o de madera contraenchapadas, lámina para encofrados, o acero. No se permitirá el uso de revestimientos de acero sobre maderas u otros contraforros de este tipo para esta clase de acabados. Los encofrados deben construirse en forma exacta y de acuerdo

con las dimensiones y alineamientos requeridos y deben estar libres de faltas notables de alineamientos, de presiones o abultamientos. Las tolerancias para las irregularidades "abruptas" serán 5 mm y para las irregularidades "graduales" de 12 mm. No se requieren ser tratados con coletas ni esmerilados más de lo que sea necesario para reparar las imperfecciones de las superficies.

3) Superficies de Hormigón Expuestas, Destacadas a la Vista (Acabado F3).

Quedan comprendidas en la clasificación F3 todas las superficies que queden a la vista del público. Para cumplir con los requisitos de esta clase de acabado, los encofrados deberán construirse con estrecha tolerancia en cuanto a sus dimensiones y deben quedar completamente libres de imperfecciones que puedan afectar más tarde la apariencia del hormigón vaciado sobre ellos. En general se especificará el uso de encofrado de madera adecuada perfectamente apareada y machihembrado y de anchura uniforme. En las superficies interiores se permitirá la utilización de madera contraenchapada o de láminas especiales para encofrar. No se permitirá la utilización de láminas o revestimientos de acero para esta clase de acabado. Si el encofrado no ha quedado con empalmes perfectos, se exigirá lijarlos hasta lograr una superficie que se ajuste a las tolerancias requeridas para este tipo de acabado. Las máximas irregularidades "abruptas" permisibles no pasarán de 3 mm, y las máximas irregularidades "graduales" no pasarán de 5 mm. No se permitirá abultamientos o falta de alineamiento visible en el hormigón. Al usar los encofrados más de una vez, debe limpiárseles, ajustárseles fuertemente, y anclárseles con firmeza para evitar escapes. Las superficies con este acabado no deberán frotarse o tratarse de ninguna manera para reparar las superficies defectuosas.

4) Superficies de Hormigón Expuestas al Flujo de Agua.

Los requerimientos exigidos para el acabado de las superficies encofradas de zonas expuestas al flujo de agua en movimiento, tales como la losa, los muros, el rápido, el cimacio y el deflector del aliviadero, estarán encaminados a conseguir superficies perfectamente alineadas y lisas con el objeto de eliminar la acción destructora del agua. Las superficies a ser reparadas deberán ser sometidas, antes de cualquier reparación, en el 100% de su área, a un chorro de agua a alta presión, y luego deberán removerse los trozos de hormigón desprendidos o agrietados y los agregados flojos o sueltos. La reparación de las superficies con cangrejeras y/o imperfecciones e irregularidades deberán ser realizadas con un mortero en base a un producto antiabrasivo, aprobado por la EGEHID, tal como se indica en la Sección 2.12, Juntas de Expansión, Contracción, Control y Construcción del Hormigón, del Volumen II. Las irregularidades superficiales abruptas deberán ser esmeriladas hasta obtenerse un plano que tenga una relación de alto a largo de 1 a 50.

C. Superficies No-Encofradas

1) General.

Los tipos de acabados para las superficies no encofradas serán: enrasado, acabado a boca de cepillo y acabado liso. El acabado de las superficies no encofradas deberá ser efectuado

empleando albañiles diestros. A menos que se indique de otro modo en los Planos, el acabado para las superficies no encofradas de los conductos de agua consistirá de acabado a boca de cepillo y de un sallado con pasada de llana de acero de albañil. Las irregularidades de las superficies no encofradas de los conductos de agua deberán cumplir con las correspondientes tolerancias. El drenaje de las superficies no encofradas, normalmente horizontales deberán tener las pendientes que se muestran en los Planos o según lo ordene la EGEHID. A menos que se ordene o se muestre lo contrario en los Planos, las superficies angostas, como coronamientos de muros y brocales, deberán tener una pendiente del 3 % aproximadamente, y las superficies más anchas, tales como aceras, cubiertas y plataformas, deberán tener aproximadamente 2 % de pendiente. En todas las juntas de construcción y contracción cuyas superficies hayan sido acabadas con llana de madera o llana de acero, tal como se muestra en los Planos o según se indique, deberán tener sus aristas tratadas con herramientas especiales. No se permitirá la adición de agua o cemento seco sobre la superficie del hormigón para facilitar las operaciones de acabado. No se deberá ejecutar ningún acabado sin haber removido previamente el agua exudada. Las clases de acabado para superficies de hormigón sin encofrar se designan con los símbolos U1, U2 y U3.

2) Enrasado o Acabado con Regla (Acabado U1).

El acabado U1 debe aplicarse a las superficies post-formadas que serán cubiertas por materiales de relleno o por hormigón y en superficies para plataformas de operación. El acabado U1 se usa también como primer acabado de para el acabado U2. Las operaciones del acabado U1 deberán consistir en nivelado y reglado suficiente para producir una superficie lisa y uniforme. Las irregularidades en las superficies medidas como anteriormente no deberán exceder de 10 milímetros.

3) Acabado a Boca de Cepillo (Acabado U2).

El acabado U2 se aplicará a las superficies sin encofrar que no queden permanentemente ocultas por material de relleno o por hormigón o no requieran el acabado U1, tales como pisos de operación, puente y coronamiento de los muros. El cepillado puede ser dado a mano. El cepillado deberá empezarse tan pronto como la superficie acabada con regla se haya endurecido suficientemente y deberá ser el mínimo necesario para producir una superficie que esté libre de huellas de regla y que sea de textura uniforme. Las irregularidades superficiales no deberán exceder de 6 milímetros medidas como se indicó anteriormente. Las juntas y las aristas deberán trabajarse con herramientas especiales en donde indiquen los planos o como lo ordene la EGEHID.

4) Acabado Liso (Acabado U3).

El acabado U3, mediante llana de acero de albañil, deberá aplicarse a las superficies de los pisos y/o a otras superficies, según se muestre en los Planos. El proceso de alisado comenzará cuando la superficie a tratarse haya endurecido lo suficiente para impedir que un exceso de material fino salga a la superficie al efectuar el aplanado a presión con una llama de acero. La contextura de la superficie acabada con llana metálica deberá ser la de una superficie uniforme, densa y sin defectos ni huellas de los útiles empleados. Las

irregularidades graduales de las superficies no deberán ser mayores de 5 mm. Todas las superficies que tengan acabado liso deberán protegerse contra cualquier daño durante todo el periodo de la construcción.

12.3.10. CURADO Y PROTECCIÓN

A. General

El hormigón se podrá curar con agua o con membrana, excepto las juntas de construcción que se curarán únicamente con agua.

B. Curado con Agua

El curado con agua consiste en mantener el hormigón mojado por lo menos durante los 14 días siguientes al vaciado o hasta que sea cubierto con hormigón fresco. Para mantener el hormigón mojado se podrá cubrir con material saturado en agua o usando un sistema de tubos perforados, aspersores o mangueras porosas, o por cualquier otro método aprobado que mantenga todas las superficies que deben curarse continuamente (no periódicamente) mojadas. El agua para el curado deberá llenar las mismas especificaciones que las aplicadas para el agua para el hormigón.

C. Curado con Arena Saturada

La EGEHID podrá aprobar el curado de juntas de construcción horizontales y superficies acabadas mediante arena saturada. En este caso, tales superficies deberán cubrirse con una capa de arena de 50 mm de espesor mínimo, la cual deberá mantenerse distribuida uniformemente y saturada continuamente, durante el período de curado correspondiente a cada superficie.

D. Curado con Membrana

La membrana curadora consistirá en la aplicación de un compuesto sellador, el cual debe formar una membrana que retenga el agua sobre la superficie del hormigón mismo. El compuesto sellador será pigmentado de blanco y será aprobado por la EGEHID.

El compuesto deberá ser de resistencia y calidad uniforme en cada una de sus capas de aplicación. La superficie del hormigón deberá mantenerse con una membrana del compuesto durante un mínimo de 28 días.

El compuesto sellador será aplicado a la superficie del hormigón rociando una capa que proporcione una membrana uniforme y continua sobre todas las áreas a una rata que no deberá exceder de 3,70 metros cuadrados por litro. En superficies rugosas, el área abarcada puede ser disminuida cuando se considere necesario, con el fin de obtener una membrana continua.

Cuando el compuesto sellador sea usado en superficie preformadas, las superficies sobre las

cuales se hará la aplicación deberán ser mojadas inmediatamente después de removidos los encofrados mediante una suave aspersión de agua hasta que la superficie no absorba más humedad. Se aplicará el compuesto sellador tan pronto como desaparezca la película superficial de agua y cuando la superficie del hormigón aún esté húmeda.

Deberá tenerse especial cuidado que la membrana cubra ampliamente los bordes, esquinas y áreas rugosas de las superficies encofradas.

Después que la membrana haya sido aplicada y cuando esté seca al tacto, deben llevarse a cabo todas las reparaciones requeridas de las superficies del hormigón. Toda reparación, una vez terminada, deberá ser humedecida y cubierta con la membrana como se indicó anteriormente.

Para asegurar una buena aplicación de la membrana, la mitad de la cantidad necesaria para una superficie deberá aplicarse moviendo la pistola hacia arriba y hacia abajo hasta cubrir toda el área y la otra mitad haciendo la misma operación pero en dirección perpendicular a la anterior.

El equipo de aspersión deberá ser de tanque a presión con aditamento especial para una agitación continua del compuesto durante su aplicación de los tirantes para las superficies en los cuales se especifique el acabado F1, exceptuando aquellos sitios en que se vaya a impermeabilizar la superficie que se repara. No se usará mortero seco para rellenar huecos que pongan al descubierto el acero de refuerzo o que atraviesen completamente la sección de hormigón.

Brochas no deberán usarse en superficies post-formadas ya que la aplicación con brocha debe hacerse con el hormigón aún fresco y esa operación puede dañar la superficie del hormigón.

El tránsito y cualquiera otra operación del Contratista deberán evitarse en lo posible para que la membrana no sufra daño alguno por un periodo no menor de 28 días. En los lugares donde esto no sea posible de llevar a cabo, debido a las operaciones de construcción, la membrana deberá estar protegida cubriéndola con una capa de tierra o arena de 25 mm de espesor, como mínimo, o por medios de protección que sean efectivos. La capa protectora no deberá colocarse hasta que la membrana no esté completamente seca. Antes de la aceptación final de la obra el Contratista quitará la capa de arena de una manera aprobada por la EGEHID.

Si la membrana selladora se daña o se desconcha durante los 28 días después de su aplicación, deberá ser reparada sin dilación.

La EGEHID aceptará el compuesto sellador cuando el Contratista presente un certificado de que el compuesto sellador cumple lo establecido en estas especificaciones. No se permitirá diluir ni alterar y se aplicará en la forma recomendada por el fabricante.

E. Protección

Durante el curado y hasta la aceptación final. El Contratista deberá proteger todo el hormigón contra daños debidos al equipo de construcción, materiales y/o métodos en los procesos de curado, lluvia y agua corriente. Después de completar el colocado del hormigón no se deberá permitir el paso de ningún tráfico durante 24 horas. Si los peatones deben pasar sobre estas áreas, y deberán colocar pasarelas inmediatamente después del colocado. Nada deberá ser atado o ligado a las barras de refuerzo que sobresalgan o estén expuestas, durante un mínimo de 24 horas.

12.3.11. REPARACIÓN DEL HORMIGÓN

Cuando un hormigón quede defectuoso y la EGEHID juzgue que su remoción total no es procedente se reparará a expensas del Contratista como se indica a continuación.

La reparación del hormigón deberá ser efectuada por personal experimentado en este tipo de trabajo. El Contratista notificará a la EGEHID cuando va a efectuar las reparaciones y estas se ejecutarán en presencia del personal autorizado por la inspección. El Contratista deberá corregir las imperfecciones sobre las superficies de hormigón hasta obtener los requisitos exigidos en los Planos. La reparación de las imperfecciones del hormigón deberá hacerse íntegramente dentro de las 24 horas después del desencofrado.

El hormigón que por cualquier causa haya sido dañado, el hormigón con cangrejeras, fracturado o defectuoso y el hormigón con exceso de depresiones en las superficies debe ser removido y reconstruido para llevar la superficie a los alineamientos prescritos. Esta remoción y reconstrucción del hormigón se efectuará quitándolo y reemplazándolo por mortero seco, mortero o hormigón, como se especifica más abajo.

Se entenderá por mortero seco, el mortero preparado con una parte de cemento, para dos partes de arena y la cantidad de agua suficiente como para mantener unidos los ingredientes.

En superficies encofradas que tengan el tipo de acabado fino, donde haya protuberancias e irregulares abruptas que sobresalgan de los límites especificados, las protuberancias o irregularidades se reducirán por medio de cincel y esmeril para llevar las superficies a los límites especificados.

El mortero seco se usará para rellenar:

- Agujeros que tengan una superficie con una de las dimensiones no mayor que la profundidad del agujero.
- Agujeros dejados al retirar los fijadores de los tirantes del encofrado, si el diámetro en su mínima dimensión es mayor de 5 milímetros. Sin embargo este relleno sólo se llevará a cabo en huecos con profundidades de 2,5 centímetros y en los muros con espesores de 30 centímetros donde se especifique acabado F2 o F3.

- Huecos de las tuberías de caratero si las hay ranuras angostas que se hagan para reparar grietas.

No se requerirá el relleno de los agujeros formados por los fijadores.

El mortero seco deberá aplicarse en capas de 2,5 cm de espesor aproximadamente y cada capa deberá apisonarse completamente y la capa final aislada para formar una superficie continua con la superficie del hormigón adyacente. Para la reparación de las superficies defectuosas cuyas irregularidades sean demasiado grandes para rellenarse con mortero seco y demasiado llanos para aceptar relleno de hormigón, pero siempre que no sean tan profundos como para que alcancen la cara más cercana del refuerzo, deberá usarse como relleno un mortero colocado mediante impacto, con pistolas.

Los rellenos de hormigón deberán usarse:

- En agujeros que se extiendan completamente a través de toda sección de hormigón.
- En agujeros que no sean atravesados por refuerzo y con una superficie mayor de 30 x 30 centímetros y una profundidad mayor de 10 centímetros.
- En agujeros en hormigón armado cuya superficie sea mayor de 15 x 15 centímetros y que se extiendan más allá de la armadura.

La composición del hormigón para este relleno, así como el método de colocación deberán ser como lo ordene la EGEHID.

Todos los rellenos deberán unirse firmemente a las superficies de los agujeros y deberán quedar sanos y libres de grietas por contracción y de áreas con sonido hueco después de que los rellenos se hayan curado y secado.

Todos los materiales usados para las reparaciones de las superficies de hormigón deberán cumplir con lo expuesto en estas especificaciones. A la superficie del remiendo deberá dársele un acabado que coincide en textura y color con la del hormigón adyacente. Todo relleno debe quedar adherido firmemente a las paredes del agujero debiendo ser compacto y libre de grietecillas al fraguado del relleno.

12.3.12. TOLERANCIAS

Salvo que los planos den otras indicaciones, las tolerancias dentro de las alineaciones, pendientes y dimensiones serán las señaladas en la Tabla 3.2. Esto no exime al Contratista de arreglar o reparar las irregularidades tratadas anteriormente.

El Contratista será responsable de que los encofrados del hormigón sean colocados y mantenidos en su posición correcta con el fin de que toda la obra quede dentro de los límites de tolerancias establecidos aquí.

Las obras de hormigón que excedan los límites de tolerancias especificados en este numeral, deberán ser reparadas, demolidas y reemplazadas a expenses del Contratista.

Tabla No. 12-15 Tolerancias en el Hormigón

1. Estructuras:		
a) Desviaciones a partir del alineamiento establecido.	1,30 cm en 6 m	
	2,00 cm en 12 m	
b) Desviación a partir de la rasante especificada.	2,5 cm	
c) Variación a partir de la vertical o inclinación especificada en líneas y superficies de columnas, piles, muros y aristas.	Expuestas:	1,30 cm en 3 m
	Con relleno:	2,00 cm en 6 m
		3,20 cm en 12 m
d) Variación a partir del nivel o a partir de la rasante, indicadas en los dibujos en places, vigas, juntas de construcción horizontales y barandas descentradas.	Expuestas:	0,65 cm en 3 m
		1,30 cm en 9 m
	Con relleno:	El doble
2. Variaciones en las dimensiones de la sección transversal de las placas, muros y partes similares de las estructuras.	Menos: 6 mm	
	Más: 12,5 mm	
3. Fundaciones:		
a) Variaciones en las dimensiones en planta.	Menos: 1,25 cm	
	Más: 5.00 cm	
b) Desplazamiento o excentricidad.	2% del ancho de la fundación en la dirección del desplazamiento pero no mayor de 5 cm	
c) Reducción en los espesores.	5% de los espesores especificados.	

Las tolerancias para el acabado del hormigón no incluidas en la tabla anterior deberán ser de acuerdo a lo especificado en la norma ACI 117.

FIN DE LA SECCION

a-ii.09 hormigón lanzado

1. generalidades
1.1 alcance
esta cláusula se aplica a todas las obras en las cuales se usarán hormigón lanzado y cubre el suministro de materiales, la preparación y aplicación del hormigón lanzado como soporte de roca, o revestimiento de túneles, chimenea de equilibrio y taludes exteriores.

el hormigón lanzado se define como una mezcla de cemento, agua, agregados finos y gruesos, microsilica y aditivos proyectados neumáticamente a alta velocidad sobre una superficie por cubrir, siendo capaz de autosoportarse sin escurrir ni desprenderse en cualquier posición que sea aplicado. el hormigón lanzado se deberá colocar por la llamada "vía húmeda" preparando una mezcla de bajo asentamiento que se bombea a la boquilla.

el contratista podrá proponer el empleo de otro procedimiento para colocación del hormigón lanzado, "vía seca", con los equipos de uso habitual para este tipo de trabajo, siempre y cuando demuestre a la egehid que obtiene resultados acordes con los objetivos de diseño de las obras.

el hormigón lanzado será aplicado siguiendo las normas astm c1116 y aci 506 (guía para hormigón lanzado).

al menos 30 días antes de la aplicación de cualquier hormigón lanzado, el contratista deberá someter a la egehid para su aprobación, planos y disposición de las plantas, detalles de todos los equipos, métodos de operación, tipo y composición y proporciones de todos los ingredientes de las mezclas.

el hormigón lanzado será aplicado en las áreas que requieran este tipo de tratamiento tal como se indica en los planos, las especificaciones técnicas o donde lo ordene la egehid.

el hormigón lanzado será aplicado en la superficie de la roca tan pronto como sea posible después de la excavación y remoción de los escombros y de la investigación del perfil geológico.
1.2 secciones relacionadas
a. sección a-ii.06: excavaciones a cielo abierto.

b. sección a-ii.07: excavaciones subterráneas.
1.3 definiciones
hormigón lanzado. se define como una mezcla de cemento, agua, agregados finos y gruesos, microsílica y aditivos proyectados neumáticamente a alta velocidad sobre una superficie por cubrir, siendo capaz de autosoportarse sin escurrir ni desprenderse en cualquier posición que sea aplicado.

2. productos

2.1 materiales e insumos

a. cemento

el cemento portland para el hormigón, mortero y hormigón lanzado, debe cumplir con los requisitos de las especificaciones astm c-150 tipo i y debe cumplir además con los requerimientos que especifica la sección 2.15, hormigón colocado en sitio, de este volumen.

b. agua

el agua que se utilice deberá cumplir los requisitos que se estipulan en la sección 2.15, hormigón colocado en sitio, de este volumen.

c. microsilica

para mejorar la resistencia del hormigón lanzado se ha previsto, cuando sea necesario, el uso de microsilica la cual será suministrada en forma densificada cumpliendo con los requerimientos indicados en la norma sabs 1491 parte iii, además de los siguientes:

finura: el área superficial no deberá ser menor que 18 000 m2/kg.
tamaño de partículas: 0.2 micrones en promedio, 0.4 micrones máximo.
contenido de sio2: no menor que 85 %
contenido de c: no menor que el 5 %
contenido total de los álcalis na2o + k2o: no menor que 1.5 %. cuando esté combinado con cemento, el contenido total de álcalis no será mayor que el 0.6 %.

d. fibras de acero

las fibras de acero deberán cumplir con la norma astm 820 u otras normas aceptables por la egehid.

las fibras de acero serán trefiladas con los extremos ondulados y su dosificación por peso deberá estar entre el rango de 40 a 60 kg/m3.

e. agregados

los agregados deberán cumplir con los requerimientos de la sección 2.15, hormigón colocado en sitio, de este volumen.

la gradación de los agregados finos y gruesos combinados será la siguiente:

tamaño de los tamices	% que pasa
(12.5 mm) ½“	100

(9.5 mm) 3/8”	90 – 100
(4.75 mm) nº 4	70 - 85
(2.36 mm) nº 8	50 – 70
(1.18 mm) nº 16	35 – 55
nº 30	20 – 35
nº 50	8 – 20
nº 100	2 – 10

las gradaciones podrán variarse, previa aprobación de la egehid, para acomodarlas a las recomendaciones del fabricante del equipo lanzador y a las condiciones de la fuente de materiales, siempre y cuando se demuestre mediante ensayos que cumplen con las demás estipulaciones.

f. aditivos

serán productos líquidos o en polvo que incorporados a la mezcla mejoren las cualidades del hormigón lanzado, aceleren el fraguado confiriendo una resistencia inicial en el plazo más breve posible, disminuyan el rebote y contribuyan a obtener una buena estanqueidad.

la resistencia a los 28 días de una mezcla con acelerante no deberá ser menor que el 80 % de una mezcla de las mismas características sin aditivo.

los acelerantes se agregarán a la mezcla en caso que sean en polvo o al agua si son líquidos. el tipo de aditivo y la dosificación que se utilizará se determinarán mediante el ensayo de compatibilidad con el cemento utilizado, que se describe más adelante. el contratista solicitará a los suministradores de aditivos, pruebas de las distintas mezclas a fin de un correcto uso en los trabajos.

la inclusión de un acelerante se realizará con la aprobación de la egehid y conforme a lo indicado en la guía para hormigón lanzado, 506 del aci.

bajo ninguna circunstancia se permitirá que los aditivos sean agregados manualmente, se debe usar solo dispositivos automáticos.

g. malla de refuerzo

el hormigón lanzado podrá llevar un refuerzo constituido por una malla fina. si se emplea como sostenimiento, las exigencias respecto a la malla serán las que se indican en la sección 2.13 acero de refuerzo.

h. aire comprimido

el aire comprimido será de capacidad suficiente para garantizar una satisfactoria y continua colocación del hormigón lanzado. el aire comprimido empleado en el proceso

de construcción será limpio, seco y deberá estar libre de todo aceite.

el contratista deberá garantizar las presiones de aire y agua requeridas para que haya una correcta adherencia entre la roca y el hormigón lanzado.

i. diseño de las mezclas del hormigón lanzado

el hormigón lanzado que se utilice como elemento de sostenimiento, tendrá una resistencia a la compresión ensayada en cilindro correspondiente a lo indicado en la norma astm c39, de 10 mpa a las 24 horas y 35 mpa a los 28 días. para la verificación del cumplimiento de esta resistencia se aplicarán los procedimientos establecidos en los numerales de esta especificación 2.04, 2.05 y 2.06.

será responsabilidad del contratista diseñar las mezclas y ajustarlas cuando se requiera.

en general, los componentes correspondientes a las mezclas para el hormigón lanzado deberán estar comprendidos en los siguientes rangos:

contenido de cemento (kg/m3)	330 – 450
fibra de acero (kg/m3)	40 – 60
proporción agregado/cemento	3 – 5
acelerante (% peso de cemento)	2 – 5
relación agua/cemento (a/c)	0.35 – 0.45

antes de solicitar la aprobación por parte de la egehid del uso de acelerante de fragua, se deberá solicitar el asesoramiento del fabricante del aditivo y del fabricante del cemento, en caso de ser necesario. se empleará una cantidad mínima de aditivos, a fin de obtener una suficiente resistencia inicial, apropiada para las condiciones requeridas. la egehid podrá, en cualquier momento durante el avance de las obras, dar instrucciones al contratista a fin de variar la proporción de los componentes de la mezcla del hormigón lanzado y ordenar la ejecución de ensayos posteriores, a fin de garantizar la obtención de las resistencias iniciales.

para determinar las proporciones de la mezcla, el contratista realizará, con una antelación mínima de 30 días a la utilización en la obra, ensayos de los materiales, proyectados de prueba y ensayos de resistencia tal como se indica más adelante.

j. ensayos necesarios para la aceptación del hormigón lanzado

previamente al inicio de la aplicación del hormigón lanzado, se realizarán por parte del contratista y con la presencia de la egehid los siguientes ensayos:

- construcción de paneles de ensayo según lo especificado para cada diseño de mezcla y para cada posición requerida en las obras tales como en la posición inclinada hacia abajo, vertical y superior abovedada.

- perforación y extracción de núcleos provenientes de dichos paneles debiéndose ensayar tres núcleos para cada resistencia especifica requerida.

el promedio de los tres resultados ensayados no deberá ser inferior a las resistencias de los parámetros especificados, además el valor de cada núcleo ensayado deberá estar comprendido dentro del 20% del valor promedio.

- realización de suficiente cantidad de ensayos a fin de comprobar la idoneidad del hormigón lanzado para satisfacer los requisitos relativos a:

índice de tenacidad
tiempo de fragua

los ensayos para determinar el índice de tenacidad, la absorción de vapor, el tiempo de fragua y el volumen de vacíos permeables, deberán concordar con lo indicado en las normas astm 642 y astm c 1018. se realizará un mínimo de cinco ensayos para el diseño de la mezcla final por cada uno de los ensayos especificados. se determinará el índice de tenacidad a los 7 días, de 3.5 y 6.0 para i5 e i10 respectivamente. el volumen de vacíos permeables no deberá exceder el 15%. la absorción de vapor no excederá al 7 %. en caso que alguno de los cinco ensayos mencionados no satisfagan los limites especificados, el contratista ejecutará ensayos adicionales hasta obtener un adecuado diseño de mezcla con la aprobación de la egehid.

k. ensayos de rutina

para la aprobación de la egehid, el contratista construirá en promedio un panel de prueba por cada 50 m3 de hormigón lanzado aplicado en cada frente, debiendo ser preparado por el operario a cargo de la boquilla de hormigón lanzado en el frente respectivo.

los paneles de ensayo se ejecutarán rociando dentro de moldes de 750 mm x 750mm x 150 mm de profundidad, con lados biselados 45º con el fin de prevenir el entrampamiento del rebote. los paneles se harán para cada mezcla y para cada posición rociada, es decir para hormigón lanzado superior, vertical o hacia abajo, fijando los moldes a la superficie que esté siendo rociada. los paneles estarán claramente marcados en hora, número, lugar y fecha de ejecución.

adicionalmente a estos ensayos, la egehid podrá realizar mediciones de dureza del hormigón lanzado aplicado usando un dispositivo del tipo martillo “schmidt” o similar suministrado por el contratista. en este caso, el esfuerzo a la compresión equivalente se tomará como el promedio de 10 mediciones individuales realizadas en un área de no más de 2 m2 de superficie de hormigón lanzado.

l. ensayos de resistencia

los paneles serán curados en el campo en forma similar a la aplicada durante el proceso de construcción, después de lo cual el contratista entregará al laboratorio, en donde serán curados con agua según lo especificado en la norma astm c-39.

para los ensayos iniciales y de rutina, el contratista perforará de los paneles de ensayo, núcleos de 100 mm de diámetro, de una longitud comprendida entre 100 y 150 mm (longitud neta, después del recorte y de la preparación de los núcleos).

se perforarán tres núcleos, ensayándose a los 3, 7 y 28 días, según lo indicado por la egehid y en presencia del mismo. los esfuerzos a la compresión serán corregidos según lo indicado en la norma astm c-39 cuando la longitud del núcleo es menor que el doble del diámetro del mismo.

en los lugares de la obra donde el espesor del hormigón lanzado sea tal que se puedan perforar núcleos de ensayo de 100 mm de diámetro, la egehid podrá solicitar que tales núcleos sean perforados para su ensayo. se requerirá un promedio de no más de 2 núcleos de 100 mm de diámetro por cada 50 m de longitud del túnel.

el contratista suministrará todos los moldes para los paneles y el equipo para el muestreo de núcleos para los propósitos de muestreo y de ensayo del hormigón lanzado. la máquina para el ensayo de los cubos de hormigón suministrada por el contratista, también deberá ser adecuada para el ensayo de muestras de hormigón lanzado.

3. ejecucion de los trabajos

3.1 equipos

a. generalidades

por lo menos treinta días antes empezar la colocación del hormigón lanzado, el contratista suministrará a la egehid toda la información técnica sobre el equipo que se propone utilizar en la obra con el fin que la egehid dé su aprobación. dentro de la información se indicará la marca, tipo, cantidad y capacidad de todos los equipos así como el equipamiento auxiliar requerido para llevar a cabo las operaciones del hormigón lanzado.

todo el equipo deberá estar en óptimo estado operativo. la pistola de aplicación del hormigón lanzado y su equipo auxiliar deberán ser de una adecuada capacidad acorde con los volúmenes a ser aplicados. por lo menos una planta deberá tener una producción de 5m3/hora como mínimo para su uso en el frente de trabajo de las excavaciones subterráneas. el equipo deberá ser capaz de manipular y aplicar un agregado de tamaño máximo de 19 mm. se deberá disponer permanentemente de una pistola y equipo auxiliar de reserva.

sólo se permitirán las dosificaciones por peso a menos que la egehid apruebe otra

manera.

el equipo para la dosificación de los aditivos deberá ser ajustable para diferentes cantidades debiendo suministrar un flujo uniformemente mezclado con los otros ingredientes de la mezcla y todo el conjunto debe ser tal que los componentes puedan ser mezclados satisfactoriamente inmediatamente antes de su colocación.

si el equipamiento para la colocación del hormigón lanzado resultara satisfactorio, el contratista deberá efectuar todas las reparaciones y reemplazos necesarios.

en todas las áreas en proceso de excavación, el contratista deberá asegurar la disponibilidad inmediata de un equipamiento para aplicar hormigón lanzado en la superficie que lo necesite.

cuando las condiciones de la roca son pobres, la egehid puede requerir que el equipo de hormigón lanzado este disponible en la zona antes de la voladura de tal manera de poder colocar el hormigón lanzado con un mínimo de retardo.

b. mezclado

los materiales serán medidos por peso y el cemento no será añadido antes de una hora previa al tiempo previsto para la aplicación del hormigón lanzado. se eliminará todo material cuya fecha de uso haya expirado. los sistemas de alimentación de todos los materiales deberán estar interconectados de tal forma que se mantengan las proporciones correctas, independientemente de la velocidad del suministro. en caso que alguno de los suministros se detuviera, la totalidad de la planta también se detendrá.

c. preparacion de las superficies

previamente a la aplicación del hormigón lanzado se efectuará una verificación y corrección del perfil de la sección transversal excavada para su ajuste a las líneas señaladas en los planos. se removerá todo el material suelto e inestable y se limpiará la superficie mediante chorros de agua y aire a presión. este tratamiento se aplicará tanto a la roca cuando se vaya a lanzar la primera capa de hormigón lanzado como a la superficie del hormigón lanzado ya colocado cuando se vaya a lanzar otra capa.

si la roca se presenta muy suelta, alterada o muy fracturada, situación que debe ser juzgada por la egehid, se debe prescindir de toda limpieza superficial.

si se presenta agua corriente en la superficie donde se vaya a aplicar hormigón lanzado, el contratista drenará o recogerá las aguas y las encauzará utilizando métodos aprobados por la egehid.

todas las superficies que van a recibir hormigón lanzado estarán húmedas pero libres de toda suciedad, lodos, petróleo, material de rebote u otro material suelto.

donde sea necesario, se colocará la malla de refuerzo debidamente anclada al conjunto roca/hormigón lanzado, para luego aplicar las siguientes capas de hormigón lanzado.

d. aplicación del hormigón lanzado

el hormigón lanzado será aplicado por obreros especializados con experiencia en este tipo de trabajos y de acuerdo a las prácticas recomendadas en la especificación aci 506r, excepto en el caso en que por la adición de microsílica sea posible aplicar capas relativamente gruesas en una sola pasada.

antes de colocar hormigón lanzado sobre una capa ya terminada, esta deberá dejarse endurecer hasta alcanzar su fragua inicial, debiendo ser luego limpiada de todo material de rebote o cualquier otro material suelto.

no podrá ser aprovechado de ninguna forma el material de rebote y más bien, éste será removido y transportado hasta la zona de depósito de escombros antes de que alcance un alto grado de endurecimiento.

el contratista deberá garantizar las presiones de agua y aire requeridas para que haya una correcta adherencia entre la roca y el hormigón lanzado y se deberá tener una superficie terminada razonablemente suave, sin cambios bruscos y amontonamientos de material.

para controlar el espesor del hormigón lanzado se colocaran sobre la superficie, puntos de control espaciados entre 0.50 m y 1.00 m, consistentes en elementos metálicos sujetos a la superficie de la roca o colocados incrustados en la primera capa antes que éste endurezca o en la malla de refuerzo.

previamente a que se aplique una nueva capa, el trabajo existente deber a ser verificado con el fin de inspeccionar áreas huecas o no adheridas, debiendo estas ser cortadas y reemplazadas como se indica en estas especificaciones.

se deberá colocar en capas sucesivas de un espesor mínimo de 3 cm debiendo dejarse transcurrir un tiempo suficiente que permita el endurecimiento de la capa ya colocada. cada capa deberá ejecutarse en una operación continua. durante la colocación, el chorro se dirigirá aproximadamente en forma perpendicular a la superficie de trabajo, excepto cuando se rellenan vacíos, manteniendo la boquilla de la pistola a una distancia que normalmente será alrededor de 1,00 m.

de la boquilla deberá salir un chorro cónico, uniforme y continuo. cuando el chorro sea intermitente, se deberá desviar la boquilla hasta que la situación se normalice. deberá evitarse la acumulación de material de rebote en las concavidades de la superficie por recubrir. si así ocurriera, el material acumulado deberá eliminarse por barrido con aire comprimido.

e. curado

en general, en las obras subterráneas no se requiere aplicar métodos especiales para el curado por las condiciones de alta humedad atmosférica.

el hormigón lanzado será mantenido continuamente húmedo durante 7 días consecutivos rociándolo con una fina neblina de agua a intervalos de 4 horas.

f. protección del personal

todo el personal que intervenga en las operaciones de colocación del hormigón lanzado se dotará de máscaras, anteojos, guantes y demás elementos necesarios para su protección.

g. verificacion del espesor aplicado

el espesor del hormigón lanzado aplicado podrá ser verificado por la egehid, para lo cual solicitará al contratista la ejecución de taladros de prueba ubicados aleatoriamente. el contratista podrá perforar orificios adicionales, si así lo desea, en puntos ubicados en forma intermedia a aquellos ubicados por la egehid.

el criterio de aceptación consistirá en que en cualquier área de 50 m2 la media aritmética de los espesores de todos los puntos verificados deberá ser igual o mayor que el espesor especificado.

además, considerando la variación en el perfil de excavación, en ningún punto que haya sido verificado el espesor deberá ser menor que lo siguiente:

frente de excavación con perforación y voladura	1/3 del especificado
frente de excavación con tbm	2/3 del especificado

en donde el espesor este por debajo de lo aceptable, la egehid podrá ordenar la aplicación de una capa adicional de hormigón lanzado, sin pago adicional, efectuándose una nueva verificación del espesor, hasta que el espesor aplicado sea aceptable.

h. control de calidad

en relación con el control de calidad, el contratista tendrá las siguientes responsabilidades: ensayar los materiales rutinariamente, verificar la compatibilidad de cemento y aditivos, calibrar los dispositivos de pesada, controlar la cantidad de agua durante la aplicación y tomar y preparar las muestras para los ensayos de compresión.

para fines de los ensayos de rutina de la calidad del hormigón lanzado, se considerará satisfactorio si cada resultado de los ensayos es por lo menos el 75 % de la resistencia especificada y si por lo menos los resultados de tres núcleos de un panel ensayado

exceden al 0.85 f'c.

si los ensayos de las muestras del hormigón lanzado no cumplen con la resistencia mínima especificada, la egehid ordenará que se realicen ensayos adicionales por parte del contratista con el fin de determinar nuevas proporciones de mezcla hasta alcanzar resultados satisfactorios.

si la egehid considera que las bajas resistencias del hormigón lanzado aplicado pudiesen reducir la seguridad de las obras y del personal, o pudiesen disminuir la efectividad de soporte de la roca, podrá ordenar que sean tomadas las siguientes acciones:

eliminar el hormigón lanzado con defectos en tiras o en paneles de tal forma que la seguridad de las obras y del personal no sea puesta en peligro, reemplazando dicho material eliminado con hormigón lanzado de calidad aceptable.

aplicar un espesor adicional de hormigón lanzado que no exceda al espesor originalmente requerido o tomar medidas de reforzamiento con otro sistema de soporte. en ambos casos no se hará ningún pago por el hormigón lanzado con defectos ya aplicado, ni tampoco por el concepto de la eliminación de éste, ni por ningún trabajo de eliminación de los escombros resultantes, ni su correspondiente traslado al botadero. sólo se reconocerán pagos correspondientes a la aplicación del hormigón lanzado aceptable.

i. compatibilidad del cemento y el aditivo

para que un cemento y un aditivo sean compatibles, se cumplirán las siguientes tres condiciones: los tiempos máximos para el fraguado inicial y final serán de 3 y 12 minutos respectivamente, la resistencia a la compresión a las 8 horas estará entre 30 y 70 kg/cm2 y la resistencia a los 28 días de una mezcla con acelerante no será menor que el 80 % de una mezcla sin acelerante. mediante los ensayos de compatibilidad entre el cemento y los varios tipos de aditivos, se determinarán los que se utilizarán en las mezclas. el porcentaje óptimo de aditivo también se determinará mediante el ensayo de compatibilidad.

j. reparaciones

la reparación del hormigón lanzado consistirá en remover éste hasta la roca, en las zonas que no se consideren aceptables, para colocar nuevamente el número de capas especificado. los bordes del hormigón lanzado adyacente se cortarán con un chaflán.

las superficies sobre la cual se colocará el nuevo hormigón lanzado se limpiarán hasta que no quede ningún material suelto y luego se humedecerá con agua, antes de proceder a proyectar el nuevo hormigón lanzado. todas las superficies preparadas deben ser aprobadas por la egehid antes de aplicar cualquier hormigón lanzado de reparación.

k. documentación

el contratista proporcionará todos los detalles relativos a los materiales, diseños de mezclas, equipos, ubicación y procedimientos de ensayos que pretenda realizar, entregando dicha información a la egehid por lo menos 21 días antes del inicio de los ensayos.

la egehid será notificada de la fecha de inicio de los ensayos, con una anticipación de por lo menos 7 días.

se deberá remitir a la egehid, para su aprobación, con una anticipación de por lo menos siete (7) días al inicio de cualquier obra, un conjunto total de registros de todos los ensayos a realizarse. la egehid indicará su aprobación o rechazo a más tardar 3 días antes del inicio de la construcción. si el informe no es aceptable, el contratista modificará parte o la totalidad de sus procedimientos, devolviendo de inmediato esta información modificada a la egehid para su aprobación antes del inicio de la construcción.

SECCION 13. TUBERÍAS A PRESION EN HDPE

13.1. ALCANCE

El Contratista deberá realizar todos los trabajos requeridos para construir la tubería a presión HDPE que constituye la línea de conducción entre la obra de toma y las lagunas de riego del proyecto, así como la red de distribución general proyecto donde esto sea indicado en los planos y lista de cantidades. El contratista ejecutará, de acuerdo a lo que se especifica en esta sección, se muestre en los Planos, u ordene la EGEHID, las tareas necesarias, incluyendo:

- El diseño, suministro, fabricación, transporte, manejo, limpieza, instalación y empalmes de la tubería del tipo High Density Polyethylene (HDPE) o Polietileno Alta Densidad (PEAD) que conecta la presa con las lagunas de almacenamiento.
- El diseño, suministro, fabricación, transporte, manejo, limpieza, instalación y empalmes de la tubería HDPE y accesorios y empalmes con otras tuberías.
- El suministro, fabricación, e instalación de todos los elementos auxiliares necesarios para la instalación y puesta en servicio de la tubería, de acuerdo a los detalles indicados en los Planos y a la ingeniería de detalle.
- El suministro, fabricación e instalación de todos los elementos auxiliares accesorios necesarios para el correcto alineamiento, nivelación, posicionamiento de la tubería y su sujeción.

13.2. DOCUMENTOS RELACIONADOS

A. Sección 11: Perforaciones e Inyecciones.
B. Sección 15: Hormigón Colocado en Sitio.

13.3. NORMAS DE REFERENCIA

A. American Society for Testing and Materials.

- ASTM D 3350 Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials
- ASTM F 2176 Standard Specification for Mechanical Couplings Used on Polyethylene Conduit, Duct, and Innerduct
- ASTM D 2321 Underground Installation of Flexible Thermoplastic Sewer Pipe
- ASTM D 2122 Determining Dimensions of Thermoplastic Pipe and Fittings
- ASTM D 2657 Heat-Joining Polyolefin Pipe and Fittings
- ASTM D2683 Socket Type Polyethylene Fittings for Outside Diameter Controlled Polyethylene Pipe and Tubing

- ASTM F1290 Electrofusion Joining Polyolefin Pipe and Fittings
- ASTM F412 Terminology Relating to Plastic Piping Systems
- ASTM F 1962 Standard Guide for Use of Maxi-Horizontal Directional Drilling for Placement of Polyethylene Pipe or Conduit Under Obstacles, Including River Crossing

B. American Water Works Association

- AWWA C 906 Polyethylene (PE) Pressure Pipe and Fittings, 4 inch through 63 inch for Water Distribution

13.4. REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE DETALLE

El diseño y planos de detalle de la tubería forzada HDPE y los componentes indicados en el Numeral 1.1 de esta Sección, deberán cumplir los requisitos aplicables de las normas indicadas previamente, especialmente la ASTM D3350 u otra Norma equivalente.

Los tramos de tubería embebidas en hormigón deberán ser diseñadas para resistir la presión interna del agua incluyendo las presiones dinámicas, sin tener en cuenta el relleno ni el hormigón de empotramiento.

El diseño deberá basarse en las presiones creadas por las diferentes condiciones de operación esperadas en el conjunto. Los cálculos serán ejecutados por el Contratista.

Las siguientes cargas deberán ser incluidas en el diseño de la tubería:

1. Cargas muertas
2. Cargas durante la construcción
3. Cargas vivas
4. Presiones internas, externas y dinámicas.
5. Cargas por cambios de temperatura.

Las cargas anteriores deberán combinarse apropiadamente para las siguientes condiciones de operación:

1. Condiciones provisionales de operación
2. Condiciones normales de operación.
3. Condiciones de inspección.
4. Condiciones de emergencia
5. Condiciones excepcionales.
6. Condiciones durante la construcción.

13.5. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA

13.5.1. General

El diseño de detalle, fabricación y erección de la tubería a presión HDPE y sus accesorios, deberá ejecutarse de acuerdo con los requerimientos de la Norma ASTM D2122 *Determining Dimensions of Thermoplastic Pipe and Fittings* exceptuando las partes en que esta sección difiere de las normas.

13.5.2. Cálculos de Diseño y Planos de Taller

EL Contratista deberá presentar los cálculos y los planos de taller de la tubería forzada HDPE y todos sus componentes incluyendo detalles de juntas y uniones. La entrega de estos documentos deberá hacerse 30 días después de la firma del contrato para iniciar la fabricación de la tubería. Los planos de taller deberán ser entregados para la aprobación de la EGEHID y deberán incluir como mínimo la siguiente información:

- Dimensiones, elevaciones, cantidades y detalles de fabricación incluyendo configuración de juntas y soldaduras de todos los tramos de tubería y sus componentes. Tolerancias permisibles para la instalación, localización y tamaños de conexiones auxiliares.
- Los planos de taller deberán estar acompañados de los procedimientos establecidos por el Contratista para la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento y erección de la tubería.
- Diseño y detalles de todos los elementos auxiliares utilizados para el transporte,
- manejo, alineamiento, inyecciones, y soporte de la tubería durante su instalación.

Los planos de taller deberán ser de acuerdo a lo indicado en los Planos de diseño o como lo apruebe la EGEHID.

Los requerimientos anteriores se aplicarán a los diseños y planos de taller de todos los blindajes requeridos para las descargas de fondo y sedimentos. El Contratista someterá este diseño con sus correspondientes planos a la aprobación de la EGEHID.

13.5.3. Certificados de Pruebas del Fabricante

El Contratista deberá presentar a la EGEHID para su revisión, certificados de las pruebas hechas por el fabricante de la tubería y sus componentes. Estos certificados deberán presentarse antes de transportar e incorporar el material en la obra.

Los certificados deberán incluir resultados del análisis químico, pruebas mecánicas y físicas, pruebas ultrasónicas, y la duración y temperaturas de todos los tratamientos a calor.

13.5.4. Procedimientos para Uniones

La calificación de empalmes deberá haber sido entregados a la EGEHID antes de ejecutar cualquier trabajo de empalmes. El Contratista deberá entregar a la EGEHID para su información copias de los registros de todos los procedimientos para uniones a utilizarse en la fabricación e instalación de la tubería forzada HDPE. Estos procedimientos deberán estar de acuerdo a lo estipulado en la Norma ASTM D2657, *"Heat-Joining Polyolefin Pipe and Fittings"*. Esta información deberá entregarse 30 días antes del comienzo de los trabajos de fabricación e instalación de la tubería.

13.5.5. Registros de Inspección de las Uniones

El Contratista inspeccionará la tubería y entregará todos los registros de dichas inspecciones. Los registros deberán ser de acuerdo a la Norma ASTM F1290 *Electrofusion Joining Polyolefin Pipe and Fittings*,y deberán ser entregados a EGEHID a más tardar cinco días después de la inspección.

13.5.6. Programa para la Instalación de la Tubería

El Contratista deberá entregar para aprobación de la EGEHID, seis semanas antes del comienzo de la instalación de la tubería, un programa de trabajo en el cual se incluirá como mínimo la siguiente información:

- Procedimiento a seguir y equipos a utilizar para el control de aguas del río, de tal manera que se permita la instalación de la tubería y particularmente el vaciado del hormigón de empotramiento en los puntos de cruce del río requeridos.
- Procedimiento de instalación de la tubería incluyendo: método de transporte desde la fábrica; almacenamiento en la obra; manejo, transporte e instalación de la tubería dentro de las zanjas, instalación de elementos auxiliares para soporte si fuera necesario, alineamiento y nivelación.

13.5.7. Informaciones

El Contratista deberá informa a la EGEHID por lo menos con 30 días de anticipación de la realización de las pruebas de fábrica e inspecciones.

13.5.8. REQUERIMIENTOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad para la fabricación, transporte, almacenamiento erección e instalación de la tubería a presión HDPE forzada será ejecutado por el Contratista.

13.5.9. Fuente

Todas las tuberías HDPE deberán ser suministradas por una sola fábrica.

13.5.10. Pruebas de Materiales

Los materiales utilizados para la fabricación de la tubería forzada HDPE deberán cumplir con las pruebas standard y serán presentados a EGEHID por el Contratista.

13.5.11. Calificación de los Procedimientos de Electrofusión

General. Los procedimientos de electrofusión se regirán por la Norma ASTM F1290 *Electrofusion Joining Polyolefin Pipe and Fittings.*

13.6. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Se observarán las Recomendaciones del Ministerio de Medios Ambiente y otras normas aplicables para las condiciones de temperatura y clima bajo las cuales se ejecutará la electrofusión.

13.7. PRODUCTOS

13.7.1.MATERIALES

A. General

Todos los materiales deberán ser nuevos, sin defectos o imperfecciones y de la mejor calidad, cumpliendo con las especificaciones indicadas en esta sección.

B. Polietileno de alta densidad (HDPE, siglas en inglés)

Las dimensiones, espesores y diámetros de la tubería HDPE deberán ser de acuerdo a lo indicado en los planos de detalle, que se corresponden a una identificación PE3408 (negro) con HDS (Hydrostatic Design Stress), mayor o igual que 800 psi.

C. Hormigón de Empotramiento de la Tubería

Las características del hormigón a usar para empotrar la tubería de HDPE en los cruces del rio se describen en la Sección 12, HORMIGÓN HIDRAULICO COLOCADO EN SITIO, de estas Especificaciones.

D. Elementos de Sujeción

En general, la tubería HDPE se instalará en zanjas según las recomendaciones del fabricante, previamente aprobadas por EGEHID. En los puntos de cambio de dirección

vertical u horizontal se colocarán anclajes de hormigón con diseño del Contratista, previa aprobación de EGEHID. Para los cruces del rio previstos, la tubería será embebida en un revestimiento de hormigón, como se detalla en los Planos.

E. Tubería en Desagüe de Purga

La tubería de descarga en los desagües de purga, deberán cumplir con la Especificación ASTM A-36.

13.8. EJECUCIÓN

13.8.1. GENERAL

La tubería forzada HDPE conecta la presa con las lagunas. Los componentes principales de esta tubería son:

- Empalme con tubería de acero que constituye la salida de la toma de la presa.
- Tramo principal con desagües de purga y registros en PVC cada 0,5 km aproximadamente.
- Empalme de llegada mediante tubería de acero que se conecta con la tubería de presión.

13.9. FABRICACIÓN

13.9.1. General

El Contratista deberá fabricar los tramos de tubería, los desagües de purga y los registros, según se muestra en los Planos y lo establecido en éstas Especificaciones. La fabricación deberá hacerse de acuerdo a los requerimientos de la Norma ASTM D 3350 *Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials*.

13.10. INSTALACIÓN

13.10.1. Detalle de Colocación de la Tubería

A. General.

La tubería HDPE se colocará en una trinchera o zanja excavada en el terreno natural. En los cruces del río se protegerá con una en un revestimiento de hormigón, como se indica en los planos.

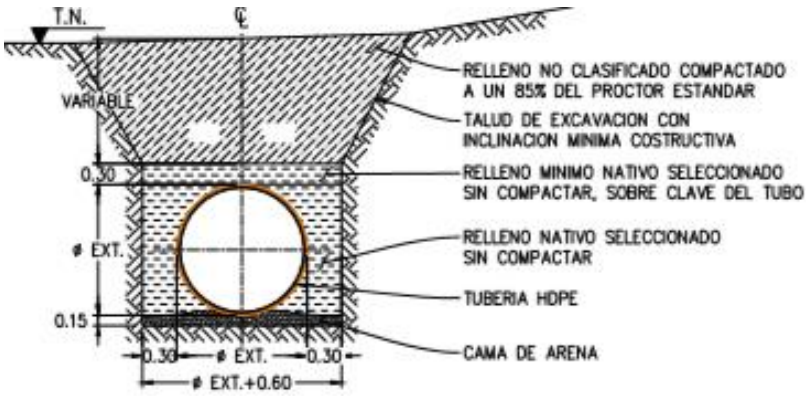
B. Definiciones.

Las definiciones han sido tomadas del “Chapter 7, Underground Installation of PE

Piping" del HDPE Handbook, las cuales se esquematizan en la Figura No. 1.

1. Fundación. Se requiere de una fundación sólo cuando el fondo de la zanja no provee una plataforma firme para la colocación del material de apoyo de la tubería.
2. Relleno Inicial. Esta es la zona crítica del área de incrustación de la tubería. La capacidad de la tubería de soportar cargas y resistir las deflexiones está determinada por la calidad del material de incrustación y la calidad de su colocación. Dentro de la zona de Encostillado. El relleno debajo de la mitad inferior de la tubería distribuye las cargas sobre-impuestas. La naturaleza del material del encostillado y la calidad de su colocación son de los factores más importantes en la limitación de la deformación de la tubería HDPE.
3. Relleno Primario Inicial (Relleno nativo seleccionado sin compactar). Esta zona de relleno provee el soporte primario contra la deformación lateral de la tubería. Para asegurar este soporte, esta zona deberá extenderse desde la base hasta al menos 75% del diámetro de la tubería. Bajo ciertas condiciones, tal como aquella en que la tubería este permanentemente debajo del nivel freático, el relleno primario inicial deberá extenderse al menos 6 pulgadas por encima de la tubería.
4. Relleno Inicial Secundario- La función básica del material en esta zona es distribuir las cargas sobre el tubo y aislar la tubería de cualquier efecto adverso de la colocación del relleno final.
5. Relleno Final (relleno no clasificado compactado) - Como el relleno final no es un material de encostillado (soporte) su naturaleza y calidad de compactación tiene menos efecto en la tubería flexible. Sin embargo, el afecto de arco y consecuente reducción de la carga sobre la tubería es propiciada por un relleno final rígido. Para descargar la posibilidad de impacto o cargas concentradas sobre la tubería, durante la construcción del relleno final y después, el relleno deberá estar libre de rocas grandes, material orgánico y basura. Los requerimientos de material y de compactación del relleno final, deberán reflejar prácticas de construcción idóneas y satisfacer regulaciones locales y nacionales.

Figura No. 1- Sección Típica de colocación Tubería HDPE



C. Material de Relleno.

La tabla siguiente muestra la clasificación de materiales a ser colocados como relleno en la zanja de colocación de la tubería HDPE, y el tratamiento recomendado según el estándar indicado.

Tabla No. 13-1 Tipos y Requerimientos de los Materiales de Rellenos sobre Tuberías de HDPE

Descripción	Clasificación Suelos		Compactación Mín. Requerida (% Proctor Std)
	ASTM D2321	ASTM D2487	
Piedra graduada o triturada Grava triturada	Clase I	-	Material Tirado; No compactar
Arena bien graduada, gravas y mezclas grava/arena; Arena pobremente graduada; grava y mezclas grava/arena; Poco o ningún fino	Clase II	GW GP SW SP	85%
Gravas limosas o arcillosas, Gravas/arena/limo o mezcla de grava/arcilla, arenas limosas y arcillosas, mezclas arena/arcilla o arena/limo	Clase III	GM GC SM SC	90%
Limos inorgánicos y arcillas de plasticidad baja a media; arcillas gravosas, arenosas o limosas; algunas arenas finas.	Clase IVA	ML CL	Material No Recomendado
La altura de las capas no debe exceder la mitad del diámetro de la tubería. La altura podría requerir alguna reducción para acomodarla al método de compactación.			

D. Juntas de Expansión.

Las juntas de expansión deberán ser instaladas para facilitar conexiones entre los tramos de tubería y los empalmes en los extremos de la tubería con otro tipo y para conectar piezas y por facilidad de construcción.

Se utilizarán dos de tipos de juntas: prefabricadas de termoplástico constituidas por anillos con sellos de goma, y Dresser típicas.

13.10.2. Tolerancias

La construcción de la tubería deberá estar de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos de detalle cumpliendo con las tolerancias que se indican a continuación.

1. Deflexión. La deflexión de la tubería HDPE debe ser verificada después de 30 días de haber colocado el relleno. EGEHID deberá establecer el límite de deflexión aceptable. Generalmente se acepta un límite de hasta 5% del diámetro externo.

2. Juntas de Empalme. El empalme de las tuberías se realizará mediante electrofusión, mediante un conductor en la interface de la junta, o por polímero conductivo. El calor es creado como una corriente eléctrica y es aplicado al material en la unión de electrofusión. Todas las juntas de empalme deberán ser correctamente alineadas y fijadas durante la instalación de la soldadura de tal manera que no existan descentramientos interiores de la junta mayores a 1.5 mm.

3. Alineamiento. Los segmentos de tubería deberán ser alineados de tal manera que los ejes se encuentren a una distancia no mayor a 3 mm del eje teórico.

Las tolerancias indicadas anteriormente excluyen distorsiones o retracciones del material de la tubería que se pueden presentar durante la instalación de la tubería.

13.10.3. Control de Calidad en el Campo

La inspección deberá cubrir al menos los aspectos siguientes:

- Verificación de que todos los materiales de la base de la tubería llenen las especificaciones y verificación del grado de alineación de la tubería Verificación de que se está instalando la tubería correcta (ver el código numérico impreso en la tubería).
- Observación de la instalación de la tubería, colocación del material de base y del relleno y los métodos de excavación de zanjas
- Verificación de que se siguen procedimientos adecuados para el almacenamiento y manejo, que la colocación de la tubería en la zanja, los aditamentos de las juntas, piezas accesorios y las transiciones a otras tuberías fueron realizados de acuerdo los métodos recomendados, que las ralladuras o rocas sueltas no exceden la profundidad (tamaño), y que el radio mínimo de doblado no fue excedido.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para mantener el personal protegido contra los efectos adversos de la radiación.

El Contratista deberá suministrar todo el equipamiento, material, laboratorio y personal entrenado que sean requeridos para la ejecución de los ensayos de inspección de la soldadura. La inspección de la soldadura deberá ser realizada por el Contratista y en presencia de la EGEHID.

FIN DE LA SECCIÓN

SECCION 14. TUBERÍAS DE GRP

14.1. ALCANCE

El Contratista deberá realizar todos los trabajos requeridos para construir la tubería a presión GRP que constituye la línea de conducción entre la obra de toma y las lagunas de riego del proyecto. El contratista ejecutará, de acuerdo a lo que se especifica en esta sección, se muestre en los Planos, u ordene la EGEHID, las tareas necesarias, incluyendo:

- El diseño, suministro, fabricación, transporte, manejo, limpieza, instalación y empalmes de la tubería del tipo ***Glass Reinforced Plastic Pipe*** **(GRP)** que conecta la presa con la tubería forzada que alimenta las lagunas.
- El diseño, suministro, fabricación, transporte, manejo, limpieza, instalación y empalmes de la tubería forzada expuesta entre la presa y tubería de presión que conecta la presa con la tubería forzada que alimenta las lagunas.
- El diseño, suministro, fabricación, transporte, manejo, limpieza, instalación y empalmes de la tubería GRP y accesorios.
- El suministro, fabricación, e instalación de todos los elementos auxiliares necesarios para la instalación y puesta en servicio de la tubería, de acuerdo a los detalles indicados en los Planos y a la ingeniería de detalle.
- El suministro, fabricación e instalación de todos los elementos auxiliares accesorios necesarios para el correcto alineamiento, nivelación, posicionamiento de la tubería y su sujeción.

14.2. NORMAS DE REFERENCIA

C. American Society for Testing and Materials.

- ASTM D 3350 Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials
- ASTM F 2176 Standard Specification for Mechanical Couplings Used on Polyethylene Conduit, Duct, and Innerduct
- ASTM D 2321 Underground Installation of Flexible Thermoplastic Sewer Pipe
- ASTM D 2122 Determining Dimensions of Thermoplastic Pipe and Fittings
- ASTM D 2657 Heat-Joining Polyolefin Pipe and Fittings
- ASTM D2683 Socket Type Polyethylene Fittings for Outside Diameter Controlled Polyethylene Pipe and Tubing
- ASTM F1290 Electrofusion Joining Polyolefin Pipe and Fittings
- ASTM F412 Terminology Relating to Plastic Piping Systems
- ASTM F 1962 Standard Guide for Use of Maxi-Horizontal Directional Drilling for Placement of Polyethylene Pipe or Conduit

Under Obstacles, Including River Crossing

D. American Water Works Association

- AWWA C 906Polyethylene (PE) Pressure Pipe and Fittings, 4 inch through 63 inch for Water Distribution

14.3. REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE DETALLE

El diseño y planos de detalle de la tubería forzada GRP y los componentes indicados en el Numeral 1.1 de esta Sección, deberán cumplir los requisitos aplicables de las normas indicadas previamente, especialmente la ASTM D3350 u otra Norma equivalente.

Los tramos de tubería embebidas en hormigón deberán ser diseñadas para resistir la presión interna del agua incluyendo las presiones dinámicas, sin tener en cuenta el relleno ni el hormigón de empotramiento.

El diseño deberá basarse en las presiones creadas por las diferentes condiciones de operación esperadas en el conjunto. Los cálculos serán ejecutados por el Contratista.

Las siguientes cargas deberán ser incluidas en el diseño de la tubería:

6. Cargas muertas
7. Cargas durante la construcción
8. Cargas vivas
9. Presiones internas, externas y dinámicas.
10. Cargas por cambios de temperatura.

Las cargas anteriores deberán combinarse apropiadamente para las siguientes condiciones de operación:

7. Condiciones provisionales de operación
8. Condiciones normales de operación.
9. Condiciones de inspección.
10. Condiciones de emergencia
11. Condiciones excepcionales.
12. Condiciones durante la construcción.

14.4. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA

14.4.1. General

El diseño de detalle, fabricación y erección de la tubería a presión GRP y sus accesorios, deberá ejecutarse de acuerdo con los requerimientos de la Norma ASTM D2122 *Determining Dimensions of Thermoplastic Pipe and Fittings* exceptuando las partes en que esta sección difiere de las normas.

14.4.2. Cálculos de Diseño y Planos de Taller

EL Contratista deberá presentar los cálculos y los planos de taller de la tubería forzada GRP y todos sus componentes incluyendo detalles de juntas y uniones. La entrega de estos documentos deberá hacerse 30 días después de la firma del contrato para iniciar la fabricación de la tubería. Los planos de taller deberán ser entregados para la aprobación de la EGEHID y deberán incluir como mínimo la siguiente información:

- Dimensiones, elevaciones, cantidades y detalles de fabricación incluyendo configuración de juntas y soldaduras de todos los tramos de tubería y sus componentes. Tolerancias permisibles para la instalación, localización y tamaños de conexiones auxiliares.
- Los planos de taller deberán estar acompañados de los procedimientos establecidos por el Contratista para la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento y erección de la tubería.
- Diseño y detalles de todos los elementos auxiliares utilizados para el transporte,
- manejo, alineamiento, inyecciones, y soporte de la tubería durante su instalación.

Los planos de taller deberán ser de acuerdo a lo indicado en los Planos de diseño o como lo apruebe la EGEHID.

Los requerimientos anteriores se aplicarán a los diseños y planos de taller de todos los blindajes requeridos para las descargas de fondo y sedimentos. El Contratista someterá este diseño con sus correspondientes planos a la aprobación de la EGEHID.

14.4.3. Certificados de Pruebas del Fabricante

El Contratista deberá presentar a la EGEHID para su revisión, certificados de las pruebas hechas por el fabricante de la tubería y sus componentes. Estos certificados deberán presentarse antes de transportar e incorporar el material en la obra.

Los certificados deberán incluir resultados del análisis químico, pruebas mecánicas y físicas, pruebas ultrasónicas, y la duración y temperaturas de todos los tratamientos a calor.

14.4.4. Procedimientos para Uniones

La calificación de empalmes deberá haber sido entregados a la EGEHID antes de ejecutar cualquier trabajo de empalmes. El Contratista deberá entregar a la EGEHID para su información copias de los registros de todos los procedimientos para uniones a utilizarse en la fabricación e instalación de la tubería forzada GRP. Estos procedimientos deberán estar de acuerdo a lo estipulado en la Norma ASTM D2657, *"Heat-Joining Polyolefin Pipe and Fittings"*. Esta información deberá entregarse 30 días antes del comienzo de los trabajos de fabricación e instalación de la tubería.

14.4.5. Registros de Inspección de las Uniones

El Contratista inspeccionará la tubería y entregará todos los registros de dichas inspecciones. Los registros deberán ser de acuerdo a la Norma ASTM F1290 *Electrofusion Joining Polyolefin Pipe and Fittings*,y deberán ser entregados a EGEHID a más tardar cinco días después de la inspección.

14.4.6. Programa para la Instalación de la Tubería

El Contratista deberá entregar para aprobación de la EGEHID, seis semanas antes del comienzo de la instalación de la tubería, un programa de trabajo en el cual se incluirá como mínimo la siguiente información:

- Procedimiento a seguir y equipos a utilizar para el control de aguas del río, de tal manera que se permita la instalación de la tubería y particularmente el vaciado del hormigón de empotramiento en los puntos de cruce del río requeridos.

- Procedimiento de instalación de la tubería incluyendo: método de transporte desde la fábrica; almacenamiento en la obra; manejo, transporte e instalación de la tubería dentro de las zanjas, instalación de elementos auxiliares para soporte si fuera necesario, alineamiento y nivelación.

14.4.7. Informaciones

El Contratista deberá informa a la EGEHID por lo menos con 30 días de anticipación de la realización de las pruebas de fábrica e inspecciones.

14.4.8. REQUERIMIENTOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad para la fabricación, transporte, almacenamiento erección e instalación de la tubería a presión GRP forzada será ejecutado por el Contratista.

14.4.9. Fuente

Todas las tuberías GRP deberán ser suministradas por una sola fábrica.

14.4.10. Pruebas de Materiales

Los materiales utilizados para la fabricación de la tubería forzada GRP deberán cumplir con las pruebas standard y serán presentados a EGEHID por el Contratista.

14.4.11. Calificación de los Procedimientos de Electrofusión

General. Los procedimientos de electrofusión se regirán por la Norma ASTM F1290 *Electrofusion Joining Polyolefin Pipe and Fittings.*

14.5. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Se observarán las Recomendaciones del Ministerio de Medios Ambiente y otras normas aplicables para las condiciones de temperatura y clima bajo las cuales se ejecutará la electrofusión.

14.6. PRODUCTOS

14.6.1. MATERIALES

A. General

Todos los materiales deberán ser nuevos, sin defectos o imperfecciones y de la mejor calidad, cumpliendo con las especificaciones indicadas en esta sección.

B. Tuberías de Poliester Reforzadas con Fibra de Vidrio Glass Reinforced Plastic Pipe (GRP, siglas en inglés)

Las dimensiones, espesores y diámetros de la tubería GRP deberán ser de acuerdo a lo indicado en los planos de detalle, que se corresponden a una identificación PE3408 (negro) con HDS (Hydrostatic Design Stress), mayor o igual que 800 psi.

C. Hormigón de Empotramiento de la Tubería

Las características del hormigón a usar para empotrar la tubería de GRP en los cruces del rio se describen en la Sección 2.15, Hormigón Colocado en Sitio, de estas Especificaciones.

D. Elementos de Sujeción

En general, la tubería GRP se instalará en zanjas según las recomendaciones del fabricante, previamente aprobadas por EGEHID. En los puntos de cambio de dirección vertical u horizontal se colocarán anclajes de hormigón con diseño del Contratista, previa aprobación de EGEHID. Para los cruces del rio previstos, la tubería será embebida en un revestimiento de hormigón, como se detalla en los Planos.

14.7.EJECUCIÓN

14.7.1.GENERAL

La tubería forzada GRP conecta la presa con la lagunas. Los componentes principales de esta tubería son:

- Empalme con tubería de acero que constituye la salida de la toma de la presa.
- Tramo principal con desagües de purga y registros en PVC cada 0,5 km aproximadamente.
- Empalme de llegada mediante tubería de acero que se conecta con la tubería de presión.

14.8.FABRICACIÓN

14.8.1. General

El Contratista deberá fabricar los tramos de tubería, los desagües de purga y los registros, según se muestra en los Planos y lo establecido en éstas Especificaciones. La fabricación deberá hacerse de acuerdo a los requerimientos de la Norma ASTM D 3517-D3262 y D3754 *Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials*.

14.8.2.Detalle de Colocación de la Tubería

A. General.

La tubería GRP se colocará en una trinchera o zanja excavada en el terreno natural. En los cruces del rio se protegerá con una en un revestimiento de hormigón, como se indica en los planos.

B. Zanjas

Por lo general, la zanja debe ser lo suficientemente ancha para permitir el emplazamiento de la tubería y la compactación del material de relleno. Las profundidades de recubrimiento presentadas aquí se han calculado en base a una zanja cuyo ancho es 1.75 veces el diámetro nominal de la tubería. Pueden realizarse zanjas más estrechas, hasta de 1.5 veces el DN de la tubería, teniendo en cuenta que la anchura afectará los límites de profundidad. En caso de que las condiciones de su proyecto no se ajusten a las aquí descritas, consulte con el fabricante AMITECH.

Lecho de la tubería

El lecho de la zanja debe estar formado de material adecuado para ofrecer un apoyo continuo y uniforme a la tubería.

Detalles de la zanja estándar

Ancho mínimo de la zanja

“A” debe ser igual o superior a 0.75 x DN/2

Material de relleno

Para garantizar la consecución de un buen sistema tubería-suelo se debe utilizar el material de relleno adecuado.

Tabla 4.2: Clasificación del tipo de material de relleno

Tipo de suelo de relleno	Descripción	Denominación según el sistema unificado de clasificación de suelos, ASTM D2487
A	Roca triturada y grava, < 12% finos	GW, GP, GW – GM, GP - GM
B	Grava con arena, arena, < 12% finos	GW – GC, GP – GC, SW, SP, SW – SM, SP – SM, SW – SC, SP – SC
C	Grava y arena limosas, 12 – 35% finos, LL < 40%	GM, GC, GM - - GC, SM, SC, SM – SC
D	Arena limosa y arcillosa, 35 – 50% finos, LL < 40%	GM, GC, GM – GC, SM, SC, SM – SC
E	Limo arenoso y arcilloso, 50 – 70% finos, LL < 40%	CL, ML, CL – ML
F	Suelo de grano fino de baja plasticidad, LL < 40%	CL, ML, CL - ML

La mayoría de suelos de partículas gruesas (según el sistema unificado de clasificación de suelos), son buenos como materiales de relleno. Donde las recomendaciones de instalación admitan el uso de suelo natural como material de relleno, se debe tener especial cuidado que el material no incluya rocas, escombros, material congelado u orgánico. La tabla 4.2 muestra los materiales de relleno aceptables.

Verificación de la tubería instalada

Después de la instalación de cada tubo se debe verificar la máxima deflexión vertical. Con las tuberías GRP, este procedimiento es rápido y fácil.

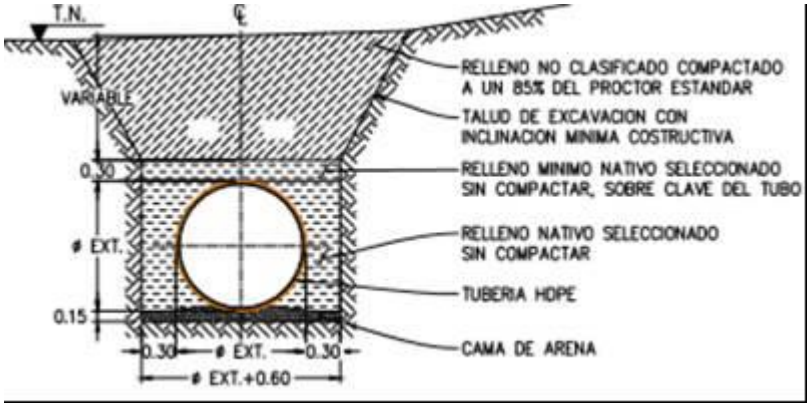
Deflexión vertical de la tubería instalada

La máxima deflexión vertical inicial permitida se debe ajustar a los siguientes valores:

Máxima deflexión inicial	
DN ≥ 300	**DN ≤ 250**
3%	2,5%

La máxima deflexión vertical admisible a largo plazo es del 5% para tubos de diámetro igual o superior a 300 mm y del 4% para tubos de diámetro inferior a 300 mm. Estos valores son aplicables a todas las rigideces nominales.

No se admiten abultamientos, zonas planas y otros cambios bruscos de la curvatura de la pared del tubo. Si las instalaciones no cumplen estos requisitos, es posible que los tubos no funcionen como es debido.



C. Juntas de Expansión.

Las juntas de expansión deberán ser instaladas para facilitar conexiones entre los tramos de tubería y los empalmes en los extremos de la tubería con otro tipo y para conectar piezas y por facilidad de construcción.

Se utilizarán dos de tipos de juntas: prefabricadas de termoplástico constituidas por anillos con sellos de goma, y Dresser típicas.

14.8.3. Tolerancias

La construcción de la tubería deberá estar de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos de detalle cumpliendo con las tolerancias que se indican a continuación.

4. Deflexión. La deflexión de la tubería HDPE debe ser verificada después de 30 días de haber colocado el relleno. EGEHID deberá establecer el límite de deflexión

aceptable. Generalmente se acepta un límite de hasta 5% del diámetro externo.

5. Juntas de Empalme. El empalme de las tuberías se realizará mediante electrofusión, mediante un conductor en la interface de la junta, o por polímero conductivo. El calor es creado como una corriente eléctrica y es aplicado al material en la unión de electrofusión. Todas las juntas de empalme deberán ser correctamente alineadas y fijadas durante la instalación de la soldadura de tal manera que no existan descentramientos interiores de la junta mayores a 1.5 mm.
6. Alineamiento. Los segmentos de tubería deberán ser alineados de tal manera que los ejes se encuentren a una distancia no mayor a 3 mm del eje teórico.

Las tolerancias indicadas anteriormente excluyen distorsiones o retracciones del material de la tubería que se pueden presentar durante la instalación de la tubería.

14.8.4.Control de Calidad en el Campo

La inspección deberá cubrir al menos los aspectos siguientes:

- Verificación de que todos los materiales de la base de la tubería llenen las especificaciones y verificación del grado de alineación de la tubería Verificación de que se está instalando la tubería correcta (ver el código numérico impreso en la tubería).
- Observación de la instalación de la tubería, colocación del material de base y del relleno y los métodos de excavación de zanjas
- Verificación de que se siguen procedimientos adecuados para el almacenamiento y manejo, que la colocación de la tubería en la zanja, los aditamentos de las juntas, piezas accesorios y las transiciones a otras tuberías fueron realizados de acuerdo los métodos recomendados, que las ralladuras o rocas sueltas no exceden la profundidad (tamaño), y que el radio mínimo de doblado no fue excedido.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para mantener el personal protegido contra los efectos adversos de la radiación.

El Contratista deberá suministrar todo el equipamiento, material, laboratorio y personal entrenado que sean requeridos para la ejecución de los ensayos de inspección de la soldadura. La inspección de la soldadura deberá ser realizada por el Contratista y en presencia de la EGEHID.

FIN DE SECCION

SECCION 15. TUBERÍAS DE PVC

15.1. GENERALIDADES

15.1.1 ALCANCE

Este Capítulo se refiere al suministro e instalación de todas las tuberías de PVC de las Obras Permanentes del Proyecto. Por tanto, las presentes Especificaciones se refieren a las obras siguientes:

Tuberías de las redes de distribución primarias, tuberías de PVC los sistemas de riegos parcelarios (si o hubiere).

Tuberías de Impulsión de los sistemas de bombeo

El Contratista deberá realizar todos los trabajos requeridos para la ingeniería de detalle, suministro e instalación de las tuberías de PVC indicadas en la lista de cantidades correspondiente, que forma parte del Proyecto de acuerdo a lo que se especifica en esta sección, se muestra en los Planos, u ordene la EGEHID, incluyendo:

- El diseño, suministro, fabricación, transporte, manejo, limpieza, instalación y empalme de la tubería de PVC indicadas en las listas de cantidades

- El diseño, suministro, fabricación, transporte, manejo, limpieza e instalación, de la tubería de PVC tales como codos, boquillas de inspección, reductoras, codo-reductores y bifurcaciones, anclajes de hormigón en los cambios de dirección.

- El suministro, fabricación e instalación de todos los elementos de PVC auxiliares accesorios necesarios para el correcto alineamiento, nivelación, posicionamiento de la tubería y su sujeción.

15.1.2 DOCUMENTOS RELACIONADOS

A. Sección A-IIIA.06: Excavaciones a Cielo Abierto

B. Sección A-IIIA.08: Rellenos

15.1.3 NORMAS DE REFERENCIA

15.1.4 REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE DETALLE (NO APLICA)

No aplica. No está previsto que el contratista elabore la ingeniería de detalle, a menos que este expresamente indicado en la Lista de Cantidades y Precios. El diseño y planos de detalle de la tubería de conducción para riego de esta Sección, deberá cumplir los requisitos aplicables.

Los tramos de tubería embebidas en hormigón deberán ser diseñadas para resistir la presión interna del agua incluyendo las presiones dinámicas, sin tener en cuenta el hormigón de

empotramiento. También deberá de diseñar y construir los anclajes de hormigón en los cambios de dirección.

El diseño deberá estar basado en el criterio para presiones dinámicas establecido en los estándares de diseño y en los cálculos ejecutados por el Contratista.

Las siguientes cargas deberán ser incluidas en el diseño de la tubería:

1. Cargas muertas
2. Cargas durante la construcción
3. Cargas vivas
4. Presiones internas, externas y dinámicas.
5. Cargas por cambios de temperatura.

Las cargas anteriores deberán combinarse apropiadamente para las siguientes condiciones de operación:

1. Condiciones normales de operación
2. Condiciones de inspección
3. Condiciones de emergencia
4. Condiciones excepcionales
5. Condiciones durante la construcción

15.1.5 ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA

A. General

El diseño de detalle, fabricación y erección de la tubería de PVC y sus accesorios, deberá ejecutarse de acuerdo con los requerimientos de las normas AWWA C900, ASTM D2241y CSA B137.3, exceptuando las partes en que esta sección difiere de las normas.

B. Cálculos de Diseño y Planos (NO APLICA)

EL Contratista deberá presentar los cálculos y los planos de la tubería de PVC y todos sus componentes incluyendo detalles de juntas. La entrega de estos documentos deberá hacerse 30 días antes del comienzo de la fabricación de la tubería. Los planos deberán ser entregados para la aprobación de la EGEHID y deberán incluir como mínimo la siguiente información:

- Dimensiones, elevaciones, cantidades y detalles incluyendo configuración de juntas de todos los tramos de tubería y sus componentes. Tolerancias permisibles para la instalación, localización y tamaños de conexiones auxiliares.

- Los planos deberán estar acompañados de los procedimientos establecidos por el Contratista para la fabricación, el manejo, transporte, almacenamiento y erección de la tubería.

- Diseño y Detalles de todos los elementos PVC auxiliares utilizados para el transporte, manejo, alineamiento y soporte de la tubería durante su instalación.

Los planos deberán ser de acuerdo a lo indicado en los Planos de diseño o como lo indique la EGEHID.

C. Certificados de Pruebas del Fabricante

El Contratista deberá presentar a la EGEHID para su revisión, certificados de las pruebas hechas por el fabricante de la tubería y sus componentes. Estos certificados deberán presentarse antes de transportar e incorporar el material en la obra.
Los certificados deberán incluir resultados del análisis químico, pruebas mecánicas y físicas, y la duración y temperaturas de todos los tratamientos.

D. Programa para la Instalación de la Tubería

El Contratista deberá entregar para aprobación de la EGEHID, tres semanas antes del comienzo de la instalación de la tubería, un programa de trabajo en el cual se incluirá como mínimo la siguiente información:

- Procedimiento a seguir y equipos a utilizar para el control de eventuales inundaciones que afecten la instalación de la tubería.

- Procedimiento de instalación de la tubería incluyendo: método de transporte desde la fábrica; almacenamiento en la obra; manejo, transporte e instalación de la tubería soterrada y eventualmente a cielo abierto, instalación de elementos auxiliares para soporte, alineamiento y nivelación

15.1.6 REQUERIMIENTOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad para la fabricación, transporte, almacenamiento erección e instalación de la tubería de PVC será ejecutado por el Contratista.

A. Fuente

Todas las tuberías deberán ser suministradas por una sola fábrica.

B. Pruebas de Materiales

Los materiales utilizados para la fabricación de la tubería de PVC deberán cumplir con las especificaciones indicadas en las Normas.

C. Empalmes

Los empalmes de la tubería principal y los accesorios se harán siguiendo las instrucciones indicadas en las normas indicadas, u otras normas que deberán ser aprobadas por EGEHID.

15.2 PRODUCTOS

15.2. MATERIALES

A. General

Todos los materiales deberán ser nuevos, sin defectos o imperfecciones y de la mejor calidad, cumpliendo con las especificaciones indicadas en esta sección.

B. Codos, Codos-Reductores, Transiciones, Bifurcaciones y Accesorios

Los codos, codos-reductores, transiciones, bifurcaciones, y otros accesorios deberán ser del mismo tipo de material de la tubería.

C. Hormigón de Empotramiento o anclaje de la Tubería

Considerando que la tubería estará soterrada en todo su trayecto, se usarán empotramientos o anclajes de hormigón en los puntos de cambio de dirección, como estén indicados en el Plano.

D. Elementos de Sujeción

Se colocarán los elementos de sujeción necesarios para las transiciones a tubería metálica en los puntos de inicio y terminación de la tubería. Se seguirán las indicaciones de los Planos, y las modificaciones propuestas por el Contratista que deberán ser aprobadas por EGEHID.

E. Desagües de Purga

La tubería de descarga en los desagües de purga, deberán cumplir con la Especificación ASTM A-36.

F Colectores

Estos elementos deberán ser fabricados con hormigón armado, las paredes de los pequeños pozos deberán ser de espesor no inferior a 15 cm, con superficies lisas; dichos colectores no podrán tener defectos; el acero de refuerzo no podrá tener diámetro inferior a 5 mm. Los colectores deberán tener una escalera de tubos de acero que permita la inspección y limpieza de los mismos.

G Tapaderas y Rejillas

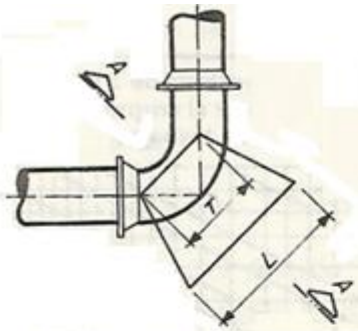
Éstas deberán ser prefabricadas de hormigón armado y vibrado y comprenden el marco fijo apoyado sobre los pequeños colectores, con superficie adecuada para recibir la tapa o rejilla. La tapa y rejilla estarán provistas de un contorno metálico de perfil L, y deberán estar diseñadas para soportar una sobrecarga de 2000 Kg./m2.

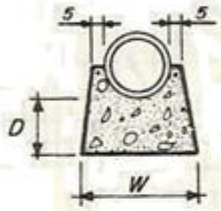
H Las Tapaderas y Rejillas de Hierro Fundido o de Acero

Se tratan y especifican en el Capítulo "Elementos Metálicos".

H Anclajes

Los esfuerzos que se producen en las curvas, codos, piezas de derivación tapones y en los tramos de gran inclinación, deben ser absorbido por anclajes o muertos de hormigón. Los anclajes pueden ser de hormigón simple o armado.
A continuación, se presenta una tabla con las dimensiones mínimas de anclaje para las condiciones indicadas.

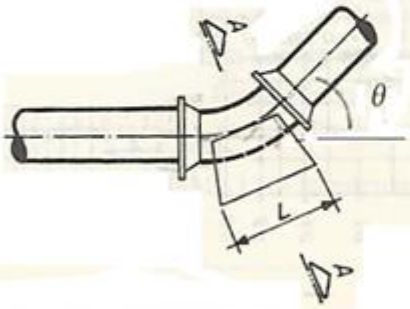




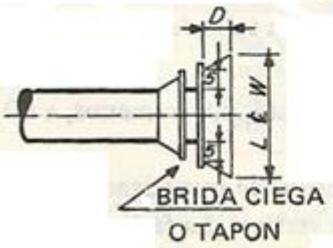
Anclajes mínimos en sistemas de distribución de agua

Curvas de 90°										
Diám.	mm	150	200	250	300	350	400	450	500	600
	pul.	6	8	10	12	14	16	18	20	24
D		30	30	30	30	30	30	40	50	50
L		45	60	75	85	105	125	135	135	175
W		30	40	50	60	70	70	85	100	110
T		25	35	45	55	75	90	95	110	125

Para tes, usar esta tabla entrando en la misma con el diámetro de salida.



Curvas de 45°										
Diám.	mm	150	200	250	300	350	400	450	500	600
	pul.	6	8	10	12	14	16	18	20	24
D		15	15	15	15	20	20	25	25	40
L		30	40	50	60	70	85	100	115	140
W		30	35	40	45	50	55	65	70	80
T		25	35	40	50	55	65	70	80	90



Tapones o plugs

Diám.	mm	150	200	250	300	350	400	450	500	600
	pul.	6	8	10	12	14	16	18	20	24
D		15	15	15	15	20	25	30	35	45
LEW		30	40	50	60	70	80	90	100	120

Observación. Los bloques de anclaje deben ser fundidos sobre terrenos cortados y no removidos. Las dimensiones indicadas son las mínimas admisibles, pudiendo ser aumentadas.

Expresion para calculo de las dimensiones de anclaje en las curvas con apoyo sobre el terreno natural

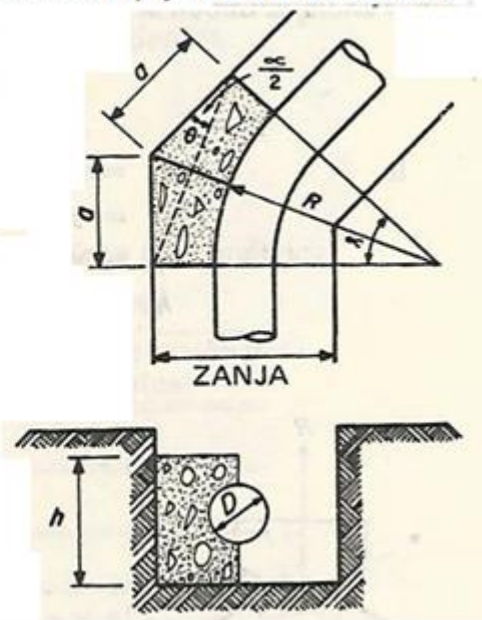
$$a = \frac{Sp}{\sigma h} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

a = lado del apoyo, cm;
A = sección del tubo, cm²;
p = presión máxima interna, kg/cm²;
σ = presión admitida en el terreno:

arcilla compacta; $\sigma \leq 1{,}0$ kg/cm²;

Tierra vegetal, $\sigma \leq 0{,}5$ kg/cm²;

h = altura del anclaje, cm.



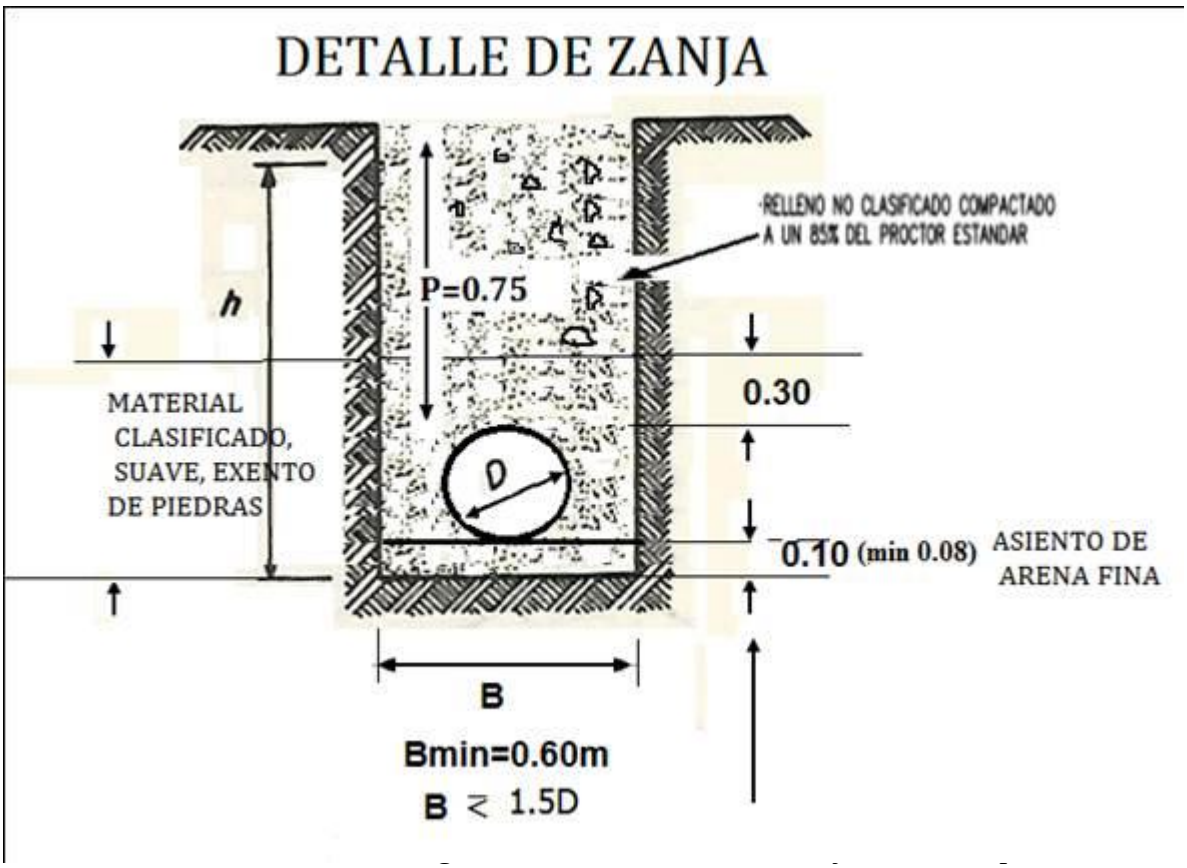
15.3. EJECUCIÓN

15.3.1 GENERAL

Se realizará excavaciones en todos los lugares indicados en los planos, de una dimensión mínima de 0.6 m.de ancho por la profundidad indicada en la tabla siguiente o por aquellas contenidas en los planos previo a la colocación se entenderá un asiento o cama de arena de mínimo 8cm de espesor para asegurar un buen asentamiento de la tubería

Las zanjas deberán estar libres de piedras o cualquier otro material que pudiera dañar la tubería. La primera capa de relleno deberá estar exenta de piedras u otros objetos que pudieren dañar la tubería: esta primera capa será por lo general de 30 cms, o como sea indicado en los planos. A partir de esta capa se podrá colocar relleno de reposición con material de la misma excavación. El relleno de excavaciones deberá ser realizado por capas de 20 cms compactado con compactador manual.

Todos los tramos a entregar por el contratista deberán estar en relación al proyecto y los planos aprobados y deberán haberse ejecutado las pruebas de hidrostáticas y en general contar con el visto bueno de la Supervisión/EGEHID antes de ser rellenados y compactados.



que dependen del diámetro de la tubería, pero en todo caso el espesor mínimo de relleno por encima del clave del tubo deberá de ser de 75 cms para los diámetros de 63 mm hacia arriba. En zonas urbanas esta profundidad sube a 1.00m.

15.3.2 FABRICACIÓN

A. General

El Contratista deberá suministrar las tuberías, codos, reductores, según se muestra en los Planos y lo establecido en éstas Especificaciones.

B. Ensamblaje

El ensamblaje de los segmentos de tubería deberá ejecutarse de acuerdo a las tolerancias especificadas en esta sección. Las dimensiones y tolerancias serán verificadas por la EGEHID.

15.3.4 INSTALACIÓN

A. Ensamblaje

1. General. La instalación deberá ejecutarse de acuerdo a los requerimientos aplicables de las Normas.

2. Soportes Temporales. El Contratista deberá suministrar todos los soportes necesarios tales como anclajes, sillas de apoyo, riostras, accesorios de fijación, riostras interiores y tirantes. Esto con el fin de mantener la sección circular, el alineamiento durante la instalación y prevenir esfuerzos excesivos en la tubería.

3. Ensamblaje. Todos los segmentos de tubería deberán ser individualmente ensamblados y sujetados por riostras y anclajes temporales si fuera necesario. Las dimensiones y tolerancias del ensamblaje serán verificadas por la EGEHID.

4. Juntas de Expansión. Las juntas de expansión deberán ser instaladas de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

B. Tolerancias

La construcción de la tubería deberá estar de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos de detalle cumpliendo con las tolerancias que se indican a continuación.

1. Alineamiento. Los segmentos de tubería deberán ser alineados de tal manera que los ejes se encuentren a una distancia no mayor a 3 mm del eje teórico.

C. Control de Calidad en el Campo

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para mantener el personal protegido durante la construcción.

El Contratista deberá suministrar todo el equipamiento, material y personal entrenado que sean requeridos para la ejecución de los ensayos de inspección.

D. Pruebas de Presión

El Contratista deberá realizar pruebas de presión periódicas durante la instalación de la tubería, bajo las premisas que siguen y otras que pudiera establecer la EGEHID.

1. La zanja en que se aloja la tubería deberá estar parcialmente anclada o parcialmente rellenada y para evitar su movimiento durante la prueba, pero de forma tal que dicho anclaje provisional no dificulte la observación las uniones o juntas ni las posibles sustituciones de tubos y piezas, ni de reparación de eventuales fugas.

2. Las juntas de restricción en las piezas deben ser permanentes y construidas para soportar la prueba de presión. Si se usan bloques de concreto, debe darse tiempo suficiente para que el concreto esté curado. El tiempo de curado recomendado es de 7 días;

3. La prueba deberá limitarse a que la tubería demuestre que es capaz de soportar las fuerzas que se desarrollan bajo la prueba de presión.

4. Salvo que se indique lo contrario, las pruebas deben hasta alcanzar una presión de 1.5 su presión de trabajo o como indique el fabricante.

5. Se deberán de proveer los tapones o bridas ciegas u otros medios de obturación que sean requeridos para efectuar las pruebas hidrostáticas, tanto estos como la bomba, válvulas, manómetros y otros accesorios requeridos, serán incluido en la partida indicada en la lista de cantidades para dichas pruebas. En caso de que estas pruebas no estén indicadas en la referida lista de cantidades, entonces el contratista deberá de incluirla en el precio unitario de la propia tubería o en otras partidas del contrato.

6. La realización de las pruebas deberá ser anticipada a EGEHID/Supervisión para su autorización y participación de su personal.

7. Una vez concluida la prueba, el contratista proceder al tapado y relleno de las secciones probadas

15.4 Medición y Pago

Las tuberías de PVC serán medidas en metros lineales referidos a la longitud medida en el eje de las tuberías, excluyendo las partes superpuestas y pagadas en función del diámetro interno con las correspondientes partidas de la Lista de Cantidades/precios.

La longitud de las curvas y piezas especiales (conexiones en T, Y, cambio de diámetro, etc.) será aumentada en un 50% para tener en cuenta los mayores costos del suministro e instalación de dichos elementos con respecto a las tuberías rectilíneas.

Los accesorios prefabricados, tales como fondos de los colectores, tapaderas, rejillas, serán pagados por unidad en base a las dimensiones indicadas en cada una de las partidas de la Lista de Cantidades/Precios.

Los precios para las tuberías y sus accesorios serán válidos e inalterables cualquiera que sea la profundidad o altura a la cual se instalen. Dichos precios ni incluyen los costos de las excavaciones ni del colchón de arena o platea de hormigón, ni el hormigón, ni el hormigón de anclaje y recubrimiento, ni el relleno los cuales se pagarán con las partidas de la Lista de Cantidades/Precios tal como establecen las Secciones correspondientes de estas especificaciones.

FIN DE LA SECCIÓN

SECCION 16. GEOMENBRANA (MALLA DE POLIETILENO DE 1.5 MM), Y GEOTEXTIL DE 200 GRS./CM2

16.1. GEOMEMBRANA LAGUNAS

16.1.1.GENERALIDADES:

De acuerdo con la Norma ASTM D4439, una Geomembrana se define como un recubrimiento, membrana o barrera de muy baja permeabilidad usada con cualquier tipo de material relacionado aplicado a la ingeniería geotécnica para controlar la migración de fluidos en cualquier proyecto, estructura o sistema realizado por el hombre. La impermeabilidad de las Geomembranas es bastante alta comparada con los Geotextiles o suelos, aun con suelos arcillosos; valores normales de permeabilidad para una Geomembrana medida para transmisión de agua y vapor están en un rango de 1x10-12 a 1x10-15 m/s, por esto las Geomembranas son consideradas impermeables.

El término recubrimiento es aplicado cuando se utilizan como interfase entre dos suelos o como revestimiento superficial; el término barrera se emplea cuando se usan en el interior de una masa de tierra. Para esta función se ha venido instalando membranas hechas de polietileno de alta densidad HDPE. *Estos materiales que por su resistencia a la acción química, son los más indicados en aplicaciones de recubrimiento, como por ejemplo rellenos sanitarios, túneles, reservorios, tanques para almacenamiento de líquidos, lagunas de oxidación etc. Alcanzando mayor durabilidad que otros polímeros cuando se encuentran expuestos a condiciones ambientales, intemperismo y al ataque químico.*

16.1.2. ENCARGADO DE PROYECTO

El Encargado de la instalación deberá tener experiencia en la ejecución de las actividades objeto del proyecto. El Encargado tendrá las siguientes responsabilidades:

□□Verificar que las especificaciones mínimas de la Geomembrana se cumplan en su totalidad.

□□Tener contacto permanente con todos los involucrados en el desarrollo del proyecto.

□□Coordinar el proyecto con los clientes sometiendo a su aprobación la documentación, recibo de superficie, despachos de materiales, control de personal, control de recursos de equipos, desarrollo del cronograma de trabajo, entrega final de obra.

□□Realizar control permanente del avance de la obra y realizar los ajustes necesarios para asegurar su culminación, mantener y revisar los cronogramas de trabajo.

□□Coordinar con los demás contratistas las labores a efectuar y que tengan incidencia en el desarrollo de la instalación de la Geomembrana.

□□Realizar reuniones previas a la instalación de la Geomembrana.

□□Planos de despiece de la obra.

16.1.3. SUPERVISOR DE OBRA

El supervisor tiene las siguientes responsabilidades:

□□Aceptar las condiciones del terreno para iniciar la instalación, avisando al Encargado del proyecto si la superficie no está apta para el inicio de labores.

□□Supervisar y verificar la extensión, uniones, pruebas, reparaciones y construcciones especiales (acoples a tuberías, tecno-fijación, etc.) que sean necesarias de acuerdo con lo contratado para la obra.

□□Supervisar el personal de sellado, pruebas de calidad y personal adjunto que sea necesario.

□□Verificar el mantenimiento de todo el equipo y vehículos que se usen en la obra.

□□Comunicar al Encargado de la obra todos los aspectos que sean importantes para el desarrollo de la obra.

□□Estar al tanto del desarrollo de las obras y su alcance para solicitar se efectúen los ajustes necesarios.

□□Actuar en directa coordinación con el personal de control de calidad ya sea interno o externo.

□□Supervisar la totalidad de la instalación de la Geomembrana incluyendo la limpieza programada del sitio de trabajo.

16.1.4.TÉCNICO DE SELLADO

Se requiere que el Técnico de Sellado tenga las siguientes responsabilidades.

□□Realizar la extensión, uniones y reparaciones necesarias para el desarrollo de la obra, de acuerdo con los planos de despiece elaborados.

□□Hacer el mantenimiento de los equipos

□□Ejecutar las soldaduras a conciencia.

□□Ejecutar otras funciones importantes y necesarias para el desarrollo de la obra de acuerdo con el Supervisor de la Obra.

□□Asistir al personal técnico de control de calidad.

16.1.5. TÉCNICOS DE CONTROL DE CALIDAD

El personal técnico de control de calidad tendrá las siguientes responsabilidades.

□□□Tomar todas las muestras de material para las pruebas destructivas.

□□□Inspeccionar todo el proceso de sellado en campo.

□□□Efectuar todas las pruebas destructivas y no destructivas.

□□Mantener el registro documentado de las pruebas efectuadas. (Ver anexos 2, 3, y 4)

□□□Inspeccionar la totalidad de las áreas instaladas.

OBSERVACION: El técnico de control de calidad podría ser el mismo técnico de sellado.

16.2. REUNIONES EN CAMPO

16.2.1. REUNIONES PREVIAS A LA INSTALACIÓN

- El personal profesional de la empresa instaladora, tendrá encuentros previos a la instalación con todos los involucrados en el proyecto. El propósito de esta reunión es planear y coordinar todos los aspectos a tener en cuenta en el desarrollo de la obra, y se pondrá en conocimiento el control de calidad que se realizará durante el desarrollo del proyecto. Es muy importante que el procedimiento, los planos, las especificaciones, las pruebas, reparaciones, etc., sean conocidos y aprobadas por las partes involucradas. En la reunión se trataran entre otros los siguientes puntos:

□□Revisión de las especificaciones de la Geomembrana a utilizar como recubrimiento que se cumplan en su totalidad.

□□Revisión de los diseños y especificaciones del (os) material (es) a emplear.

□□Revisión de las responsabilidades de las partes involucradas en el desarrollo del proyecto, estableciendo la jerarquía necesaria.

□□Revisión de los requerimientos de cada una de las partes involucradas en el desarrollo de la obra.

□□Revisión de los procedimientos de instalación y de control de calidad a efectuar.

□□Revisar los planes y procedimiento de seguridad.

□□Revisión del cronograma de trabajo.

□□Requerimientos de la calidad del terreno y obras anexas sobre el que se va a colocar la Geomembrana.

16.2.2. REUNIONES DIARIAS

Diariamente se realizarán en la obra reuniones previas al inicio de labores del día. Por lo menos en la reunión estará un representante del Contratista de instalación, un representante del contratista y un representante de la Supervisión, con el fin de tratar los siguientes puntos:

. □□Revisión de las actividades y localización del trabajo a efectuarse en el día.

. □□Revisión de las actividades del día anterior.

. □□Asignación de responsabilidades para el día.

. □□Revisión del cronograma de actividades.

. □□Discusión sobre posibles problemas. Discusión de las políticas de seguridad y situaciones relacionadas.

16.3. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

16.3.1. CALIDAD DE LA SUPERFICIE

. □□El contratista del movimiento de tierras debe ser la persona responsable de preparar la superficie de acuerdo con las especificaciones necesarias para efectuar la instalación.

. □□La superficie a ser impermeabilizada debe tener una textura suave y libre de presencia de rocas o piedras, puntas, raíces o cualquier otro elemento punzante que pudiera llegar a perforar o rasgar la Geomembrana.

. □□La superficie debe estar preparada de manera que no presente protuberancias, irregularidades, presencia de vegetación.

. □□El terreno debe garantizar la estabilidad geotécnica de la obra, lo cual comprende capacidad portante, estabilidad de los taludes, y estabilidad global general, así como los sistemas de subdrenaje necesarios; todo ello debe ser aprobado por el propietario del proyecto, quien se hará responsable.

. La Geomembrana no debe colocarse en presencia de humedad, de lodo o de agua.

. Si la Geomembrana se instala en sitios donde existe nivel freático, se pueden presentar gases que elevan la Geomembrana. El contratista o propietario, debe construir para estos casos un adecuado sistema de drenaje.

. Se debe tener especial cuidado al preparar la superficie sobre la cual se instalará la Geomembrana, el terreno será observado para evaluar las condiciones de la superficie. Cualquier daño en la superficie causada por condiciones de clima u otras circunstancias, será reparado por el contratista del proyecto.

16.3.2. DESPLIEGUE DE LA GEOMEMBRANA

Bajo ninguna circunstancia se extenderá Geomembrana en áreas no apropiadas de acuerdo con lo expuesto anteriormente.

NOTA: En algunos casos puede ser necesaria la colocación de un geotextil no tejido punzonado por agujas de mínimo 200 gr/m2. Se debe utilizar principalmente cuando se presenten superficies irregulares, supresiones de gases o niveles freáticos oscilantes.

16.3.3. REVISION DE LA SUPERFICIE

La empresa instaladora revisará la superficie y dará un visto bueno por escrito al Encargado del Proyecto como señal de las condiciones óptimas para la instalación de la Geomembrana.

16.3.4. ARREGLOS O REPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Previo a la instalación de la Geomembrana seleccionada, se practica una inspección visual por un representante del Contratista y por un representante de la Supervisión. La Geomembrana no se colocará en la superficie si esta presenta humedad excesiva hasta que no se haya reacondicionado y/o reconformado. Estas reparaciones serán realizadas por el Contratista.

16.3.5. CONTROL DE LA VEGETACIÓN

En casos de presencia de vegetación, se aplicarán de herbicidas, los cuales serán aplicados por lo menos 48 horas antes de la iniciación de la instalación.

16.3.6. ZANJA DE ANCLAJE

La zanja de anclaje será excavada por el propietario del proyecto (a menos que se especifique lo contrario) con las dimensiones previstas en el diseño. Si la zanja de anclaje

se ubica en una superficie inestable, se excavará, por día, la longitud de zanja necesaria para anclar el material de ese día.

Los sitios donde la Geomembrana ingrese a la zanja deben estar libres de irregularidades y protuberancias para evitar potenciales daños al material. El relleno de la zanja de anclaje será responsabilidad del contratista del movimiento de tierras siguiendo las especificaciones pertinentes. El relleno se debe efectuar en el momento en que la Geomembrana este en su estado de mayor contracción para evitar posibles daños por inestabilidad dimensional.

Se debe tener especial cuidado en el momento del llenado y compactación de las zanjas de anclaje para evitar el daño de la Geomembrana.

Es importantísimo tenerse en cuenta que la profundidad de la zanja de anclaje es dependiente de factores tales como: relación del talud e inclinación y longitud del talud.

16.3.7.RELLENO DE LA ZANJA DE ANCLAJE

La zanja de anclaje debe ser llenada y compactada adecuadamente por el contratista de movimiento de tierra. El relleno de la zanja se debe realizar de forma tal que evite efectuarse cualquier daño a la Geomembrana. Si se llegan a presentar daños a la geomembrana se debe informar al personal para proceder a evaluar los daños y efectuar las reparaciones respectivas.

16.4. COLOCACIÓN DE LA GEOMEMBRANA

16.4.1.DESCARGUE DEL MATERIAL

Para el descargue del material, el contratante debe proveer equipo de descargue, como montacargas, grúa, retroexcavadora, cargador u otro equipo posibilitado para tal fin. Si el área a recubrir no ha sido adecuada para iniciar los trabajos se debe tener un sitio seguro para el almacenamiento de la Geomembrana.

Una vez se tenga el terreno listo se desplazarán los rollos de Geomembrana al sitio de trabajo con el equipo ya mencionado para tal fin.

16.4.2.EXTENSIÓN DE LA GEOMEMBRANA

El Encargado de Obra, con la aprobación de la Supervisión dará seguimiento a los aspectos siguiente sobre el plano de despiece:

. Se extenderán los rollos que se puedan sellar en una jornada de trabajo únicamente.

. La Geomembrana será extendida sobre la superficie preparada de tal manera que se asegure el mínimo de manejo.

. Si cualquier situación adversa se presenta o existen inconvenientes en la obra el Encargado suspenderá la extensión de la Geomembrana hasta que los inconvenientes se hayan superado.

. En la medida de lo posible, ningún equipo o herramienta dañará la Geomembrana al cargarse, descargarse o extenderse. Todo elemento que se considere agresivo para la actividad estará debidamente protegido para evitar daños.

. El personal que trabaje sobre la Geomembrana no puede fumar, usar zapatos que puedan dañarla, o realizar actividades que puedan ocasionar daños a la Geomembrana.

. El equipo empleado para carguío y descarga de la Geomembrana no debe afectar la calidad de la superficie.

. Como medida de seguridad, se debe contar con un sistema de lastre (sacos con tierra, arena o llantas) para evitar que la Geomembrana se desacomode durante el proceso de extensión por acción de viento.

. El contacto directo con la Geomembrana por cualquier tipo de equipo debe ser minimizado. Si se requiere, las áreas deben estar protegidas con una capa de arena mayor a 40 cm. de espesor.

Ningún tipo de vehículo podrá desplazarse sobre la Geomembrana. Sólo ingresarán al área de trabajo equipos con llantas inflables, minimizando dicha presión.

Una vez extendida la Geomembrana se procederá a realizar una inspección visual a la zona cubierta para localizar daños (punzonamientos, rasgaduras) con el fin de identificarlos y repararlos posteriormente.

Las uniones de la geomembrana se deben efectuar lo más pronto posible después de la extensión.

16.4.3. TALUDES.

Cuando se va a instalar geomembranas en los taludes, como precaución, estos deben tener la suficiente holgura y anclarse en una zanja provisional **“*debe tenerse en cuenta antes de comenzar el termosellado, que la geomembrana debe quedar extendida con una holgura suficiente para que los procesos de variaciones dimensionales por efecto de temperatura***

***(día y noche) y acomodamiento del geosintetico por efectos del material de lleno sobre este, permitan que la geomembrana en ningún punto quede bajo tensión actuando únicamente como barrera impermeable sin asumir esfuerzos de ningún tipo*.**" Se debe tener en cuenta que entre más perpendicular sea el talud mayor profundidad debe tener la zanja de anclaje; un talud bien conformado como máximo debe tener una relación 1:1, es preferible una relación de 1:2 siendo en este caso que se puede disminuir el fondo.

16.5. CORTAS:

Toda obra, por lógica presenta una cantidad relativa de las material sobrante o cortas. Siempre que en el ejercicio de una instalación resulten cortas éstas por ser de la obra se deben de entregar o al contratista dueño de la obra o la Supervisión.

16.5.1.TRATAMIENTO DE LAS CORTAS:

El proveedor del material o el fabricante de las Geomembranas de polietileno define que una corta es material que está por debajo de 21.0 M2, es decir de 7.0 M de ancho x 3.0 M; este material y de allí para abajo se debe colocar en un sitio indicado por la Supervisión, o el contratista. Etc. Semanalmente finalizando la obra o cuando la Supervisión lo indique se le prestará el servicio de sellado térmico que debe ser con selladora térmica, con los cuales se harán un módulo lo suficientemente importante para hacer un recubrimiento. **Nunca este material se debe de sellar con máquina extrusora.** Estas cortas, el Encargado de la obra con la aprobación de la Supervisión señalará un sitio específico donde se deba almacenar para allí sellarla térmicamente e instalarla donde se indique.

16.6. CONDICIONES CLIMÁTICAS

La extensión de la Geomembrana debe estar de acuerdo con las condiciones climáticas, dirección del viento, calidad de la superficie, acceso al sitio y cronograma de instalación. Si el clima es adverso, no debe extenderse la Geomembrana.

En lo posible los traslapes entre los rollos de Geomembrana se harán en el sentido de la dirección del viento para minimizar los efectos del viento en los bordes.

La extensión de la Geomembrana debe realizarse a una temperatura ambiente lo más baja posible.

La extensión de la Geomembrana *no debe* realizarse durante lluvia o en presencia de viento excesivo.

16.7. SELLADO EN CAMPO

El sellado consiste en unir dos rollos usando métodos térmicos.

16.7.1. ORIENTACIÓN DE LOS SELLADOS O UNIONES

Como norma general las uniones o sellados deben orientarse en dirección de la pendiente del talud, y no en dirección perpendicular a la pendiente del talud. Cuando se presentan formas irregulares se deben localizar de tal forma que se minimice la cantidad de sellados a realizar.

En toda obra se identificará la dirección del flujo para que los traslapes entre rollos estén en la misma dirección.

16.7.2.EQUIPOS Y PRODUCTOS PARA SELLADO O UNIÓN DE GEOMEMBRANAS

Los únicos métodos aprobados para efectuar los sellados y reparaciones son mediante proceso térmico ya sea soldadura por extrusión y por fusión; todo el equipo de sellado o fusión debe tener indicadores de temperatura y velocidad para efectuar las mediciones y calibraciones.

El principio de sellado térmico consiste en calentar las dos superficies a ser unidas de tal manera que logren ablandar las superficies y posteriormente mediante presión se unan íntimamente. Todos los equipos que se ofrezcan para ser utilizados en las obras deberán estar en buen estado y fabricados con la más reciente tecnología.

16.7.3.SELLADO POR FUSIÓN.

Este proceso debe ser usado para unir paneles o rollos y no es usado para realizar parches o trabajos detallados. El equipo a emplear es una selladora de cuña caliente equipada con rodillos de canal que permiten realizar posteriormente la prueba de presión de aire. En este tipo de sellado las dos caras de la Geomembrana tocan íntimamente una cuña caliente.

El calor presente en ambas caras de las superficies a unir hace que estas se fundan por presión posterior al calentamiento. Se usan rodillos metálicos o de caucho con un canal para verificar posteriormente la calidad del sellado.

Los rodillos se utilizan para aplicar presión a las caras en contacto, y deben ser inspeccionados periódicamente para verificar que no presenten defectos y se reflejen en la calidad del sellado de la Geomembrana. El equipo de sellado de cuña caliente debe estar calibrado y debe tener indicadores y controladores de temperatura y velocidad para ajustar a las características de la geomembrana en cuanto a resina, espesor y densidad, de acuerdo con las características del clima y ambiente, (temperatura ambiente, viento, presencia de nubes y rendimiento de avance del trabajo). En los registros para los ensayos destructivos debe aparecer la temperatura y velocidad de avance del equipo utilizado en el sellado.

Es importante que el técnico operador del equipo observe constantemente el funcionamiento del equipo especialmente en los controles de velocidad y temperatura para

realizar ajustes por cuanto pueden presentarse variaciones en las condiciones ambientales, así, diariamente, se calibrará el equipo de acuerdo con las condiciones climáticas al momento de iniciar labores y también se revisará la calibración si ocurren cambios en el clima.

16.7.4.SELLADO POR EXTRUSIÓN.

Este proceso se utiliza principalmente (más o menos 95%) para efectuar reparaciones, parcheo y detalles constructivos especiales. Se emplea para unir Geomembrana nueva con otra previamente instalada, y en lugares donde la franja no es suficiente para realizar sellado por fusión.

El equipo de extrusión debe tener indicadores y controladores de temperatura para verificar y calibrar de acuerdo con las condiciones específicas de la obra.

Nunca se debe utilizar una extrusora con cordón de extrusión para hacer una instalación de geomembranas en rollos, para tal fin se requiere el uso de la "SELLADORA TERMICA" o por fusión

16.7.5.PREPARACIÓN DE LAS UNIONES

El Técnico de sellado debe verificar antes de sellar, que el área de unión esté libre de suciedad, polvo, grasa o cualquier otro elemento que impida una correcta unión entre los materiales.

La Geomembrana se debe traslapar adecuadamente (aprox. 15 cm), en todo el trayecto al momento que se vaya a iniciar la unión. Adicionalmente durante el proceso de limpieza se revisará la Geomembrana para detectar áreas defectuosas para ser reparadas previo a la iniciación del sellado. La unión debe realizarse sobre una superficie suave y firme sin presencia de protuberancias, piedras o terrenos muy blandos. Si esta condición no se cumple se debe reparar el terreno para obtener una calidad adecuada.

16.7.6.SELLADOS DE PRUEBA.

Previo al inicio del proceso de sellado, se efectuarán sellados de prueba para verificar la calidad de la unión, en estos sellados se verificarán las condiciones de temperatura de calentamiento de la cuña y velocidad de los rodillos de avance en conjunción con las condiciones climáticas del momento. Los sellados de prueba se realizarán teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Se efectuarán sellados de prueba por cada equipo de sellado y por cada técnico de sellado que vaya a operar el equipo.

El sellado de prueba se realizará al inicio de cada jornada de trabajo, normalmente, al inicio del día y al comenzar la tarde.

Los sellados de prueba tendrán una longitud de aproximadamente 1.0 metro por 0.3 m de ancho. El traslapo será de aproximadamente 15 cm. Para el sellado por extrusión, la prueba de sellado será de 50 cms de largo por 30 cms de ancho.

Dos muestras, cada una de 15 cms de ancho se cortan del sellado de prueba para realizar los ensayos de tensión y pelado utilizando el tensiómetro de campo.

16.7.7.SELLADO DE LOS ROLLOS

Una vez efectuados y verificados lo sellados de prueba, se inicia el trabajo de unión de los rollos que hayan sido extendidos. A éstos sellados se realizan pruebas destructivas y no destructivas, de acuerdo con los requerimientos del Proyecto. Los extremos de cada unión se identifican con la información pertinente. (Fecha, temperatura ambiente, temperatura del equipo, velocidad y técnico que realizó la unión).

16.7.8. REQUERIMIENTOS DE SUPERVIVENCIA

Antes de hacerse un sellado en sitio de la geomembranas e independiente del método de diseño que se vaya a utilizar, es necesario que la Geomembrana sobreviva los procesos de empacado, transporte, manejo e instalación.

Este aspecto del diseño no puede ser tomado a la ligera ni dejar que funcione por sí solo.

Algunas de las variables que afectan una situación dada son las siguientes:

Almacenamiento en fábrica.

Manejo del material en fábrica.

Transporte desde la fábrica a su destino final.

Descarga de la Geomembrana.

Almacenamiento en el lugar de destino.

Temperaturas extremas en el lugar de la obra.

Condiciones anormales en la construcción e instalación.

Movimiento en el sitio de la costura.

- Tratamiento en la obra durante la costura.
- Tratamiento en obra después de la costura
- Ubicación del material de cubierta o suelo de relleno sobre la Geomembrana.

Únicamente mediante el cumplimiento estricto de las Especificaciones y un Control de la calidad en la construcción la Geomembrana puede sobrevivir la instalación y realizar la función para la cual fue instalada. Mientras una Geomembrana es empacada, transportada, manejada e instalada esta es frecuentemente vulnerable al rasgado, punzonamiento e impacto. Estos eventos pueden ocurrir accidentalmente por vandalismos o por la falta de calidad en el trabajo de instalación. Situaciones comunes es el soltar herramientas sobre el material, transitar automóviles o camiones sobre la Geomembrana sin proteger, fuertes vientos que llegan por debajo de la Geomembrana en el proceso de colocación. El espesor es la propiedad física de la Geomembrana que está más relacionada con la resistencia o con la susceptibilidad al rasgado, punzonamiento y daño por impacto. El incremento relacionado de esa resistencia en relación con el incremento del espesor puede ser en algunos casos lineales o en algunos otros exponenciales. Es por esta razón que se requiere un espesor mínimo bajo cualquier circunstancia. Sin embargo, más allá de un simple valor para todas las condiciones, el espesor mínimo y sus propiedades subsecuentes debería estar relacionado con las condiciones específicas del sitio.

La tabla No.1 nos muestra valores para el nivel de supervivencia alto requerido en este proyecto.

Propiedades Físicas o Método de Laboratorio	Para Grado de Supervivencia Alto	
Espesor (D2199)	35 (Milésimas)	0.88 (mm)
Tensión (D882)	60 (Lb/plg.)	10.5 (KN/m)
Rasgado (D1004)	15 (Lb)	67 (N)
Punzonamiento (D4833 modificado)	35 (Lb)	160 (N)
Impacto (D1424 modificado)	20 (Pie-Lb)	15 (J)

Grado de Supervivencia Muy Alto: Se refiere a una instalación manual o con maquinaria sobre un terreno gradado con maquinaria de una textura muy pobre con cargas altas. Típicamente usados para reservorios y rellenos sanitarios sobre un terreno gradado con maquinaria de una pobre textura con cargas altas. Generalmente usados para suelos de relleno y coberturas. "*tenerse en cuenta antes de comenzar el termo sellado, que la*

geomembrana debe quedar extendida con una holgura suficiente para que los procesos de variaciones dimensionales por efecto de temperatura (día y noche) y acomodamiento del geosintetico por efectos del material de lleno sobre este, permitan que la geomembrana en ningún punto quede bajo tensión actuando únicamente como barrera impermeable sin asumir esfuerzos de ningún tipo.

16.7.9. COBERTURAS DE LA GEOMEMBRANA

En los casos en donde se requiera cubrir la geomembrana con algún tipo de suelo se deben tener las siguientes consideraciones:

- Se debe colocar arena como protección, para que sirva de barrera contra elementos angulares en el material de cobertura.
- El equipo para extender el material no podrá nunca desplazarse directamente sobre la geomembrana.
- Se recomienda mínimo de 45 cms de cobertura cuando van a ingresar equipos del tipo CAT D-3 o Caterpillar D-6 o similar.
- Para sitios donde exista tráfico pesado y continuo, se recomienda colocar una cobertura no menor a 60 cms.
- La colocación de cualquier tipo de suelo o arena sobre la geomembrana se debe efectuar después de haber completado las pruebas de calidad.
- La extensión del material de cobertura se debe evitar la formación de arrugas en la geomembrana.
- Los equipos empleados para riego, deben circular siempre sobre el material de cobertura y no sobre la geomembrana directamente.

16.7.10. REPARACIONES

Todas las áreas selladas y no selladas deben ser revisadas para poder identificar, ubicar y marcar en planos y en campo los posibles defectos, para su posterior reparación.

16.7.11. PROCEDIMIENTOS DE REPARACIÓN

Cualquier sector de Geomembrana que presente defectos se podrá reparar utilizando uno de los siguientes procedimientos.

- **Parcheo:** Recomendado para reparar orificios grandes y sitios donde se hayan

realizado pruebas, se logra colocando una pieza de geomembrana redondeada, fijada con cordón de extrusión.

- **Repaso y Resellado:** Usado para reparar secciones pequeñas y sellados con extrusión.

- **Sellado de punteo:** Consiste en reparar pequeñas perforaciones mediante el uso de la extrusora.

- **Refuerzo de sellado y extrusión:** Consiste en realizar un sellado de refuerzo en toda la longitud (determinada como defectuosa) usando el proceso de extrusión.

Todas las reparaciones se efectuarán con el proceso de extrusión, y se preparará la superficie empleando pulidor previo al inicio del proceso de reparación. Los parches a colocar deben extenderse como mínimo 10 cms del sitio de falla, y deben ser redondeados con un radio mínimo de 10 cms

16.7.12. VERIFICACIÓN DE LAS REPARACIONES

Cada reparación debe ser verificada por el método no destructivo que se describe más adelante (numeral 6.1.). De resultar aceptable, debe realizarse de nuevo la extrusión en el sitio de falla, así como su correspondiente prueba.

16.8. ACOPLES A TUBERÍAS Y/O OTROS ELEMENTOS.

En el paso de tubería a través de la Geomembrana, ésta se corta circularmente para que no haya propagación de rasgado, y se construye una bota para la tubería, de acuerdo con el diámetro de la misma. Se recomiendan cortes en la Geomembrana del mismo tamaño del tubo o menor, para optimizar el acople.

La bota de la tubería debe ser construida en el mismo material especificado para el proyecto y de acuerdo con los esquemas establecidos por el fabricante.

16.9. TECNO-FIJACIÓN A ESTRUCTURAS ESPECIALES

Cuando existan estructuras especiales (concreto o metálicas), se debe fijar mecánicamente la Geomembrana a dichas estructuras, usando pernos de expansión, platinas y caucho de neopreno.

16.10. CONTROL DE CALIDAD DE LA GEOMEMBRANA

16.10.1. CARACTERISTICA DE LA GEOMEMBRANA

Las Geomembranas tienen las siguientes características:

- Material: Polietileno de Alta Densidad (HDPE)
- Espesor Mínimo: 1.50 mm
- Alta durabilidad, resistentes a la mayoría de los líquidos peligrosos – Alta resistencia química, resistentes a la radiación ultra violeta (U.V.) y Económicas.

16.10.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GEOMEMBRANA

Las Geomembranas de polietileno de alta densidad (HDPE) deberán ser fabricadas con resinas de polietileno virgen y específicamente diseñadas para la producción de Geomembranas flexibles, compuestas por un 97.5% de polietileno, 2.5% de negro de humo, además de antioxidantes y termo –estabilizadores. Esta Geomembrana se utilizará para el recubrimiento del fondo y taludes de las Lagunas o Estanques.

16.10.3. GARANTIA DE LA GEOMEMBRANA

El Contratista presentará como documentos esenciales los siguientes Certificados de garantía de las Geomembranas:

- Certificado Rollo a Rollo de todas las propiedades GM13 para las Geomembranas HDPE

- Acreditación GAI – LAP de todas la propiedades ensayadas y para las frecuencias especificadas en el ítem características físicas y mecánicas del material.

- Certificado ISO 9000 Versión 2000 para el sistema de aseguramiento de calidad, en la fabricación de Geomembranas de HDPE.

- Certificado ISO 9000 Versión 2000 para el sistema de aseguramiento de calidad, en la fabricación de Geotextiles.

16.11. CONTROL DE CALIDAD EN LA INSTALACIÓN (UNIONES)

El control de calidad de las uniones involucra dos tipos de prueba las no destructivas y las destructivas existen casos en los cuales se puede utilizar un CHISPOMETRO, pero este sirve solo para detectar perforaciones de las Geomembranas poco visibles o no visibles a la vista.

16.11.1. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Las pruebas no destructivas, no implican perforar la geomembrana y sirve para verificar la continuidad de la unión; sin embargo, no aporta información de la resistencia de la unión. Los métodos pruebas no destructivas son la cámara de vacío y presión de aire. El Encargado de obra programará, en conjunto con la Supervisión, la frecuencia de las pruebas de acuerdo con los requerimientos de la obra; pero la norma general establece que este tipo

de pruebas se realizaran tomando una muestra por cada 150 ml de sellado.

A. ENSAYOS DE CÁMARA DE VACÍO

Esta prueba se efectúa para todas las reparaciones del método de sellado por extrusión y en ocasiones puede ser utilizado para probar sellados por fusión. El equipo empleado consiste en una caja de vacío fabricada en material transparente por lo menos en la parte superior y provisto de una bomba de succión. Para efectuar la prueba se utiliza agua jabonosa que se esparce sobre el sitio donde se va a realizar la prueba. Al aplicar la succión en la caja de vacío sobre el área jabonosa, se observa si se presentan burbujas lo que indica la existencia de algún defecto.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

Prenda la bomba de la caja de vacío. Mojar la zona a probar en un área aproximada de 0.50 x 1.0 ml con agua jabonosa.

- Colocar la caja de vacío sobre el área jabonosa.
- Activar el sistema de vacío creando una presión negativa de aproximadamente 5 psi.
- Observar a través de la ventana en un lapso de 10 a 15 segundos, si se presentan burbujas de jabón en la unión revisada.
- Si no hay burbujas, se traslada la caja de vacío al siguiente sector y se sigue el mismo procedimiento.
- Si se presentan burbujas, es indicativo de falla; por lo tanto se marca el sitio y se efectúa la reparación necesaria y posteriormente se vuelve a chequear.

B. ENSAYO DE PRESIÓN DE AIRE

La prueba de presión de aire en uniones donde exista el canal correspondiente

Equipo empleado para ésta prueba:

- Una bomba de aire, o tanque, capaz de producir una presión mínima de 25 psi.
- Una aguja con manómetro para ser insertada en el canal de aire.
- Equipo de aire caliente para precalentar los sitios en donde se introduce la aguja.

Procedimiento para ésta prueba:

- Sellar los dos extremos del canal de sellado que se probará.

- Insertar la aguja en el canal de aire donde existe el sellado.
- Presurizar el canal de aire entre 25 y 30 psi.
- Observar por un momento mientras se estabiliza la presión en el canal y una vez estabilizada se toma la lectura del manómetro.
- Después de 5 minutos aproximadamente se vuelve a tomar la lectura.
- Si se observa una diferencia mayor a 4 psi entre la lectura inicial y la final se debe volver a realizar la prueba.
- Si se vuelve a presentar la falla se marca el sector para efectuar al procedimiento de reparación y sé continua la prueba en otro sitio empleando el mismo procedimiento.
- Si se presenta falla en la prueba de presión de aire se puede ejecutar el siguiente procedimiento:
- Volver a efectuar la prueba en el mismo sector.
- Mientras se tenga el canal de aire bajo presión, se recorre la unión escuchando posibles fugas de aire.
- Manteniendo la presión de aire en el canal se puede utilizar una solución jabonosa a lo presentan burbujas.
- Se divide la sección probada en secciones más pequeñas para realizar la prueba en cada una de ellas hasta detectar la posible falla.
- Reparar la falla a lo largo de todo el sello para observar si es detectada empleando el método de extrusión y realizar la prueba de cámara de vacío.
- En áreas donde el canal de aire este cerrado y se tenga sospecha de la unión, se puede efectuar la prueba de cámara de vacío.

16.11.1. ENSAYOS DESTRUCTIVOS

En las pruebas destructivas, sobre sellos realizados a la Geomembrana de prueba a medida que se va instalando la Geomembrana sobre la superficie, se toman muestras para verificar en ellas la calidad de la unión en cuanto a su resistencia. Esta prueba se debe realizar a medida que se adelantan las obras de instalación de la Geomembrana.

La prueba destructiva involucra dos técnicas que son:

Prueba de Tensión

Prueba de Pelado o Corte.

La prueba de tensión consiste en medir la resistencia en la unión aplicando tensión y compararla con los estándares establecidos de acuerdo con el calibre y tipo de la Geomembrana empleada.

La prueba de pelado o corte consiste en aplicar tensión a las dos caras en un mismo sello para observar como ocurre la separación del sellado. La prueba de pelado nos indica la continuidad y homogeneidad a lo largo de la unión.

La decisión sobre el sitio a realizar los cortes para la obtención de muestras, se tomará de acuerdo entre las partes involucradas (Contratista/Firma Instaladora y Supervisión/EGEHID).

Una vez efectuada la toma de la muestra se debe reparar el sitio de acuerdo con lo ya establecido en la parte de reparaciones. (Numeral 4.8.)

La frecuencia en la toma de muestras es una muestra por cada 150 ml de sellado, aproximadamente.

El tamaño de la muestra es de 30 cms x 30 cms., y se cortara teniendo en cuenta que el sellado se ubique en el centro de la muestra. Se pueden cortar muestras adicionales para que sirvan de testigo, deben proceder del mismo sector, y las partes involucradas establecen la cantidad necesaria.

Todas las muestras serán identificadas para establecer localización y características del sellado efectuado.

A. EJECUCIÓN DEL ENSAYO

La prueba se efectúa con un tensiómetro de campo diseñando especialmente para este fin.

De cada muestra se obtendrán diez probetas para realizar cinco pruebas de tensión y cinco de pelado o corte.

Las pruebas se efectuarán con el tensiómetro de campo a una velocidad de dos pulgadas por minuto.

La prueba se acepta si pasan cuatro de las cinco probetas ensayadas.

Otro método aceptado es realizar el promedio de las cinco pruebas, este promedio debe cumplir con el mínimo valor establecido para la prueba, si cumple entonces la prueba se tomara como aceptada.

B. CRITERIOS DE RECHAZO O ACEPTACIÓN

Para determinar cuáles son los valores aceptados en las pruebas efectuadas se toma como parámetro lo establecido en la norma ASTM D4437. Adicionalmente se observa la manera como las probetas fallan para establecer la calidad de la unión esto se denomina como

FILM TEAR BOND (FTB); sellados que fallen de manera FTB, son normalmente aceptados.

ESPESOR (mils)	TENSIÓN (lb/pulg)	PELADO/CORTE (lb/pulg)
30	66	48
40	80	52
60	120	78
80	160	104

Además de cumplir con los valores arriba mencionados, la prueba no debe fallar dentro del área de sellado. Con cuatro de las cinco pruebas que cumplan se considera que la prueba en general aceptada.

C. PROCEDIMIENTO PARA ENSAYOS QUE FALLEN

Cuando la prueba no cumpla con los valores establecidos, se toma una muestra adicional del mismo tamaño que la muestra original y a 3 metros aproximadamente a cada lado del sitio donde se tomó la muestra que falló. Ambas muestras se prueban de acuerdo con la metodología ya establecida y las dos pruebas deben pasar. Si pasan, se debe reconstruir el sello entre los dos sectores probados. En el caso que las segundas pruebas no cumplan se debe reemplazar el sello hasta el sitio en donde las prueban dieron resultados satisfactorios.

16.11.2. GARANTÍAS EN LA INSTALACIÓN DE LA GEOMEMBRANA

Todos los seguros establecidos en el contrato incluirán el fiel cumplimiento, la garantía de calidad, la garantía del correcto funcionamiento de los equipos, la responsabilidad Civil y la seguridad social del personal involucrado en los trabajos de Instalación de la Geomembrana y su Suministro.

16.12. REQUERIMIENTOS DE LA OFERTA DE INSTALACIÓN

El Contratista se compromete a cumplir con las condiciones que se estipulan a continuación:

. A) Utilizar materiales y equipos de primera calidad y con las adecuadas características y especificaciones técnicas con respecto a este tipo de contrataciones.

. B) El Contratista suministrara el transporte, la alimentación, el hospedaje, a no ser que este pactado de otra manera con la empresa Instaladora.

. C) El Contratista presentará a la Supervisión los documentos necesarios que certifican la idoneidad profesional y la calificación de la mano de obra para la ejecución de los trabajos objeto del contrato.

. D) Dotar al personal a su cargo y por su cuenta de uniformes y elementos de protección personal definidos por el Área de Seguridad y Salud Ocupacional de la empresa, para el desempeño de sus actividades en condiciones de seguridad industrial, salud ocupacional y manejo ambiental.

. G) Antes de iniciar la obra o servicio, recibir por parte de Seguridad y Salud ocupacional las correspondientes Instrucciones (Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y manejo ambiental), la cuales incluirán entre otras la divulgación del plan de emergencia, el plan de evacuación de la empresa y el manejo de los residuos sólidos.

. H) Acatar y cumplir todas las disposiciones que en materia de Seguridad Industrial, Salud ocupacional y manejo ambiental tenga a bien establecer la empresa en función de los riesgos a que van a estar expuestos sus trabajadores y los impactos ambientales que se van a generar en el desarrollo de la obra o servicio contratado.

. I) Disponer de señalización específica para el tipo de trabajo realizado en cuanto a señales preventivas e informativas se refiere.

16.13. ENTREGA DE LA OBRA O INSTALACIÓN

□□Fichas técnicas de las Geomembranas y Geotextiles que se requieren

□□Acreditación de todas la propiedades ensayadas y para las frecuencias especificadas en el ítem características físicas y mecánicas del material.

□□Certificado ISO 9001 Versión 2000 para el sistema de aseguramiento de calidad, en la fabricación de Geomembranas de HDPE.

□□Certificado ISO 9001 Versión 2000 para el sistema de aseguramiento de calidad, en la fabricación de Geotextiles cuando se requiera. .

16.14. RECIBO FINAL DE LA OBRA

Cuando todos los trabajos se han completado, La Supervisión y el Técnico de Control de Calidad efectuarán una última revisión del área para confirmar que todas las reparaciones han sido apropiadamente ejecutadas, y que los resultados de las pruebas fueron aprobados.

La instalación de la geomembrana se entenderá aceptada cuando:

- Se ha completado la instalación de la geomembrana
- Se ha verificado la calidad de las uniones y reparaciones
- Se ha completado la documentación de todo el proceso de instalación

El acta de recibo final será aprobada por todas las partes involucradas. Actas parciales sobre áreas parciales pueden ser aceptadas con el fin de permitir el correcto avance del proyecto.

16.15. DOCUMENTACIÓN

En el proceso de instalación se tendrán formatos en donde se registrarán todos los aspectos concernientes con el proceso de instalación de la geomembrana. En estos formatos sé incluirán:

- Especificaciones y planos del proyecto.
- Registro del personal que interviene en el proyecto.
- Cronograma de actividades.
- Registro diario de las actividades adelantadas.
- Registro de las condiciones climáticas durante el desarrollo del proyecto.
- Registro de los valores de temperatura y velocidad en los equipos.
- Plano de colocación o despiece de la geomembrana
- Resultado de los ensayos obtenidos.

16.16. ANEXOS

ANEXO 1: BITACORA DE INSTALACION

# Rollo No.	Fecha Rollo No.	No. Lote Rollo No.	Geosintètico	Cant/parcial m2	Cantidad Total / m2
1					
2					
3					

4					
5					
6					
7					
TOTALES					

Representante de La Supervision:

Nombre: Cargo:	Observaciones:

16.17. MEDICIÓN Y PAGO

El "Precio Unitario", comprende los costos de mano de obra, materiales y herramientas y todo lo necesario para realizar el suministro y colocación de la Geomembrana, de conformidad con planos y Especificaciones Técnicas.

La unidad de medida para el pago es el metro cuadrado (m2) de Geomembrana instalada de acuerdo al diseño aprobado o según aprobación de LA SUPERVISION

16.18. GEOTEXTIL

16.18.1. DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la provisión y colocación del geotextil debajo de los gaviones y alrededor de la tubería de drenaje. El geotextil utilizado para esta aplicación será un “Geotextil no Tejido”, de polipropileno estabilizado, el que no debe presentar defectos o fallas que afecten significativamente las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas consideradas en el estudio.

16.18.2. MATERIAL

El material de geotextil debe tener una adecuada resistencia a la colmatación, la supervivencia del material y su durabilidad, características que se traducen en las siguientes propiedades:

El geotextil no tejido Tipo-500 para uso técnico, está elaborado con fibras cortas de polímetros de cadena larga (polipropileno), mediante punzonado por agujas. Las fibras han sido punzonadas para formar un producto estable que retiene su estabilidad entre fibras. El geotextil es resistente a la degradación debida a luz ultravioleta, degradación biológica y química, producida dentro de los ambientes encontrados normalmente en los suelos.

PROPIEDAD INDICE	**MÉTODO DE ENSAYO**	**VALOR MINIMO PROMEDIO POR ROLLO 2**
Mecánicas		
Resistencia a la Tensión Grab	ASTM D 4632	1545 N
Elongación a la Rotura Grab	ASTM D 4632	> 50 %
Resistencia a la costura	ASTM D 4632	1390 N
Resistencia a la Tensión, Tira Ancha	ASTM D 4632	37 kN/m
Elongación a la rotura de la Tira Ancha	ASTM D 4595	> 40 %
Resistencia al Reventón o Mullen Burst	ASTM D 4595	4555 kPa
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D 3786	950 N
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D 4833	575 N
	ASTM D 4533	
Hidráulicas		
Permeabilidad 3	ASTM D 4491	0.2 cm/seg
Permisividad	ASTM D 4491	0.8 seg-1 máx.
Flujo de Agua		41 l/min/m2

Tamaño de abertura aparente (AOS)	ASTM D 4491 ASTM D 4751	0.15 mm
Físicas Espesor Resistencia a los rayos ultravioleta (% retenido a 500 horas)	 ASTM D 5199 ASTM D 4355	 4.00 mm 70 %

Los geotextiles previstos en el proyecto deberán cumplir los siguientes requerimientos:

Capacidad de retención

Se debe asegurar que las aberturas aparentes de poros sean lo suficientemente pequeñas para evitar la fuga de partículas del suelo hacia donde se dirige el flujo de agua.

Permeabilidad

Propiedad que le permite asegurar el flujo del agua a través del geotextil.

Colmatación

Viene a ser el resultado de la obstrucción de algunos de los vacíos del geotextil por la penetración de partículas de suelo fino, provocando la reducción de la permeabilidad.

Propiedades físicas

El geotextil debe tener valores mínimos de resistencia mecánica con el fin de soportar los procesos de instalación y manipuleo, es decir una adecuada resistencia a la tracción, elongación, cuyos valores deberán asegurar que el geotextil resista de manera eficiente las altas solicitudes de los esfuerzos a las que estarán sujetos durante el proceso de instalación.

Durabilidad

Es la resistencia que debe tener un geotextil en el tiempo, cuyo valor depende de la presencia de agentes que provoquen ataques químicos, biológicos o por intemperismo.

16.18.3. INSTALACIÓN

Antes de proceder al tendido del geotextil, el terreno debe ser limpiado y nivelado, como se indica en los planos y especificaciones del estudio. Se deberá remover todos los objetos angulosos, rocas grandes, troncos u otros objetos que puedan dañar la estructura física del geotextil.

Se deberá cumplir con el siguiente procedimiento:

- Durante el transporte y almacenamiento, los rollos de geotextil deberán cubrirse con empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioletas

- El geotextil deberá ser colocado sobre el terreno y desenrollado de manera tal que se asegure la menor cantidad de desperdicio

- En caso que el geotextil presente algún tipo de rotura, ésta deberá subsanarse utilizando un parche cuyas dimensiones deberán ser 30 cm más grandes que las de la abertura a cubrir.

- Los traslapes entre los diferentes paños serán de 10 cm como mínimo

- El geotextil deberá cubrir totalmente la superficie a proteger, asegurando un contacto íntimo entre el geotextil y la superficie del terreno.

16.18.4. MEDICIÓN Y PAGO

Las obras con Geotextiles se medirán por metro cuadrado (m2) de Geotextil instalado, de acuerdo a las medidas que aparecen en los planos y a los requisitos de las presentes especificaciones, procedimiento que en todos los casos deberá ser aprobado por la Supervisión.

El trabajo realizado de acuerdo a las especificaciones señaladas, medido según el acápite anterior, y debidamente aprobado por la Supervisión, será pagado por metro cuadrado (m2) de Geotextil colocado con el precio unitario de Contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituyen la completa y total compensación por la mano de obra, incluido leyes sociales, materiales, equipo, herramientas, otros implementos, tributos y todo otro gasto en que sea necesario incurrir para la completa y correcta ejecución de la partida.

FIN DE LA SECCIÓN

SECCION 17. PINTURA Y GALVANIZADO

17.1. GENERALIDADES

17.1.1. ALCANCE

De acuerdo a lo especificado en esta Sección, lo que se muestra en los Planos o lo que ordene la EGEHID, el Contratista deberá realizar todos los trabajos relacionados con la pintura y el galvanizado de las superficies de los elementos metálicos, incluyendo su preparación y acabado.

17.1.2. DOCUMENTOS RELACIONADOS

- Sección 18: Trabajos en Metal

17.1.3. DEFINICIONES

Pintura. El término pintura comprende emulsiones, esmaltes, pinturas, tintes, barnices, pinturas selladoras, incluyendo todos los tipos de capas de base, intermedias y de acabado.

Pintura en Fábrica. El término pintura en fábrica se refiere a las capas o manos de pintura por aplicarse en fábrica a los materiales, equipos u otros accesorios, antes de su envío al sitio de la Obra o en los talleres del Contratista ubicados en el sitio de la Obra, antes de llevarlos a su lugar de instalación.

Pintura en Sitio. El término pintura en sitio se refiere a las manos de pintura que se aplicarán en la Obra. La pintura en sitio se hará normalmente después de la instalación del equipo correspondiente, excepto en las superficies que vayan a quedar inaccesibles, las cuales deberán pintarse con anterioridad y manipularse con el cuidado adecuado a fin de evitar daños de la pintura durante la instalación.

Retoque de Pintura. El término retoque de pintura se refiere a la aplicación de pintura sobre pequeñas áreas averiadas de superficies pintadas, en la zona de soldadura hecha en la Obra, para reparación de manchas, raspaduras, rasguños y para restaurar las capas de pintura hasta obtener la apariencia original. La pintura de retoque deberá ser igual a la pintura original en cuanto a la preparación de la superficie, número y tipo de capas y color final de la pintura.

Limpieza a Chorro. El término limpieza a chorro se refiere a la limpieza de superficies mediante el choque violento de partículas abrasivas, lanzadas mediante aire a presión sobre dichas superficies, e incluye la limpieza con chorro de arena.

Limpieza a Chorro Concentrado. El término limpieza a chorro concentrado se refiere a la limpieza a chorro de las áreas localizadas con capas de pintura previamente aplicadas y averiadas o en la zona de soldadura hecha en la Obra. Después de limpiar dichas áreas, la condición de la superficie deberá ser igual a la requerida por la pintura original.

17.1.4.REFERENCIAS

A. The Society for Protective Coatings

- SSPC Painting Manual, Volume 2. Systems and Specifications

B. American Water Works Association

- AWWA C-210 Liquid-Epoxy Coating Systems for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines

C. American Society of Testing and Materials

- ASTM A-90 Standard Test Method for Weight (Mass) of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings.
- ASTM A-123 Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products.
- ASTM A-143 Standard Practice for Safeguarding Against Embrittlement of Hot- Dip Galvanized Structural Steel Products and Procedure for Detecting Embrittlement.
- ASTM A-153 Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.
- ASTM A-384 Standard Practice for Safeguarding Against Warpage and Distortion During Hot-Dip Galvanizing of Steel Assemblies.
- ASTM A-385 Standard Practice for Providing High-Quality Zinc Coatings (Hot-Dip).
- ASTM A-780 Standard Practice for Repair of Damaged and Uncoated Areas of Hot-Dip Galvanized Coatings.
- ASTM E-376 Standard Specification for Seamless Austenitic Steel Pipe for High- Temperature Central-Station Service.
- ASTM D-1186 Standard Test Methods for Nondestructive Measurement of Dry Film Thickness of Nonmagnetic Coatings Applied to a Ferrous Base.

D. American Hot Dip Galvanizers Association

- AHDGA Design of Products to be Hot-Dip Galvanized After Fabrication.
- AHDGA Inspection Manual of Hot Dip Galvanized Products.

- AHDGA Welding Galvanized Steel.

17.1.5. ENTREGAS POR PARTE DEL CONTRATISTA

El Contratista deberá entregar para aprobación de la EGEHID lo siguiente:

- Propiedades de los productos a utilizar certificadas por los fabricantes.
- Procedimientos para la preparación, aplicación, inspección y verificación de la calidad de cada sistema de acabado de superficie.

17.2. PRODUCTOS

17.2.1. PINTURA

Todos los materiales utilizados para la pintura deberán ser productos estándar de fábricas reconocidas como Carboline, PPG Industies, Sherwin-Williams u otro nombre reconocido siempre y cuando cumplan las Normas correspondientes SSPC y que estén aprobadas por la EGEHID.

17.2.2. GALVANIZADO

A. Perfiles Estructurales

Las partes estructurales deberán ser galvanizadas de acuerdo con los requisitos de la Norma ASTM A-123. Los bordes agudos con radio menor de 2,4 mm deberán soportar cuatro inmersiones de la prueba estándar “Preece” mientras que todas las otras capas deberán soportar seis inmersiones.

B. Pernos, Tuercas y Arandelas

Los pernos, tuercas, arandelas y herrajes similares deberán galvanizarse de acuerdo a lo establecido en la Norma ASTM A-153, la cual especifica el número de inmersiones de la prueba estándar “Preece” que deberá soportar el galvanizado.

17.3. EJECUCIÓN

17.3.1. PINTURA

A. Limpieza y Preparación de Superficies

1) General.

Todas las superficies que vayan a ser pintadas deberán limpiarse antes de la aplicación del tratamiento previo superficial. El tipo de limpieza y el tratamiento previo de lavado

deberán estar de acuerdo con esta Sección y con las Normas e instrucciones del fabricante de la pintura. La limpieza y la pintura deberán programarse de manera que el polvo o la rociada resultante de la limpieza no caigan sobre superficies húmedas recién pintadas. Donde se requiera, las imperfecciones y cavidades que presenten las superficies y las juntas abiertas entre superficies contiguas deberán rellenarse o corregirse mediante métodos aprobados. Cuando se empleen andamios o soportes, que necesariamente tengan que estar en contacto con las superficies pintadas, se deberán tomar las precauciones necesarias para no dañar dichas superficies. Para la interpretación visual de los resultados de la limpieza de la superficie se aplicará la Norma SSPCVIS 1, Visual Standard for Abrasive Blast Cleaned Steel.

2) Limpieza con Disolventes.

La limpieza con disolventes se deberá hacer de acuerdo con los requisitos de la Norma SSPC-SP 1, Solvent Cleaning. Esta misma limpieza deberá aplicarse también en todas las áreas contaminadas por aceite, grasa, suciedad y residuos de fundentes de soldadura, antes de proceder con los demás tipos de limpieza especificados a continuación.

3) Limpieza a Mano con Cepillo de Alambre.

En donde se especifica este tipo de limpieza, el trabajo se deberá llevar a cabo de acuerdo con la Norma SSPC-SP 2, Hand Tool Cleaning.

4) Limpieza con Chorro y Chorro Concentrado

La limpieza por estos métodos deberá hacerse de acuerdo a los requisitos de la Norma SSPS-SP 5, White Metal Blast Cleaning o como se indique en la Tabla 3.1, Sistemas de Pintura, de esta Sección.

5) Superficies Pintadas en Fabrica que Requieran Retoques

Las superficies que hayan sido pintadas en fábrica y que requieran ser retocadas deberán limpiarse previamente de la misma manera requerida por la pintura original. Antes de aplicar la nueva pintura, se deberá remover la pintura agrietada o desprendida, rebajar todos los rebordes de pintura y limpiar completamente los puntos de óxido.

B. Aplicación de la Pintura

Los métodos de aplicación de la pintura deberán estar de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, o como se indique en esta Sección. La aplicación deberá estar conforme a los métodos recomendados por la Norma SSPC-PA 1, Shop, Field, and Maintenance Painting.

1) Mano de Obra

Todo el trabajo deberá efectuarse de manera que, las superficies terminadas queden libres

de chorros, gotas, pestañas, ondas, traslapes, agujeros y marcas de brocha. Todas las capas deberán aplicarse de forma tal que se obtenga una capa lisa de espesor uniforme que cubra completamente todas las esquinas y hendiduras. Todo el trabajo de pintura deberá ser ejecutado por pintores experimentados. Cuando se aplique pintura con pistola, deberá tenerse cuidado especial en mantener la boquilla suficientemente cerca de la superficie que se esté pintando, a fin de evitar la evaporaci6n excesiva de los volátiles constituyentes, pérdidas de material en el aire o acumulación de pintura sobre hendiduras y esquinas. El equipo para pintura a pistola deberá incluir agitador mecánico, manómetro y regulador de presión. Las boquillas deberán ser de tamaño apropiado. Los pisos, techos y otras áreas e instalaciones adyacentes deberán estar protegidos adecuadamente con lonas u otros elementos.

2) Propiedades, Mezcla y Dilución de la Pintura.

Toda la pintura, al aplicarse, deberá producir una capa satisfactoria de superficie suave y lisa. Durante su aplicación, las pinturas deberán batirse a fondo, colocarse y mantenerse con una consistencia uniforme. Las pinturas podrán adelgazarse de acuerdo a lo establecido en la sección correspondiente del SSPC Painting Manual, Volume 2 o, para acabados no cubiertos en éste, las especificaciones del fabricante. La pintura deberá enviarse a la Obra en recipientes sellados, los cuales deberán mostrar el nombre designado, fórmula o número de especificación, el color, instrucciones especiales, nombre del fabricante, fecha de fabricación y fecha de vencimiento.

3) Condiciones Atmosféricas

Excepto donde se especifique o se requiera lo contrario, para ciertas pinturas cuya consistencia se haya variado con agua, la pintura deberá ser aplicada sobre superficies que estén completamente secas, y bajo una combinación de condiciones de humedad y temperatura de la atmósfera y de las superficies a pintarse tal que permita que se produzca evaporación en lugar de condensación. (Una prueba práctica consiste en limpiar con un paño húmedo la superficie por pintarse y, si en pocos minutos la franja húmeda se seca, las condiciones tendientes a la evaporación prevalecen).

En ningún caso deberá aplicarse pintura durante tiempo de lluvia o neblina, ni sobre superficies húmedas sin antes secarlas y protegerlas de una manera apropiada. Las superficies donde se permita la aplicación de pintura durante tiempo húmedo deberán calentarse para prevenir la condensación de humedad sobre ellas. Las superficies metálicas descubiertas, excepto aquellas que puedan deformarse por el calor, podrán secarse inmediatamente antes de la aplicación de la pintura, mediante el empleo de un soplete, según lo apruebe la EGEHID. Durante la aplicación de la pintura, ésta deberá tener aproximadamente la misma temperatura que la superficie que se está pintando.

4) Protección de Superficies Pintadas.

Donde se utilice protección para las superficies pintadas, éstas deberán mantenerse hasta que la capa de pintura esté completamente seca y se haya autorizado su remoción. Las

partes que hayan sido pintadas no se deberán manipular, trabajar o alterar, en forma alguna, hasta que la capa de pintura esté completamente seca y dura. Después de su entrega en la Obra, todos los elementos metálicos revestidos con una capa aplicada en fábrica deberán repintarse o retocarse cada cierto tiempo con la pintura especificada, en la medida que sea necesario. Las superficies que hayan sido limpiadas, tratadas y/o preparadas de alguna otra manera para ser pintadas, deberán recibir la capa de base tan pronto como sea posible después que dicha preparación haya sido terminada, pero en todo caso, antes que ocurra cualquier deterioro de la superficie preparada.

5) Método de Aplicación de la Pintura.

A menos que se ordene específicamente o se autorice de alguna otra manera, la primera capa de pintura en los lugares de difícil acceso como las esquinas, cordones de soldadura y en general lugares inaccesibles, deberá ser aplicada con brocha. El resto de las superficies podrán ser pintadas con pistola. Las siguientes capas podrán ser aplicadas con pistola o con brocha, según se requiera, para asegurar la calidad y el espesor de las capas requeridas.

6) Avance en el trabajo de Pintura.

Cuando se haya iniciado la pintura de cualquier tipo de superficie, la operación completa, incluyendo capas de base y capas de acabado, deberá ser completada tan pronto como sea posible y sin atrasos prolongados.

7) Espesor de las Capas de Pintura.

El espesor de las capas de pintura seca se deberá determinar de acuerdo con la Norma SSPC-PA 2, Measurement of Dry Paint Thickness with Magnetic Gages o mediante otro método propuesto por el Contratista y aprobado por la EGEHID. En el caso de no cumplir con los requisitos especificados por las normas de referencia de espesor mínimo aceptable, el Contratista deberá aplicar capas adicionales de pintura.

8) Tiempo de Curado.

La última capa de pintura de las superficies que vayan a sumergirse en el agua deberá secarse durante un tiempo mínimo de 5 a 9 días, dependiendo de las condiciones del tiempo que prevalezcan antes de colocarlas bajo el agua. La duración mínima del curado se aplicará cuando existan condiciones de secado rápido. Independientemente del tipo de pintura empleada, se deberá permitir el curado completo de la última capa, antes de la inmersión.

9) Colores.

Los colores deberán ser según lo indique la EGEHID.

C. Inspección

Toda limpieza, preparación de superficie y pintura será sometida a inspección de la EGEHID.

La EGEHID se reserva el derecho de inspeccionar todas las superficies limpiadas previamente a la aplicación de la imprimación y cada capa de pintura antes de la aplicación de las capas subsiguientes. El Contratista deberá notificar a la EGEHID la fecha programada para el inicio de la limpieza y la aplicación de la imprimación por lo menos con dos semanas de antelación.

El Contratista deberá tener permanentemente en el sitio de la Obra y a disposición de la EGEHID, el manual SSPC-VIS 1 Visual Standards y un medidor de espesor de capa seca. El medidor de espesor de capa seca deberá ser del tipo de flujo magnético para pinturas sobre metales ferrosos y deberá cumplir con la Norma ASTM D-1186.

El Contratista deberá permitir que la EGEHID utilice su plataforma de trabajo y equipamiento para que éste pueda inspeccionar todo el trabajo que se esté ejecutando.

El Contratista deberá reparar rápida y eficientemente todo trabajo que la EGEHID considere que no se ajusta a estas Especificaciones y deberá suministrar todo el material y mano de obra necesaria para la reparación a sus expensas.

D. Sistemas de Pintura

El tratamiento de las superficies de estructuras, equipos y tuberías que requieran pintura y el número de capas de pintura de acabado requeridos deberá realizarse como se indica en la Tabla No. 17-1, o como lo apruebe la EGEHID.

Tabla No. 17-1 Sistemas de Pintura

	Superficies	Método de Preparación de Superficie	Capas de Pintura
1	Superficies de metales ferrosos inmersas o en contacto prolongado con agua.	SSPC-SP 10, *Near-White Blast Cleaning*	Dos capas de "tar coal epoxi-polyamide" de 200 µm de espesor de capa seca.
2	Superficies de metales ferrosos expuestas a la intemperie:		
	a. Superficies externas de tuberías.	SSPC-SP 6, *Commercial Blast Cleaning*.	Una capa de imprimación epoxi de 50 µm de espesor de capa seca, y dos capas de pintura epoxi de 150 µm de espesor de capa seca.
	b. Otras superficies externas o internas.	SSPC-SP 2, *Hand Tool Cleaning*, o SSPC-SP 3, *Power Tool Cleaning*.	Una capa de imprimación Carboline de 125 µm de espesor de capa seca, y dos capas de pintura Carboline de 40 µm de espesor de capa seca.
3	Superficies de metales ferrosos en contacto con hormigón.	SSPC-SP 2, *Hand Tool Cleaning*, o SSPC-SP 3, *Power Tool Cleaning*.	No se pinta.
4	Elementos metálicos arquitectónicos, puertas y marcos de ventanas.	De acuerdo a la práctica estándar del fabricante.	Una capa de imprimación en fábrica y dos capas de pintura de terminación en campo, como lo recomiende el fabricante.
5	Otro equipamiento mecánico y eléctrico.	Como se especifique en las Secciones correspondientes.	

17.4. GALVANIZADO

17.4.1. General

Los elementos metálicos que se indiquen en los Planos o según lo ordene o apruebe la EGEHID, incluyendo pernos y tuercas, deberán ser galvanizados por inmersión en caliente. Los elementos metálicos no deberán galvanizarse hasta tanto no se hayan terminado todas las operaciones de fabricación, excepto por las tuercas, que podrán ser roscadas después de la galvanización.

17.4.2. Capas de Galvanización Defectuosas o Dañadas

Las capas defectuosas o dañadas de galvanizado se identificarán de acuerdo a sus defectos y daños mayores o menores como sigue:

A. Defectos y Daños Mayores.

Defectos y daños mayores son los defectos que incluyen la no-adherencia del cinc al acero, variación excesiva del espesor del galvanizado, depósitos gruesos de zinc localizados,

rugosidad excesiva del galvanizado y otras fallas, que pongan en evidencia que el galvanizado ha sido aplicado de manera poco satisfactoria, daños ocasionados por la aplicación defectuosa del baño ácido al acero, la presencia de grasa no removida, escoria de soldadura, pintura, incrustaciones en el laminado, drenaje inadecuado y manipulación del acero sumergido verticalmente, temple acelerado o por otros factores que contribuyan a un galvanizado defectuoso. Los defectos y/o daños mayores serán causa de rechazo. Se considera también daño mayor, la remoción de la capa de cinc en magnitud tal que la superficie de metal quede expuesta. Tal daño, bien sea ocasionado por la abrasión producida durante el transporte o por las operaciones de manipulación en la carga y descarga, será motivo de rechazo. Todo el acero cuyo galvanizado se considere defectuoso o con defectos mayores, deberá ser galvanizado nuevamente. No se permitirán reparaciones de los defectos o daños mayores, mediante procesos de esparcimiento metálico, soldadura u otros métodos similares, ni en la fábrica, ni en el sitio. Todo el acero rechazado por defectos o daños mayores en el galvanizado serán tratados al ácido y el metal de base propiamente preparado deberá ser nuevamente galvanizado por el proceso de inmersión en caliente.

B. Daños Menores

Daños menores son los daños de poca magnitud en pequeñas áreas localizadas, siempre que no quede expuesto el metal desnudo.

Los daños menores, resultantes usualmente de la manipulación, carga o descarga, pueden clasificarse en 2 tipos: rozaduras o descascaramientos de la capa de cinc, y puntos desgastados causados por abrasiones. Las áreas pequeñas, donde la capa de cinc ha sido rozada o descascarada, podrá repararse siempre que dichos puntos no excedan de 40 mm^2 de área, que la superficie del punto dañado muestre claramente la presencia interior de la capa de amalgama de acero y cinc, y que el área no muestre ninguna evidencia de oxidación o de falta de adherencia de la capa original.

Podrán repararse los puntos desgastados por abrasión o frotamiento en los cuales la capa de cinc se haya adelgazado, pero no se haya desgastado hasta el metal desnudo.

La presencia de un número excesivo de puntos dañados en una misma pieza de acero podrá ser causa para exigir que dicha pieza sea galvanizada nuevamente.

No se permitirán reparaciones de daños menores en la planta de galvanización, antes del embarque, excepto el galvanizado completo.

Se permitirán reparaciones de daños menores en el sitio, mediante la aplicación de dos capas de pintura para galvanización en frío.

Los métodos y materiales utilizados para la reparación de daños menores mediante pintura estarán sujetos a la aprobación de la EGEHID.

El Contratista no podrá efectuar la aplicación de ninguna clase de pintura sin el permiso de

la EGEHID.

La aprobación por parte de la EGEHID de los métodos y materiales a ser utilizados para las reparaciones de daños menores mediante pintura no libera al Contratista de su responsabilidad de efectuar la reparación a plena satisfacción de la EGEHID.

C. Reparaciones

Las superficies galvanizadas que hayan sido dañadas en el taller o en el campo serán reparados usando aleación a base de zinc, pinturas ricas en zinc o un rociado de zinc de acuerdo con los requisitos de la Norma ASTM A-780 o como lo apruebe la EGEHID.

El espesor de la película seca de todos los materiales de reparación no deberá ser menor que el espesor de las cubiertas galvanizadas requerido por las Normas ASTM A-123 o A-153.

FIN DE LA SECCION

SECCION 18. MAMPOSTERIA

18.1. ALCANCE

El Contratista deberá suministrar toda mano de obra, material, y equipo, y deberá ejecutar todo el trabajo necesario para suministrar, fabricar, ensayar, transportar, almacenar, manipular y construir toda mampostería requerida como se especifica en esta Sección.

18.2. GENERAL

El Contratista deberá proteger toda mampostería completada para que no se ensucie ni haya escape de mortero de juntas. Todo escape de mortero de juntas deberá estar parcialmente seco antes de removerlo y limpiarlo a cepillo.

El Contratista deberá asegurar toda mampostería ejecutada mediante arriostramiento temporal hasta que se construya el soporte lateral definitivo.

18.3. CÓDIGOS

Las publicaciones listadas a continuación forman parte de estas especificaciones hasta el alcance que se refiere. Las publicaciones son referidas en el texto sólo por su denominación básica.

A. American Concrete Institute (ACI)

ACI 530.1	Estructuras de Mampostería

B. American Society for Testing and Materials (ASTM)

ASTM C144	Mortero
ASTM C150	Cemento Portland
ASTM C270	Mortero para Mampostería
ASTM C476	Lechada para Mampostería

C. National Concrete Masonry Association (NCA)

NCA-TR75-B	Diseño y Construcción de Mampostería Portante de Concreto

18.4. MATERIALES

18.4.1. Bloques de Concreto.

- Bloque Hueco de Concreto para Mampostería Portante. Deberán ser fabricados con cemento Portland y arena, y deberán tener caras planas, de textura uniforme, sin presentar resquebrajamiento, cantos rotos, y otros defectos. Los bloques deberán tener 15 MPa de resistencia a la compresión y una densidad de 2000 kg/m3 con un contenido mínimo de humedad.
- Formas Especiales. En esquinas expuestas, se deberán emplear bloques cuadrados. Además, se deberán emplear bloques de forma especial en dinteles y encadenados.

18.4.2. Mortero

- Mortero de Mampostería: Una parte de cemento Portland Normal Tipo I, tres partes de arena.
- Concreto para Dinteles y Encadenados: Tamaño máximo del agregado de 20 mm; asentamiento máximo de 100 mm; contenido de aire de 5 a 7 % en volumen.
- El agua deberá conformar los requisitos indicados en la Sección 2.12 - Hormigón Colocado en Sitio.

18.4.3. Mampostería de piedra o de hormigón (adoquines) o de ladrillos.

- Elemento de piedra de forma regular preferentemente aplanada, limpias, que no se desmoren al contacto con el agua,
- Los adoquines serán productos industriales, fabricados con cemento Portland y arena, y deberán tener caras planas, de textura uniforme, sin presentar resquebrajamiento, cantos rotos, y otros defectos. Los adoquines deberán tener 15 MPa de resistencia a la compresión y una densidad de 2000 kg/m3 con un contenido mínimo de humedad.
- Los ladrillos serán de arcilla cocida. Antes de su empleo, deberán ser mojados hasta su saturación por inmersión en agua..

18.5. CAPA AISLADORA

La capa aisladora deberá ser una lámina de cobre de 4.8 kg/m2 pintada con asfalto.

18.6. INSTALACIÓN

Donde sea requerido, se deberá disponer una lámina de cobre sobre una base de mortero a efectos de aislación hidráulica de las paredes de mampostería. La superficie de la base de

mortero en contacto con la lámina de cobre deberá ser lisa y sin puntas que puedan dañarla.

Donde las bases de paredes de mampostería estén 50 mm debajo del nivel de terminación de los pisos, la hilera inferior de la mampostería deberá ser de 50 mm de altura nominal. Todas las demás hileras por encima de ésta, deberán ser de 200 mm de altura nominal.

Donde las bases de paredes de mampostería estén al nivel de terminación de los pisos, todas las hileras de mampostería deberán ser de 200 mm de altura nominal. Es decir, la primera hilera de mampostería sobre el nivel de terminación de los pisos, deberá ser de 200 mm de altura nominal.

Toda mampostería deberá ser construida a plomo siguiendo el replanteo establecido. Todas las juntas de mortero deberán ser de 10 mm de espesor. Las bases de mortero deberán tener una superficie de acabado perfectamente lisa. Las hileras de refuerzo deberán espaciarse a distancias iguales. Las juntas horizontales deberán tomarse 6 mm donde se requiera revoque de manera de crear una traba.

Todo bloque que presente rajaduras o quebraduras deberá ser reemplazado.

La toma de juntas deberá ser cóncava y uniforme. Las juntas verticales de control deberán ubicarse como se muestra en los Planos y deberán llenarse con un material de sello.

Las esquinas internas y externas y las intersecciones internas perpendiculares deberán ser reforzadas mediante barras de acero y con vigas de encadenado. Ninguna pared deberá de estar más de 1200 mm sobre paredes en unión o intersección.

Cuando una pared de mampostería termine contra una columna o pared de concreto, se deberán dejar anclajes empotrados en el concreto de manera de éstos queden empotrados también en las juntas.

FIN DE LA SECCIÓN

SECCION 19. CERCAS DE ALAMBRES DE PÚAS

19.1 Nuevas Cercas

La instalación de cercas a lo largo de los canales en los lugares a ser indicados por la Supervisión del Proyecto, se hará mediante postes de madera de sección circular de diámetro no menor de 8 a 10 cm y 1.8 m de longitud, espaciados a cada 2 m. El alambre deberá ser de acero galvanizado con púas; la fijación al poste se hará mediante grapas metálicas.

Las cercas constarán de 4 hilos, el inferior de ellos se colocará a 30 cm del terreno natural y los subsecuentes en forma equidistante.

Los portones incluidos en el costo de la instalación de las cercas serán construidos con postes en madera y alambres de púas.

19.2 Remoción de Cercas Existentes

El Contratista debe remover las cercas existentes en los lugares a ser indicados por la Supervisión del Proyecto. El Contratista deberá remover el alambre, los portones y los postes con cuidado y deberá entregar estos materiales al dueño de la cerca.

19.3 Desmantelamiento y Reubicación de las Nuevas Cercas

La mayoría de las cercas nuevas a ser suministradas por el Contratista serán instaladas inicialmente en lugares temporales, dentro o fuera del derecho de vía de los canales. Al terminar una sección del canal, las cercas podrán ser trasladas a su lugar definitivo, según lo indique la Supervisión del Proyecto.

FIN DE LA SECCIÓN

SECCION 20. DE OBRAS DE RIEGO POR GOTEO: RED DE CONDUCCIÓN PRIMARIA Y SISTEMA DE RIEGO PARCELARIO POR GOTEO.

20.1. ALCANCE

Instalaciones: Todas las obras, así como el suministro de equipos y materiales serán cargo del contratista con excepción de aquellos que expresamente se señalen en estas

especificaciones o demás documentos de contrato.

El contratista debe incluir todos los factores de costos, suministro de materias y equipos de trabajos y transporte, obra de mano, impuestos, derechos municipales, etc. para efectuar la construcción, instalación, montaje, pruebas y puesta en marcha de las obras.

Diseño detallado o definitivo: Los datos que se presentan en los planos corresponden a un diseño básico del sistema de riego, por lo que el contratista deberá de llevar a cabo el diseño agronómico final o detallado, así como hacer la comprobación de la suficiencia de la red de tuberías de la distribución parcelaria desde el punto de vista hidráulico en función de los caudales que se definan en el diseño agronómico de las parcelas.

Lo mismo es aplicable a la red de distribución primaria, en la cual el contratista deberá ejecutar el diseño definitivo de la red, en base a la información suministrada en los planos y estas especificaciones. Esta actividad incluye los ajustes en el trazado de las líneas de tuberías que sea requerido al momento del replanteo de la misma, así como el diseño del anclaje de hormigón en los cambios de dirección, ajuste en la ubicación y dimensiones de los registros, ubicación de las válvulas reductoras de presión, esquema para pruebas, etc.

20.2. GENERAL

Las especificaciones técnicas rigen para todas las partidas del proyecto de riego, salvo prescripciones de especificaciones técnicas de los fabricantes de los elementos constituyentes del sistema de riego, previa aprobación por parte de la Supervisión.

Todos los elementos que suministra el contratista serán nuevos, de primer uso y calidad aceptada por la inspección técnica de la obra.

20.3. CÓDIGOS

Las publicaciones listadas a continuación forman parte de estas especificaciones hasta el alcance que se refiere. Las publicaciones son referidas en el texto sólo por su denominación básica.

A. Normas Mexicana (NMX)

NMX-E-225-2004 (1ra. Revisión)	REQUISITOS MECÁNICOS Y FUNCIONALES DE CINTAS DE GOTEO PARA SU INSTALACIÓN Y OPERACIÓN EN CAMPO - ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.
NMX-O-082-SCFI-2001	GOTEROS PARA SISTEMAS DE

	RIEGO – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA
NMX-O-167-SCFI-2001	REQUISITOS TÉCNICOS MÍNIMOS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA Y LA ENERGÍA EN SISTEMAS DE RIEGO PRESURIZADO.
NMX-O-177-SCFI-2002	LINEAMIENTOS GENERALES PARA PROYECTOS DE SISTEMAS DE RIEGO LOCALIZADO.
NMX-R-048-SCFI-2013	PROVEEDORES DE SERVICIOS RELATIVOS A SISTEMAS DE RIEGO PRESURIZADO REQUISITOS (Cancela a La NMX-R-048-SCFI-1999)
NMX-O-177-SCFI-2011	LINEAMIENTOS GENERALES PARA PROYECTOS DE SISTEMAS DE RIEGO PRESURIZADO.

B. Otras Normas

En general son además aplicables las normas relativas a las tuberías de PVC, hormigones, etc., las cuales están contenidas en las secciones específicas que tratan sobre dichos trabajos, en estas mismas especificaciones.

20.4. MATERIALES

Los materiales para el proyecto de riego serán de acuerdo al listado indicado en el Presupuesto y en los planos del proyecto. En cuanto a diámetro de tuberías, fitting, válvulas y otros necesarios para realizar la obra serán en general los indicados en los planos, pero los mismos podrían sufrir variaciones en función de la memoria de cálculo detallado agronómico del proyecto de riego. Todos los materiales a utilizar serán nuevos con garantía de fabricación.

20.5. Red de Distribución primaria

20.5.1.Introducción

La red de tuberías constituye el sistema de distribución del agua, desde las lagunas hasta el punto de emisión del área que se desea regar y se compone de tuberías principales o propiamente lo que es la línea o red de distribución primaria y redes de distribución secundarias (parcelarias). Estas tuberías serán de una combinación de PVC hídricos rígido y flexible.
Para sistemas de conducción de riego, se utilizan PVC hídricos rígido clase 10. Para los diámetros grandes la unión de los tubos será con junta de goma y espiga, para diámetros menores a los 63 mm, la unión será cementada, la cual deberá ser pegada con adhesivo del tipo recomendado por el fabricante.

20.5.2. Componentes de la red de distribución primaría.

En adición de las tuberías de conducción en PVC, la red de distribución primaria, es decir aquella que va desde las lagunas o fuente de agua, hasta el hidrante, está conformada por otros componentes como:

Válvulas de paso o de control.
Estas son válvulas tipo compuertas o mariposa, de las utilizadas normalmente en redes de distribución de agua, están generalmente ubicadas al inicio de cada ramal de tubería, aunque en ramales muy largo es deseable colocar alguna válvula en medio del recorrido de la línea. Las válvulas sirven para aislar cada tramo y facilitar el manejo, mantenimiento y reparaciones en caso de averías u otras intervenciones, sin que afecte la operación del resto de la red.

Válvulas de regulación de presión
Esta son válvulas con mecanismos internos que permiten limitar a un valor determinado las presiones en los distintos puntos de la red. Por lo general se colocan en tramos ubicados topográficamente a una elevación que está muy por debajo de la fuente de abastecimiento. Con estas válvulas se busca preservar de rotura a los elementos y artefactos conectados a la red, así como a la propia red, de manera que estos elementos trabajen a una presión que no exceda la presión de trabajos nominal o permisible de los mismos. La ubicación definitiva de estas válvulas de regulación de presión deberá de ser propuesta a la Supervisión para su aprobación, por parte del contratista de la red de distribución primaria durante la fase de diseño o ingeniería de detalle. La lista de cantidades contiene un número preliminar de estas válvulas especiales.

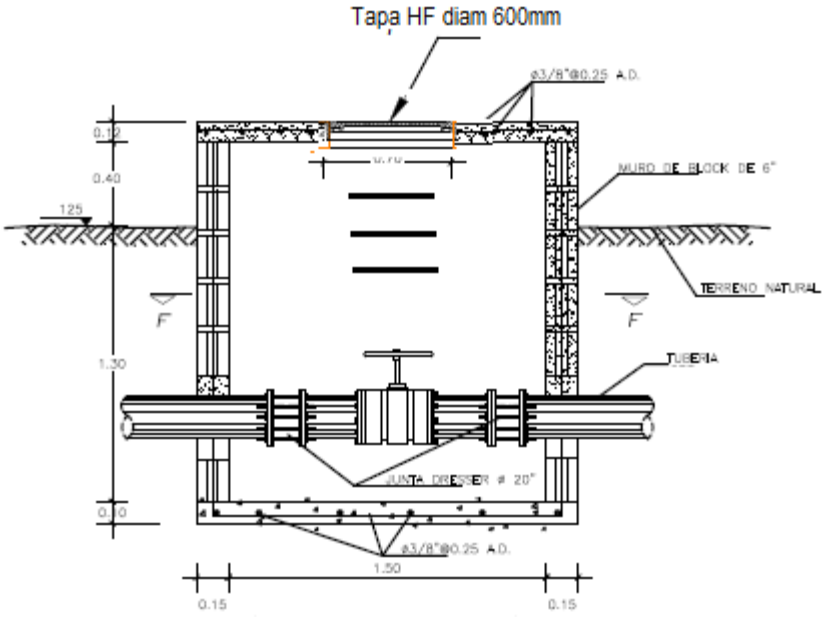
Válvulas de aire, de purga de aire o ventosas
Esta son válvulas con mecanismos internos que permiten el ingreso de aire a la red para evitar el colapso cuando estas deban ser vaciadas, del mismo modo estas sirven para extraer

el aire de la red al momento de llenarlas con agua o por alguna razón exista burbujas de aire provenientes de la fuente de agua. Estas deben ser colocadas en los puntos altos de la red.

Accesorios de conexiones y acoples (fittings)
Piezas especiales de la red de tuberías que incluyen tees, curvas, reducciones, etc., estas se utilizan para unir o derivar tuberías.

Cámaras o Registros para válvulas
Son cámaras o cajas de hormigón o albañilería (bloque de hormigón, mampostería, adoquines, ladrillos) con tapas metálicas de hierro fundido, hierro galvanizado o rejillas, dentro de las cuales están colocadas las válvulas de la red de distribución primaria. Sirven para proteger a las válvulas de daños o vandalismo.

Las dimensiones serán tal que permitan la sustitución de las válvulas. De acuerdo a su profundidad serán incorporadas una escalera de gato. A continuación se presenta un diseño típico de un registro, pero el contratista de la Red de distribución primaria deberá, durante la etapa de ingeniería de diseño detallado, de adaptar este diseño para las condiciones encontradas en el campo.



Caja de Valvula: Seccion

Anclajes
Los esfuerzos que se producen en las curvas, codos, piezas de derivación tapones y en los tramos de gran inclinación, deben ser absorbido por anclajes o muertos de hormigón. Los anclajes pueden ser de hormigón simple o armado.

Refiérase a las especificaciones para tuberías de PVC de la SECCION 15. TUBERÍAS DE PVC. TUBERÍA PARA RIEGO – PVC

20.5.3. ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA

Todas las redes de tuberías de PVC rígidas deberán ser instaladas bajo tierra con profundidades que dependen del diámetro de la tubería, pero en todo caso el espesor mínimo de relleno por encima del clave del tubo deberá de ser de 75 cms para los diámetros de 63 mm hacia arriba. En zonas urbanas esta profundidad sube a 1.00m. Las especificaciones detalladas para este tipo de tuberías, incluido sus normas de medición y pago se presentan en la SECCION 15. TUBERÍAS DE PVC. TUBERÍA PARA RIEGO – PVC de estas especificaciones

20.5.4.EJECUCION

El contratista deberá materializar claramente en el terreno los ejes, los cuales serán revisados y aprobados por la Supervisión antes de iniciar cualquier construcción. Las excavaciones para las tuberías serán ejecutadas preferentemente con retroexcavadoras. Serán aceptados otros métodos de excavación, siempre y cuando que se demuestre que no afectarán el plazo de entrega de la obra.
En relación a las dimensiones de la excavación y, asiento de arenas rellenos y otras particularidades del procedimiento de ejecución, referirse a la Sección 15 de esta especificaciones, especialmente el numeral 15.3.

Todos los tramos a entregar por el contratista deberán estar en correspondencia con los planos del proyecto y deberán contar con el visto bueno de la Supervisión/EGEHID antes de ser rellenados y compactados con compactador manual.

20.5.5.MEDICIÓN Y PAGO

La partida comprenderá todos los gastos directos o indirectos incluyendo materiales, mano de obra y todos los gastos necesarios para cumplir con lo especificado, cualquier costo no contemplado en la lista de cantidades y precios , que el contrista considere que requiere deberá ser considerado en los costos de aquellas partidas que forman parte del proyecto. Para más información sobre los costos cubierto, referirse a la Secciones correspondientes de estas especificaciones.

20.6. Redes de riego Parcelario

Alcances

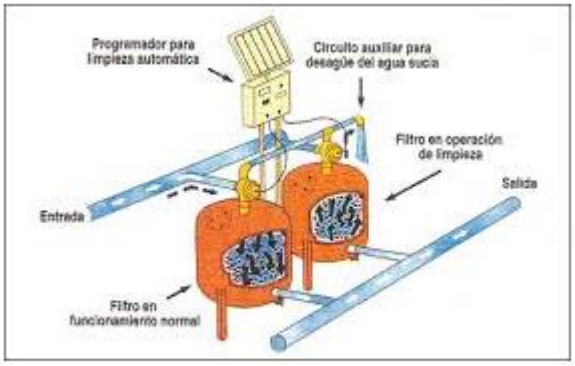
La instalación de las redes de riego se efectuará según los planos de trazado y de la plantación proyectada del proyecto de riego, y de acuerdo al Listado de materiales indicados en el Presupuesto.

Pasamos a ver los componentes de sistema de riego parcelario , denominado también como distribución parcelaria.

Filtros

En el mercado existen tres tipos de filtros. **Filtro de arena** (filtra sustancias orgánicas como bacterias). **Filtro de malla** (filtra sustancias inorgánicas como la arena), **Filtro de Anilla o Disco** .(cumplen las dos funciones).
Para prevenir que los sedimentos que contenidos en el agua, los filtros deben atrapar las partículas cuatro veces más pequeñas que el tamaño de la abertura del gotero. Si el agua proviene de una fuente subterránea limpia, un filtro de malla puede actuar como filtro principal.

Los filtros de arena de arena son usualmente los filtros principales en los sistema de micro riego. Los filtros de arena son equivalentes a la malla de 200 mesh (200 hilos/pulgada o 79/cm). Esta es la capacidad necesaria para eliminar las partículas encontradas en el agua superficial y el agua de canales abiertos.



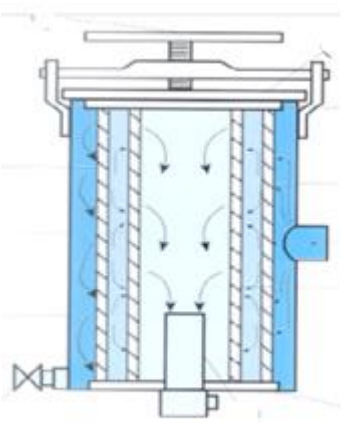
INSTALACION DUAL DE FILTROS DE ARENA

Los filtros de arena tienen un mecanismo de auto limpieza por flujo inverso. Este mecanismo detecta la reducción de presión que ocurre cuando las partículas se acumulan en el filtro, pasando el agua por el filtro en sentido inverso para eliminar las partículas de arcilla, limo y materia orgánica.

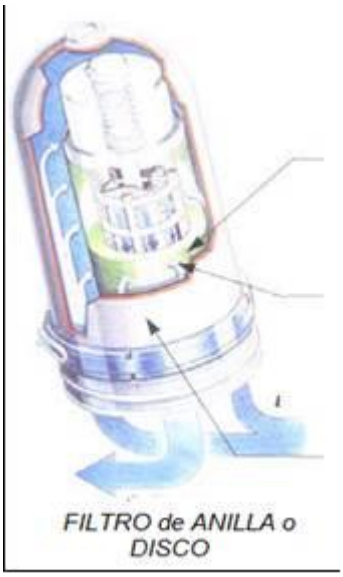
Si el agua proviene de una fuente limpia como algunas aguas subterráneas, un filtro de malla

puede actuar como filtro principal.

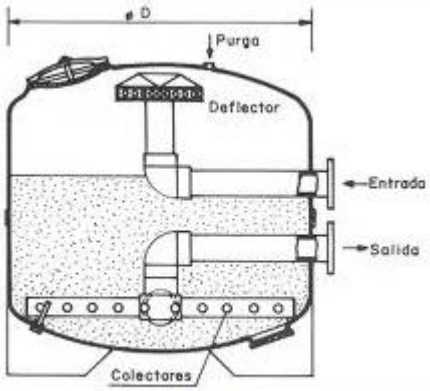
El sistema de riego se ha previsto que colocar filtros de arenas en algunos puntos de la red para que sirvan a varios hidrante/parcelas y también se ha previsto la colocación de un filtro de **malla,** que estará colocado a la entrada del hidrante. También se tiene previsto la utilización de sendos filtros de disco o anillas en cada uno de las parcelas, los cuales estarán colocados luego de la aplicación de los fertilizantes, según se muestra en el esquema anterior y en los planos 606 y 607.



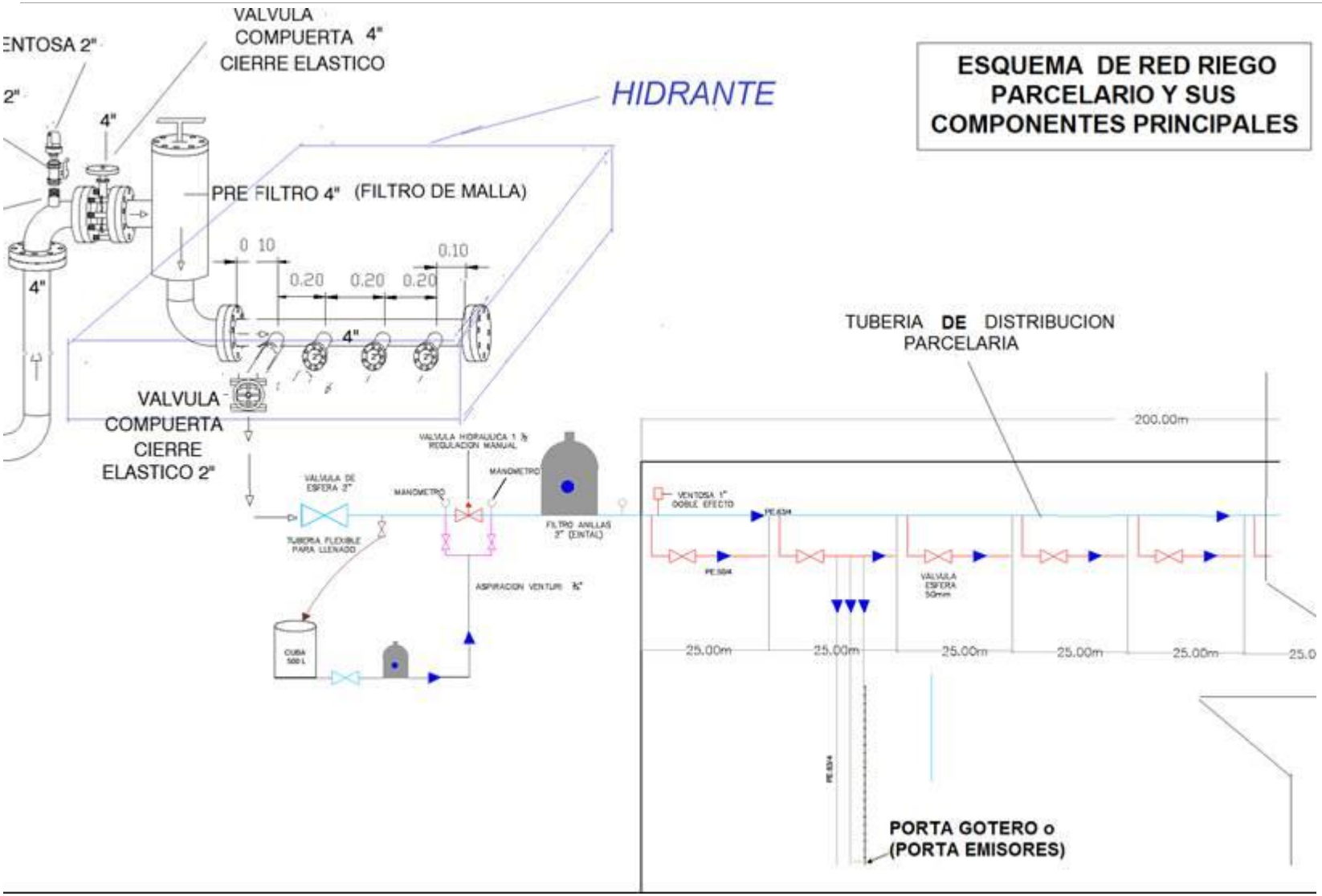
FILTRO DE MALLA



FILTRO de ANILLA o DISCO



FILTRO DE ARENA


ESQUEMA DE RED RIEGO PARCELARIO Y SUS COMPONENTES PRINCIPALES
VALVULA COMPUERTA 4" CIERRE ELASTICO
ENTOSA 2"
2"
4"
4"
HIDRANTE
PRE FILTRO 4" (FILTRO DE MALLA)
0 10
0.10
0.20
0.20
0.20
4"
VALVULA COMPUERTA CIERRE ELASTICO 2"
TUBERIA DE DISTRIBUCION PARCELARIA
200.00m
VALVULA HIDRAULICA 1 ½ REGULACION MANUAL
MANOMETRO
MANOMETRO
VALVULA DE ESFERA 3"
TUBERIA FLEXIBLE PARA LLENADO
FILTRO ANILLAS 3" (EINTAL)
ASPIRACION VENTURI ¾"
CUBA 500 L
VENTOSA 1" DOBLE EFECTO
PE 63/4
PE 63/4
VALVULA ESFERA 50mm
25.00m
25.00m
25.00m
25.00m
25.00m
PE 63/4
PORTA GOTERO o (PORTA EMISORES)

Hidrante de Riego

El hidrante está constituido por el maniforld desde salen las (4) acometidas parcelarias, el hidrante propiamente dicho, el cual está conformado por un contador y una válvula hidráulica, la cual puede ser comandada manualmente o eléctricamente; esta válvula puede también ser una válvula solenoide reductora de de presión. Cuando no se utilizan contadores se coloca únicamente la válvula. Estos equipos están contenidos en una cámara de hormigón vaciado o prefabricado de dimensiones 1.30 m x1.80 m x 0.70 m, protegido con una con tapa o rejilla metálica provista de candado de seguridad, dentro de la cual (ver plano No. 606, "DETALLE HIDRANTE DE RIEGO"). En los caso de sistema con medidores de agua, estos también se colocan dentro de dicha caja.

Hidrante de riego compuesto por un contador de agua y una válvula hidráulica con mando manual

Contador de agua

Es un instrumento de precisión que registra el caudal o el consumo de agua de cada parcela que se nutre de la red de distribución para facilitar el manejo y distribución de costos a los entes involucrados en la producción agrícola. Es importante hacer las lecturas después de cada riego para saber qué cantidad de agua estamos dando al cultivo.

Tanque de fertilización

Este accesorio es importante para poder realizar la aplicación de fertilizante y pesticidas conjuntamente con el riego. Existen tres sistemas de aplicación de fertilizantes: tanque de fertilización, inyector de fertilizante y bomba de inyección. También se puede colocar el abono directamente sin uso de fertilizadora, pero ello implica algunos inconvenientes y desperdicios con esta forma de aplicación de los fertilizantes.

Previo a la aplicación de los fertilizantes, es necesario asegurarse que los productos inyectados sean compatibles con el agua para evitar la precipitación de químicos y la formación de obstrucciones en los goteros. Para evitar este riesgo es requerido contar con análisis químico del agua de riego.

Aspiración Venturi

Para hacer posible la inyección del fertilizante cuando se usa el tanque de fertilización, es necesario proveer una dispositivo denominado aspiración Venturi, mediante el cual, , al reducir la presión en una sección de la tubería, lo que se logra cerrando parcialmente una llave de paso, entonces se produce un efecto de aspiración que es aprovechada para la inyección del fertilizante a partir de la tanque de fertilización mediante el efecto de succión. (Ver detalle en plano No. 607 y el esquema presentado anteriormente.

Válvulas de aire, de purga de aire o ventosas

Esta son válvulas con mecanismos internos que permiten el ingreso de aire a la red para evitar el colapso cuando estas deban ser vaciadas, del mismo modo estas sirven para extraer el aire de la red al momento de llenarlas con agua o por alguna razón exista burbujas de aire provenientes de la fuente de agua. Estas deben ser colocadas en los puntos altos de la red. Tal como se indica en el plano no. 607. En los sistemas por bombeo son requeridos hasta 2 válvulas de purga, para evitar el ingreso de partículas por succión de agua sucia cuando se apaga el sistema o se corta el suministro de energía, o por el cierre intempestivo de la válvula reductora de presión .

Manómetros

Son requeridos dos manómetros, colocados a la entrad y salida de aspiración Venturi, tal como se muestra en el plano No. 607.

Regulador de Presión:

Se colocan válvulas reguladoras de presión sobre la tubería de distribución, antes de arranque de las mangueras porta gotero con el propósito de regular la presión en las líneas porta gotero. Esto es muy importante, sobre todo en los sistemas que no utilizan goteros autocompesado: con esta válvula se controla la presión y por ende el caudal. Las válvulas reguladoras de presión pueden ser válvulas solenoide, taradas a una determinada presión.

Red Parcelaria

La red parcelaria propiamente dicha, está conformado por las tuberías de distribución de PVC o HDPE o PE de 2’ de diámetro y por las redes de tuberías flexibles, también denominada tubería porta-gotero o cinta de goteo, o porta emisor. Esta es el tubo o manguera, incluyendo manguera colapsible (cinta), con perforaciones u otro dispositivo hidráulico formado o integrado al tubo o manguera durante su fabricación, y que descarga agua en forma de gotas o en forma continua a las raíces, a un caudal que no exceda de 24 l/h por unidad de cinta, excepto durante su lavado.

Tabla 1. Tipos de sistemas de riego por goteo.

Tipo de sistema	Diámetro interno (cm) (*pulg.*)	Grosor de pared (mm) (*mil*)	Distancia entre emisores (cm) (*pulg.*)	Tasa de flujo de emisores (L/h) (*gal/h*)
Cinta de goteo	0.955–3.495 *0.375–1.375*	0.1–0.9 *4–35*	5–91 *2–36*	0.25–3.20 *0.07–0.84*
Tubería de goteo con emisores interlíneas	1.040–2.030 *0.410–0.800*	0.6–1.2 *23–47*	30–152 *12–60*	1.50–6.80 *0.40–1.80*
Mangueras duras con emisores a presión	0.32–3.8 *0.125–1.5**	0.7–3.2 *29–125*	diseño especial	1.90–15.15 *0.50–4.0**

*Para los sistemas de mangueras duras, están disponibles mangueras de mayor diámetro y emisores micro rociadores con mayor tasa de flujo.

Para una descripción más detallada de los componentes de la red de distribución parcelaria refiérase a norma NMX-E-225-2004 (1ra Revisión) Requisitos Mecánicos y Funcionales de Cintas de Goteo Para Su Instalación y Operación En Campo

Las uniones de la tubería flexible o porta gotero serán de goma o con accesorios de conexión especializados (fittings) con o sin abrazaderas.

En todo momento se deberán seguir las recomendaciones de instalación que especifican las diferentes marcas de tuberías.

Goteros:
Los goteros también denominado emisores, son los dispositivos que se encargan en aportar el agua de manera localizada en la zona radicular de cada planta.

En función de cómo manejan la presión del agua, los goteros pueden ser clasificado en: **auto compensados o auto regulados** (compensan la presión en cualquier punto del sistema de riego (dentro del rango recomendado de presiones de trabajo), esto quiere decir, que todos los goteros van a dar la misma cantidad de agua).
Y goteros o emisores **no autos compensados:** Estos goteros no compensan la presión en el sistema. Los goteros autocompesados son requeridos en terrenos de topografía ondulada o con pendiente en los cuales la elevación del terreno y por tanto la presión del agua no es uniforme; mientras que los goteros No auto compensados se pueden utilizar satisfactoriamente en terrenos llanos, donde existe poca variación de presión.

Estos dos tipos de goteros se pueden adquirir, bien integrados en la tubería (facilita los trabajos de recogida de la tubería) o bien exteriores. También se tienen los llamados goteros o emisores en línea: se instalan cortando la tubería e insertando el gotero. El resultado es similar al gotero integrado, pero en este caso se puede escoger la distancia entre los goteros.

Existen además goteros desmontables: permiten limpiarse manualmente en caso de de que estos se tapen. También los hay de caudal regulable: mediante un giro en una pieza del gotero se puede regular el caudal de salida de 0 a 40 litros por hora, o más.

La lista de cantidades indica el tipo de goteros exigido en este proyecto de riego presurizado (autocompesados).

TIPOS DE GOTEROS O EMISORES

	GOTEROS NO AUTOCOMPENSADO	GOTEROS AUTOCOMPENSADO
EXTERNO (PARA INSERTARSE EN LAS TUBERIAS)		
INTEGRADO (A LAS TUBERIAS)		
GOTEROS EN LINEA		

Automatización: La programación de la frecuencia semanal de riego viene dada en función de la evapotranspiración, el tipo de cultivo, régimen de lluvias y otros factores, por ello a los fines de facilitar la operaciones de regado sin la presencia humana, existen en el mercado programadores de riego que funcionan con pilas, sin embargo en este proyecto NO se ha considerado esta automatización. Para otras informaciones sobre los goteros, refiérase a la norma NMX-O-082-SCFI-2001 Goteros Para Sistemas De Riego – Especificaciones y Métodos de Prueba y otras normas aplicables.

20.6.1.Medición y Pago

Esta partida incluye la provisión y suministro de todos los materiales, herramientas, transporte, mano de obra e imprevistos para realizar la red de riego definidos en el Proyecto.
Las partidas constitutivas del sistema de riego se pagarán ya por sumas globales, ya por metro lineal en caso de tuberías, lo que incluyen todas las piezas y fitting, etec. y en general como sea indicado en la lista de cantidades del proyecto. La medición de todos estos ítems se efectuará de acuerdo a los requerimientos correspondientes del Proyecto y aprobados por la Supervisión.

20.6.2.OPERACIÓN

Se consideran un período de 60 días después de la entrega final, de monitoreo del correcto funcionamiento de los sistemas de riego, periodo en el cual el contratista instalador de este lo mantendrá en perfectas condiciones de uso.
El contratista deberá efectuar las reparaciones y reposiciones en forma oportuna y eficiente de todo elemento en mal estado o dañado, o filtraciones producto de la instalación del sistema de riego. Así mismo deberá monitorear el caudal, la presión del sistema, el correcto funcionamiento de válvulas u otros elementos constituyente del sistema de riego.
Algunas de las labores a desarrollar en este periodo son:

- Reposición y reparación del sistema de riego

El contratista deberá efectuar las reparaciones y reposiciones en forma oportuna y eficiente de todo elemento en mal estado o dañado, o filtraciones producto de la instalación del sistema de riego.
La reposición deberá realizarse cumpliendo con todos los parámetros de calidad y requerimientos establecidos en las especificaciones, y siguiendo las recomendaciones del instalación del fabricante de los elementos del sistema de riego.

- Control del sistema de riego

El contratista deberá controlar y monitorear el caudal, la presión del sistema, el correcto funcionamiento de válvulas u otros elementos constituyente del sistema de riego.
Este control deberá ser realizado en forma manual, periódica y sistemática para asegurar los parámetros de funcionamiento y especificaciones según las recomendaciones del fabricante.

A. Manual o instrucciones de operación del fabricante o proveedor de los equipos.

Previo a la recepción de los trabajos, el contratista deberá de entregar los manuales de mantenimiento del sistema suministrado, incluido sus recomendaciones s sobra la operación de sistema.

Operación asistida. Entrenamiento a operadores del sistema/usuarios.

Durante esta tapa de operación inicial del sistema, el Contratista deberá de dar asistencia y el adiestramiento de la operación del sistema a los usuarios u otro personal que designe EGEHID.

20.7. Requerimientos técnicos diseño riego parcelario por goteo.

Los aspectos requeridos de abordar en el diseño parcelario se agrupan en Diseño Agronómico y Diseño Hidráulico.

20.7.1.DISENO AGRONOMICO

El Diseño Agronómico comprende 2 etapas:

1ra) Cálculo de las necesidades: La determinación de los requerimientos de agua de los cultivos en riego por goteo se basará en la corrección de la estimación para riego convencional (ETc). Esta estimación viene dada por la ecuación:

$$ETc = Kc \ ETo$$

En donde: ETc = evapotranspiración con riego convencional,

Kc = coeficiente del cultivo,

ETo = evapotranspiración de referencia

La estimación de Kc deberá partir de una selección de los diferentes cultivos que se considere habrían de implementarse en el futuro proyecto de riego y en base a la cual se establecerán los patrones de cultivo en los diferentes subsectores de riego.

2da) Determinación de:

- dosis
- frecuencia y
- tiempo de riego

Determinación de:

- **NÚMERO DE EMISORES POR PLANTA**
- **CAUDAL DEL EMISOR**
- disposición de los emisores.

20.7.2.DISENO HIDRAULICO

En el diseño hidráulico deben efectuarse las siguientes Etapas:

-Tolerancia de caudales ~ Tolerancia de presiones: Especialmente cuando no se utilizan goteros auto-compensados.

-Diseño de laterales: Selección de las líneas laterales de riego con el espaciamiento, número, disposición y tipo de emisores de manera que, además de producir el humedecimiento contemplado, se pueda aplicar la lámina determinada en el tiempo de riego estimado, y suponiendo el conjunto solicitado por la presión de diseño. En los casos de laterales alimentados por un punto intermedio en en el caso de terreno plano el punto óptimo es el medio: se divide el caudal y la longitud en dos permitiendo el uso de tuberías laterales más finas. En el caso de terrenos con pendiente el punto óptimo estará más cerca del extremo más elevado.

-Diseño de terciarias: Las terciarias o líneas de abastecimiento-La hidráulica es similar a la de las líneas porta-goteros, es decir que existe derivación de agua a intervalos equidistantes.

Se diseñarán tuberías terciarias de un solo diámetro. En el caso de sectores grandes pueden diseñarse con varios diámetros. Las tuberías a utilizar son normalmente de PVC (enterradas) o de polietileno (más caras pero pueden estar expuestas al sol y son flexibles). En el cálculo de la terciaria se iguala la presión (P) inicial del lateral con la presión (P) media de la terciaria y a partir de esa presión se calcula P MAX Y P MIN de la terciaria, la diferencia de esos valores debe ser menor al tolerado para la terciaria.

Terciarias de PVC enterrados 0.30 m en zona sin transito y 0.60 m en zona con transito

Terciarias de polietileno expuestas

-Diseño de principales: la tubería principal es una tubería que conduce un caudal conocido y que debe llegar con determinada presión al sector de riego. Para determinar la presión con que debe existir entre la fuente de abastecimiento al punto de entrega del agua, se habrá que sumarle las pérdidas de carga localizadas (reguladores de presión, válvulas, filtros, equipo de ferti-riego, accesorios, etc.) Estos es válido para determinar la presión o TDH de las bombas en los casos de que el sistema se alimente por bombeo.

FIN DE LA SECCIÓN

SECCIÓN 21: TUBERÍA DE POLIETILENO (PE) PARA LA OBRA DE REGADÍO PARCELARIO.

21.1 OBJETO DEL ESPECIFICACIONES Y CUADRO DE UNIDADES

Esta especificación es de aplicación para el suministro e instalación de tubería PE100 para las obras de regadío parcelario del Proyecto. En la siguiente tabla se resumen las características principales de las tuberías a suministrar:

Longitud de los tubos /rollos (m)	**Tipo de polietileno**	**DN (mm)**	**Resistencia Mínima Requerida MRS (Mpa)**	**presión nominal PN (MPa) C=1,25**	**Tipo unión entre tubos**
12/50/100	PE 100	50/800	10	0,6/0,8/1,0	Soldadura térmica a tope

El presente especificaciones también aportará información sobre las inspecciones y ensayos a realizar para el control de los materiales.

21.2. NORMATIVA Y GENERALIDADES

Las tuberías de PE suministradas cumplirán lo especificado en la norma UNE-EN 12201 :2003, en cuanto a definiciones, características, material, dimensiones y tolerancias.

Las especificaciones técnicas de los sistemas de canalizaciones en PE se adecuarán a lo recogido en la Norma UNE-EN 13244-2. Las tuberías de P.E. estarán fabricadas a base de polímeros de etileno. Estos polímeros cumplirán con lo establecido en las normas UNE -EN ISO 1872-1 :2001 y UNE -EN ISO 1872-2:2007

NORMAS DE REFERENCIA

American Society for Testing and Materials.

- ASTM D 3350 Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials
- ASTM F 2176 Standard Specification for Mechanical Couplings Used on Polyethylene Conduit, Duct, and Innerduct
- ASTM D 2321 Underground Installation of Flexible Thermoplastic Sewer Pipe
- ASTM D 2122 Determining Dimensions of Thermoplastic Pipe and Fittings
- ASTM D 2657 Heat-Joining Polyolefin Pipe and Fittings

- ASTM D2683 Socket Type Polyethylene Fittings for Outside Diameter Controlled Polyethylene Pipe and Tubing
- ASTM F1290 Electrofusion Joining Polyolefin Pipe and Fittings
- ASTM F412 Terminology Relating to Plastic Piping Systems
- ASTM F 1962 Standard Guide for Use of Maxi-Horizontal Directional Drilling for Placement of Polyethylene Pipe or Conduit Under Obstacles, Including River Crossing

American Water Works Association

- AWWA C 906 Polyethylene (PE) Pressure Pipe and Fittings, 4 inch through 63 inch for Water Distribution

UNE (Una Norma Española) y (EN) European Standards of the European Committee for Standardization

ISO (International Organization for Standardization)

Normas UNE Y UNE-EN	**Normas EN 150**	**Designación**
UNE-EN 712		Sistemas de canalización en materiales termoplásticos. Uniones mecánicas con esfuerzo axial entre tubos a presión y sus accesorios. Método de ensayo de resistencia al desgarro bajo fuerza constante.
UNE-EN 713		Sistemas de canalización en materiales plásticos. Uniones mecánicas entre tubos a presión de poliolefinas y sus accesorios. Ensayo de estanquidad a presión interna de uniones sometidas a curvatura.
UNE-EN 715		Sistemas de canalización en materiales termoplásticos. Uniones mecánicas con esfuerzo axial entre tubos de diámetro pequeño a presión, y sus accesorios. Métodos de ensayo de la estanquidad a presión hidráulica interna con esfuerzo axial
UNE-EN 805		Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.
UNE-EN 911		Sistemas de canalización en materiales plásticos. Uniones con junta de estanquidad elastómera y uniones mecánicas para canalizaciones termoplásticas con presión. Ensayo de estanquidad a presión hidrostática exterior.
UNE-EN 1555		Sistemas de canalización en materiales plásticos para el suministro de combustibles gaseosos. Polietileno (PE)
UNE-EN-ISO 9080		Sistemas de canalización y conducción en materiales plásticos. Determinación de la resistencia hidrostática a largo plazo de materiales termoplásticos en forma de tuberías mediante extrapolación.
	ISO/TS 10839	Polyethylene pipes and fittings for the supply of gaseous fuels - Code of practice for design, handling and installation
	ISO 11413	Plastics pipes and fittings. Preparation of test piece assemblies between a polyethylene (PE) pipe and a electrofusion fittings

	ISO 11414	Plastics pipes and fittings - Preparation of polyethylene (PE) pipe/pipe or pipe/fitting test piece assemblies by butt fusion
Normas UNE Y UNE-EN	**Normas EN 0150**	**DESIGNACIÓN**
UNE-EN 12201		Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Polietileno (PE)
UNE-EN 13244		Sistemas de canalización en materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua en general y saneamiento a presión. Polietileno (PE)
UNE-EN-ISO 12162		Materiales termoplásticos para tubos y accesorios para aplicaciones a presión. Clasificación, coeficiente de diseño y designación
UNE-EN ISO 11295		Clasificación e información sobre el diseño de sistemas de canalización en materiales plásticos utilizados en la renovación.
	ISO 13953	Polyethylene (PE) pipes and fittings - Determination of the tensile strength and failure mode of test pieces from a butt-fused joint
UNE-EN ISO 11298		Sistemas de canalización en materiales plásticos para la renovación de redes enterradas de suministro de agua.
UNE-EN-ISO 15494		Sistemas de canalización en materiales plásticos para aplicaciones industriales. Polibutileno (PB), polietileno (PE) y polipropileno (PP). Especificaciones para componentes y el sistema. Series métricas
UNE 53331 Informe		Criterios para la comprobación de los tubos de PVC y PE a utilizar en conducciones con o sin presión sometidos a cargas externas. (Basada en la ATV 127)
UNE 53389 Informe	ISO/TR 10358	Tubos y accesorios de materiales plásticos. Tabla de clasificación de la resistencia química
UNE 53394 IN		Plásticos. Código de instalación y manejo de tubos de polietileno (PE) para conducción de agua a presión. Técnicas recomendadas
UNE 53959 IN	ISO/TR 10501	Plásticos. Tubos y accesorios de material termoplástico para el transporte de líquidos a presión: Cálculo de la pérdida de carga

21.3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

El polietileno (PE) es un polímero resultado de la polimerización del etileno. Comúnmente se distinguen dos tipos, el de baja densidad y el de alta densidad. Aunque también, más detalladamente, los Polietilenos se pueden clasificar en base a su densidad (de acuerdo al código ASTM) como:

- Polietileno de Baja Densidad (PEBD o LDPE)
- Polietileno Lineal de Baja Densidad (PELBD o LLDPE)
- Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE)
- Polietileno de Alta Densidad Alto Peso Molecular (HMW-HDPE)

- Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMWPE)

El polietileno de alta densidad (HDPE) se produce normalmente con un peso molecular que se encuentra en el rango entre 200.000 y 500.000, pero puede ser mayor.
En lo que respecta al presente Especificaciones de Prescripciones para las tuberías de PE, serán de aplicación las definiciones y símbolos incluidos en la norma UNE-EN 12201-1 :2003.

CLASIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE LOS TUBOS DE PE
La progresiva incorporación de nuevos tipos de PE desarrollados en los últimos años, y con unas propiedades mejoradas con respecto a los PE tradicionales, ha hecho que el Comité Europeo de Normalización (CEN) haya realizado una clasificación de los tubos de PE basada en la norma ISO/DIS 12162. De acuerdo con ella, existen una serie de conceptos que determinan la clasificación de los tubos:

Diámetro nominal (DN):
En los tubos de PE la designación genérica DN se refiere al diámetro exterior (OD) o ø exterior Para un mismo valor del DN los tubos admiten ser fabricados con distintos espesores, de manera que para una capacidad hidráulica determinada la resistencia mecánica del tubo sera variable. Dichas variaciones de espesor (para un valor fijo del DN) se obtienen modificando el diámetro interior (ID), manteniendo fijo el exterior (OD).

Presión nominal, PN:
Es un número que corresponde a la presión máxima de trabajo a 20ºC, expresada en MPa o bar, tomando como base el coeficiente de diseño mínimo (=1.25). . Para los sistemas de canalización en materiales plásticos se corresponde con la presión hidrostática admisible, en bar para el transporte de agua a 20ºC durante 50 años.

Espesor Nominal (e):
Designación numérica del espesor del tubo, aproximadamente igual a la dimensión fabricada en mm. Se obtiene por la fórmula siguiente:

$$e = \frac{PN \times DN}{2\sigma + PN}$$

Donde:
PN = Presión Nominal (Presión interior ejercida por el fluido)
DN = Diámetro Nominal
σ = Tensión Tangencial de Diseño

Otras clasificaciones son:
Relación de Dimensiones Estándar (SDR) es el cociente entre el ø exterior nominal DN y el espesor nominal e.

$$SDR = \frac{De}{e}$$

Serie (s) es un número para la designación de un tubo. De acuerdo con la ISO 4065 (s) es igual a;

$$s = \frac{\sigma}{PN}$$

La relación entre la serie y SDR es: SDR=2s+1 o

$$S = \frac{SDR-1}{2}$$

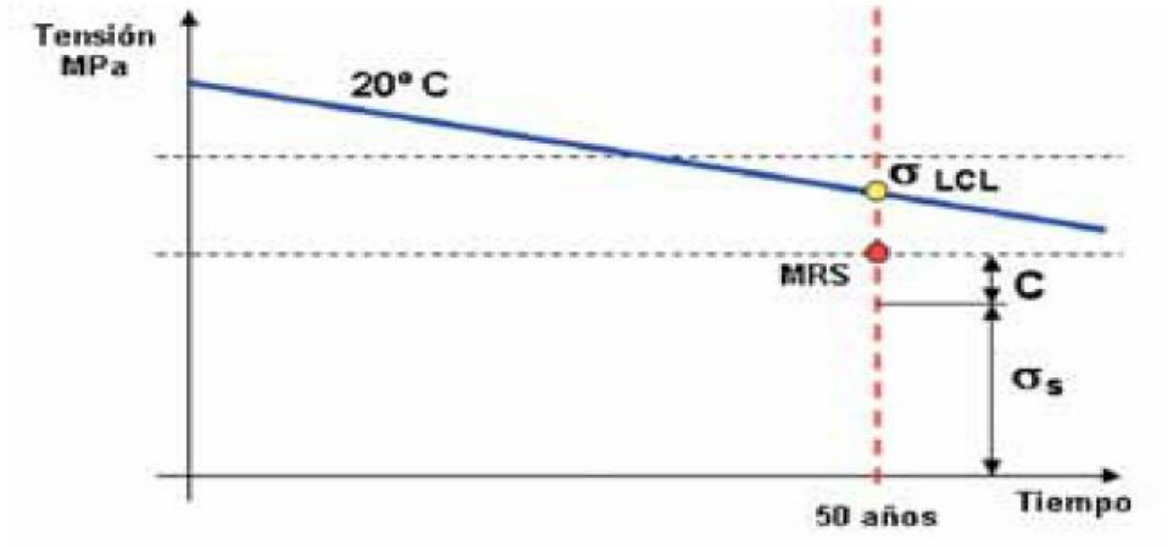
Límite inferior de Confianza (LCL):
Es el valor de la tensión tangencial, en megapascales, que puede ser considerado como una propiedad del material y que representa el 97,5% del límite inferior de confianza de la tensión hidrostática a largo plazo a 20º y para 50 años.

Tensión Mínima Requerida (MRS):
Es el valor del límite inferior de confianza (LCL) redondeado el valor inferior más próximo de:

- La serie de números de Renard R10 si el LCL es inferior a 10 MPa.
- La serie de números de Renard R20 si el LCL es superior a 10 MPa.

Coeficiente de Servicio C (Diseño):
Es un coeficiente con un valor superior a la unidad, tomando de la serie R20 y que considera las condiciones de servicio, así como las propiedades de los componentes de los sistemas de la tubería, que no se han tenido en cuenta en el cálculo del LCL. El valor mínimo considerado para el polietileno es 1,25.

$$C = \frac{MRS}{\sigma_s}$$



Tensión de Diseño σ :
Es la tensión admisible para una aplicación determinada, expresada en megapascales, y que se obtiene dividiendo el valor del MRS entre el coeficiente C, y redondeando al valor más próximo de la serie R20.
σ = MRS / C, expresado en MPa.

Rigidez nominal (SN): Característica mecánica del tubo que representa su rigidez a flexión transversal por unidad de longitud del mismo y que coincide aproximadamente con la rigidez circunferencial específica a corto plazo (So), expresada en kN/m2.

Diámetro exterior medio, dem• Cociente entre el valor de la medición de la circunferencia exterior del tubo o del extremo macho del accesorio, en cualquier punto de la sección transversal, y TI = 3,142, redondeando a la, 1 mm inmediatamente superior.

Diámetro exterior medio mínimo, dem mín.:.... Valor mínimo del diámetro exterior especificado para un diámetro nominal dado.

Diámetro exterior medio máximo, dem máx.:. Valor máximo del diámetro exterior especificado para un diámetro nominal dado.

Diámetro exterior en cualquier punto, dg,y.:.... Valor de la medición del diámetro en cualquier parte del tubo, redondeando ala, 1 mm inmediatamente superior.

Ovalación. Diferencia entre el diámetro exterior máximo y el diámetro exterior mínimo medidos en la misma sección transversal del tubo o del extremo macho del accesorio.

Espesor de pared en cualquier punto**,** e_y**:** Valor de la medición del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente.

Espesor de pared mínimo en cualquier punto, $e_{y,mín.}$:Valor mínimo del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente.

Espesor de pared máximo en cualquier punto, $e_{y,\,máx.}$**:** Valor máximo del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente.

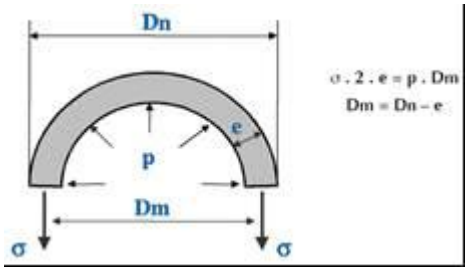
Espesor de pared medio, e_m**:** Media aritmética de un número de medidas regularmente distribuidas alrededor de la circunferencia del componente y la misma sección transversal de éste, incluyendo los valores de espesor mínimo y máximo medidos.

Tolerancia. Variación permitida del valor especificado para una cantidad, expresada como la diferencia entre los valores máximo y mínimo permitidos.

Presión de trabajo, Pt. Presión interna máxima para la que se ha diseñado el tubo con un determinado coeficiente de seguridad.

Espesor nominal (e).

$$e = \frac{Pn \times Dn}{2\sigma + Pn}$$



Donde: Pn = presión nominal en MPa
Dn = diámetro nominal en mm.
σ = esfuerzo tangencial de trabajo a 20 ºC en MPa.

Relación de tubos de PE para conducción de agua potable a presión

En la siguiente tabla se presentan la Relación entre tubos de PE según UNE-EN 12201 (normas europeas)

Material	MRS (MPa)	Denominación tubos según CEN	Tensión de diseño σ_s (MPa)	Coeficiente seguridad C	Color
PE 40	4	PE 40	3.2	1.25	Negro con bandas azules (NBA)
PE 63	6.3	PE 63	5	1.25	
PE 80	8	PE 80	6.3	1.25	
PE 100	10	PE 100	8	1.25	

Relación entre PN, MRS, S y SDR a 20 °C

SDR	S	Presión nominal, en bar, para la clase de material					
		PE 40		PE 80		PE 100	
		C=1,25	C=1,6	C=1,25	C=1,6	C=1,25	C=1,6
41	20	-	-	3,2	2,5	4	3,2
33	16	-	-	4	3,2	5	4
26	12,5	2,5	2,0	5	4	6	5
21	10	3,2	2,5	6	5	8	6
17,6	8,3	-	-	-		-	
17	8	4	3,2	8	6	10	8
13,6	6,3	5	4	10	8	12,5	10
11	5	6	5	12,5	10	16	12,5
9	4	8	6	16	12,5	20	16
7,4	3,2	10	8	20	16	25	20
6	2,5	-	10	25	20	-	25

21.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS TUBOS DE PE

21.4 MATERIALES

Los materiales básicos que constituirán los tubos y las piezas de PE son los siguientes:

- Resina de Polietileno, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN ISO 1872:2001, UNE -EN 13244 Y UNE-EN 12201.

- Negro de carbono o pigmentos. El negro de carbono utilizado en la producción del compuesto negro debe tener tamaño de partícula promedio (primario) de 10 a 25 nm.

- Aditivos, tales como lubrificantes, estabilizadores o colorantes, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 12201.

Los materiales que constituyan el tubo o la tubería, una vez transformados, no deben ser solubles en el agua ni darle sabor u olor o modificar sus características.

A. ASPECTO, COLOR Y TERMINACIÓN

Los tubos y accesorios deberán presentar su superficie lisa y una distribución uniforme de color. Los extremos estarán cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal. Se examinarán visualmente sin aumentos las superficies interna y externa de los tubos, presentando un aspecto liso, limpio, libre de grietas, cavidades u otros defectos superficiales. Los extremos de los tubos estarán cortados limpia y perpendicularmente al eje del tubo.

Respecto a los colores de los tubos, son varias las posibilidades según la normativa. Como norma general, los tubos de color azul no deben quedar expuestos a la luz solar. Análogamente, el material empleado en su fabricación puede ser negro o azul, sustituyéndose, en este último caso, el negro de carbono por un pigmento azul.

B. SISTEMAS DE UNIÓN

La unión puede realizarse por soldadura o mediante accesorios de plástico o metálicos. Los accesorios para unión deben tener una resistencia acorde con la presión de trabajo de la instalación

Las tuberías de polietileno no admiten unión por adhesivo.

UNIONES POR SOLDADURA

Unión por soldadura a tope:
Se efectúa por calentamiento de los extremos de los tubos mediante una placa previamente

calentada. Posteriormente se mantienen juntos los extremos bajo presión controlada.
El método sirve para todos los diámetros, aunque es necesario un equipo adecuado para alineamiento de tubos y aplicación de presión controlada si el diámetro es mayor de 50 mm.
La unión se hará en 3 fases:
1 ª) Preparación de superficie. Superficies de acoplamiento alineadas y libres de imperfecciones.
2ª) Calentamiento de superficies. La placa estará a 210 ºC ± 10 ºC. Se presionarán las superficies de acoplamiento sobre la placa hasta que se forme una rebaba de material fundido.
3ª) Soldadura. Se unen las caras calentadas bajo presión de 1,5 a 2 kg/cm2, manteniéndola hasta que se enfríe el área de unión. Quedará una rebaba en el interior y exterior de la tubería, cuya altura no debe exceder 1/3 del espesor de pared.

C. CONTROL DE CALIDAD. PRUEBAS Y ENSAYOS

El Contratista deberá presentar a la EGEHID para su revisión, certificados de las pruebas hechas por el fabricante de la tubería y sus componentes. Estos certificados deberán presentarse antes de transportar e incorporar el material en la obra.

Alternativamente El contratista podrá obtener de su proveedor evidencias de que el fabricante de los tubos posea Certificado de Calidad de Producto emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme a la Norma UNE-EN 12201, u normas equivalentes.

En general los certificados requerido de presentar para cada lote de fábrica del pedido suministrado son los siguientes (conforme a los requisitos especificados en la UNE-EN 12201):

- Control de diámetros y longitudes, según datos declarados por el fabricante en la memoria técnica
- Densidad del compuesto, según ISO 1183:1987
- Contenido en negro de carbono, según ISO 6969:1986
- Dispersión del negro de Carbono, según ISO 18553:2002
- Alargamiento en rotura, según EN ISO 6259-1 :2001 e ISO 6259-3:1997

El marcado de los tubos será según marca el punto 11 de la UNE-EN 12201-2:2003 para tubería a presión y lo especificado en el punto 11 de la UNE-EN 13244-2 para tubería de saneamiento a presión. Los tubos irán marcados de forma indeleble, como mínimo cada metro de longitud, con los datos que se especifican en el presente especificaciones. El marcado no producirá puntos de iniciación de fisuras ni otro tipo de fallos.

Los tubos indicarán como mínimo lo siguiente:

- Nombre del suministrador, fabricante o nombre comercial

- Fecha de fabricación (mes y año)
- Tipo de material
- Diámetro nominal, DN
- Presión nominal, PN
- Espesor nominal, e (no necesariamente en las piezas especiales)
- Referencia a la norma UNE correspondiente en cada aplicación
- Marca de calidad en su caso

Estas indicaciones deben realizarse en intervalos no mayores de 1 metro. El marcado podrá realizarse bien por impresión, proyección o conformado directamente en el tubo de forma que no pueda ser origen de grietas u otros fallos.

Sólo se utilizarán tuberías clasificadas y marcadas de acuerdo a lo especificado en las normas correspondientes, legalmente vigentes. Toda la documentación originada en la fabricación, durante la realización del control de calidad de la tubería se clasificará y ordenará, comunicándose a LA SUPERVISION las incidencias significativas que se pudieran presentar.

Características técnicas tubos PE

Propiedad	Unidad	PE 40	PE 80	PE 100
Mínima tensión requerida, MRS	MPa	4	8	10
Tensión de diseño, σ	MPa	3.2	6.3	8
Coeficiente de seguridad, C	–	1.25	1.25	1.25
Densidad aprox.	g/cm³	0.933	0.94 - 0.95	0.955
Resistencia a la tracción, min.	MPa	10	19	19
Alargamiento a la rotura, min.	%	350	350	350
Módulo de elasticidad	MPa	220	900	1100
Coeficiente de dilatación lineal	mm/m. °C	0.17	0.22	0.22
Contenido en negro de carbono	%	2 - 2.5	2 - 2.5	2 - 2.5
Conductividad térmica	Kcal/m. °C	0.35	0.37	0.37
T.I.O. a 210 °C, min.	minutos	10	10	10
Constante dieléctrica	–	2.3	2.4	2.5

21.5. DOCUMENTACIÓN

LA SUPERVISION podrá exigir a la empresa suministradora cuantos partes y documentos de control de fabricación estime oportunos (estadillos de control dimensional, actas de pruebas realizadas, certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo, etc.), que se hayan producido a lo largo del proceso de realización de los tubos.

D. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

Suministro
Los tubos de pequeño diámetro suministrados en rollos, se extenderán tangencialmente y los de mayor diámetro se extenderán, en posición horizontal, atando a un punto fijo el extremo del tubo exterior del rollo y estirando con precaución del extremo del tubo interior del rollo, al cual se le habrá atado una cuerda de 5 m. Los tubos no deben doblarse en ningún caso. Además es muy importante tanto el desenrollado como el tendido, evitando que se deterioren lo tubos con cortes producidos por piedras puntiagudas o elementos de filo cortante.

Manejo
Se evitará arrastrar los tubos y rollos de tubería sobre el suelo áspero o el contacto con objetos de filo cortante.
Si una tubería resultara dañada o con dobleces, la porción afectada se suprimirá completamente.

Transporte
Los vehículos utilizados estarán provistos de un plano horizontal llano, libre de clavos o elementos que puedan dañar los tubos. La carga se acondicionará sin poner en contacto cables metálicos o cadenas con el material. No se colocarán rollos en posición vertical unos sobre otros. Durante el transporte no deben situarse otras cargas encima de los tubos.

Almacenamiento
El almacenamiento puede hacerse bajo techo o al descubierto. Los rollos pueden almacenarse en posición horizontal unos sobre otros, pero no en posición vertical.
Las barras pueden almacenarse en estantes horizontales, con el apoyo necesario para evitar su deformación. La altura máxima apilada de tubos no debe exceder de 1,5 m tanto en rollos como en barras.
No deben ponerse en contacto las tuberías con combustibles, disolventes o pinturas agresivas. Asimismo tampoco tendrán contacto con tuberías de vapor o agua caliente y se mantendrán separadas de superficies con temperatura superior a 50 ºC.

PREVIO A LA ENTREGA DE LOS MATERIALES EN OBRA

Se hará entrega de las certificaciones de ejecución en fábrica de las pruebas, o los resultados de las pruebas de fábrica de las tuberías a suministrar, de acuerdo con el punto del presente especificaciones de "CONTROL DE CALIDAD. PRUEBAS Y ENSAYOS", a excepción del control dimensional. Junto con las evidencias documentales indicadas, se presentará un Dossier final de Fabricación.

A LA LLEGADA A OBRA,
Se hará entrega de los resultados del control dimensional, adjuntándose un Dossier Final de fabricación.

1. Todos los documentos que atestigüen resultados sobre las pruebas requeridas, deberán estar referenciados a los lotes suministrados según la correspondiente nota de entrega/recepción de las tuberías y marcados, indicando en todos ellos la denominación de la obra, lugar de entrega y fecha.

E. MEMORIA TÉCNICA

Documentación acreditativa del cumplimiento de las especificaciones indicadas en el apartado "CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS" del punto 4. Del presente especificaciones.

En su caso, declaración suscrita por el representante legal de la empresa acreditando las equivalencias de las normas internacionales que disponga el fabricante respecto a la norma UNE - EN 12201:20 12 o las correspondiente equivalencia en normas ASTM o ISO.

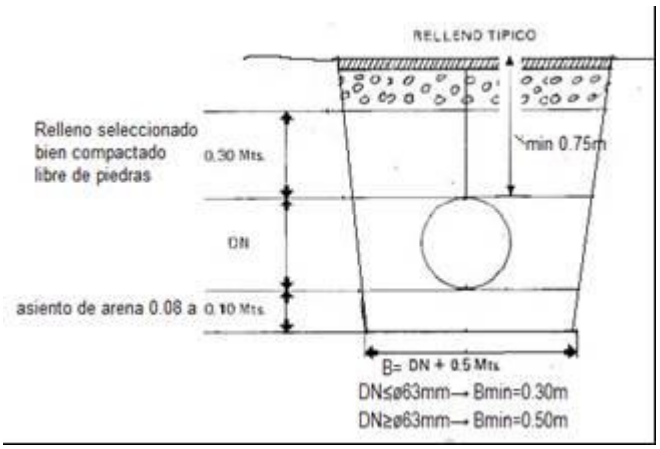
Toda la documentación técnica (o las partes esenciales de la misma) se entregará traducida al castellano

21.6. PROCEDIMIENTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN DE LAS TUBERIAS y PRUEBAS

Profundidad y ancho de las zanjas

La profundidad de la zanja con la finalidad de dar la suficiente protección a la tubería para evitar su deformación u ovalado producido por las cargas verticales impuesta a las tuberías, sean estas peso del relleno y sobrecargas sobre el terreno. Los fabricantes además establecen la profundidad de la zanja en función de la longitud de tubo a colocar.

El ancho de la zanja, es determinado por el diámetro de la tubería y por el espacio requerido para las labores de colocación del tubo y de compactación del relleno, es requerido.



En la gráfica anterior se muestra las recomendaciones extraídas de un manual de instalación de un fabricante de tuberías de polietileno, las cuales son aplicables para conducciones en general, sin embargo para la redes de distribución primarias, secundarias y terciarias, dentro de las parcelas, los criterios de profundidad variaran en función de la conveniencia para el acople de las cintas o mangueros porta-gotero, válvulas o llaves de paso y en general por las condiciones impuesta por la topografía de los predios y del tipo de cultivo. La profundidad y ancho de zanja para las redes parcelarias serán establecidos en base a lo expuesto, por la Supervisión, en la fase de diseño detallado.

Instalación de accesorios y válvulas.

Cuando e la instalación de tuberías se conecten accesorios y/o estructuras rígidas, el movimiento o doblado de la tubería debe de prevenirse. . El relleno de la zanja en estos lugares debe compactarse como mínimo, hasta una densidad Proctor de 90% de la densidad máxima, para proporcional un apoyo total al conjunto accesorio-tubería. Alternativamente un apoyo de concreto pude construirse bajo el accesorio y la tubería

Para otros aspectos del procedimiento ejecutivo de instalación de las tuberías y pruebas referirse a lo especificado en la SECCIÓN 13: TUBERÍAS A PRESIÓN EN HDPE y SECCIÓN 15 tuberías de PVC o al manual del fabricante de las tuberías.

FIN DE LA SECCIÓN

SECCIÓN 22. DE GERMINADORES PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS.

22.1. ALCANCE

Instalaciones: Todas las obras, así como el suministro de equipos y materiales serán cargo del contratista con excepción de aquellos que expresamente se señalen en estas especificaciones o demás documentos de contrato.

El contratista debe incluir todos los factores de costos, suministro de materias y equipos de trabajos y transporte, mano de obra, impuestos, derechos municipales, etc. para efectuar la construcción, instalación, montaje, pruebas y puesta en marcha de las obras.

Diseño detallado o definitivo: El contratista deberá de presentar a la supervisión el diseño final o detallado de la estructura y la disposición interna de los invernaderos que se utilizaran como casad de germinación. El contratista deberá presentar a la Supervisión para fines de aprobación, el plano de ubicación los germinadores.

22.2 GENERAL

Las especificaciones técnicas rigen para todas las partidas del proyecto de germinadores, salvo prescripciones de especificaciones técnicas de los fabricantes de los elementos constituyentes de las estructuras, previa aprobación por parte de la Supervisión.

Todos los elementos que suministra el contratista serán nuevos, de primer uso y calidad aceptada por la inspección técnica de la obra.

A. Aprobación de materiales a suministrar.

Antes del inicio de los trabajos, el Contratista deberá presentar al Ingeniero una relación detallada donde indique las características técnicas de los materiales que va a emplear y las modalidades ejecutivas de los mismos. Además, someterá al Ingeniero para su aprobación las muestras de los principales materiales a emplearse junto a los certificados correspondientes de las pruebas de laboratorio efectuadas por el fabricante.

B. CÓDIGOS

Las normas de las instituciones listadas a continuación son referencia y complemento de a estas especificaciones en los aspectos correspondientes que sean aplicables a las obras de este capítulo.

Comité Francés de Plásticos en Agricultura, que controla desde hace años su certificado oficial PF para los filmes de usos agrícolas.

Instituto Italiano de Plásticos a través del AMPA -Asociación Italiana para la Aplicación de Plásticos en la Agricultura - hace cumplir las normas UNI 7.7.4.2 y 7.7.4.3. y ha creado una marca de identificación IIP.

Asimismo, en España AENOR, Asociación Española de Normalización, publica las normas UNE 53324.1979EX y UNE 76.208.92.1992 que norman en cuanto a la calidad de los materiales de invernadero.

C. Otras Normas

En general son además aplicables las normas relativas a las tuberías de acero, hormigones, etc., las cuales están contenidas en las correspondientes secciones y capítulos de estas mismas especificaciones que tratan sobre dichos trabajos.

22.3. Emplazamiento de los germinadores.

Antes de comenzar la construcción de un invernadero se debe elegir cuidadosamente su emplazamiento. El contratista deberá de coordinar con la Supervisión y someter a la aprobación de esta, la ubicación de los germinadores. También deberá de coordinar y gestionar los permisos de parte de los propietarios de los terrenos en los cuales se construirán los mismos, respetando en lo posible las pautas que se indican en estas especificaciones.

En general la ubicación más favorable está relacionada con un tipo de suelo que permita una buena construcción, pero también un lugar con las condiciones ambientales, especialmente iluminación, favorables para el crecimiento de las plantas. La elección del emplazamiento para el invernadero está vinculada a los puntos que se indican a continuación.

Topografía.

Se debe seleccionar un terreno bien nivelado o con poca pendiente debido a que los terrenos situados en pendientes empinadas, con perímetro irregular, aumentan la dificultad y el costo de la edificación. Las especies cultivadas en estos ambientes requieren una alta eficiencia de distribución de temperatura, iluminación y ventilación.

Cuando se elige el lugar para construir un invernadero es importante tener en cuenta que éste debe tener acceso a un camino que permita el ingreso de vehículos para facilitar el transporte de los materiales de construcción y para la operación futura del germinador.

El área de ubicación de los germinadores debe estar libre de inundaciones estacionales.

Iluminación natural.

Es uno de los factores más importantes en el crecimiento de las plantas. El invernadero puede ser iluminado con luz solar directa o con luz artificial. La cantidad de luz disponible en los invernaderos puede constituir un factor limitante para el crecimiento de las plantas, especialmente durante el invierno. En a regiones es necesario a veces complementar la iluminación natural con luz artificial.

La ventilación.

La ventilación es un aspecto básico a tener en cuenta para el manejo de ambientes controlados. Esto se debe a que no sólo es el método más económico de refrigerar un invernadero sino que regula también la humedad del aire y favorece la renovación de dióxido de carbono.

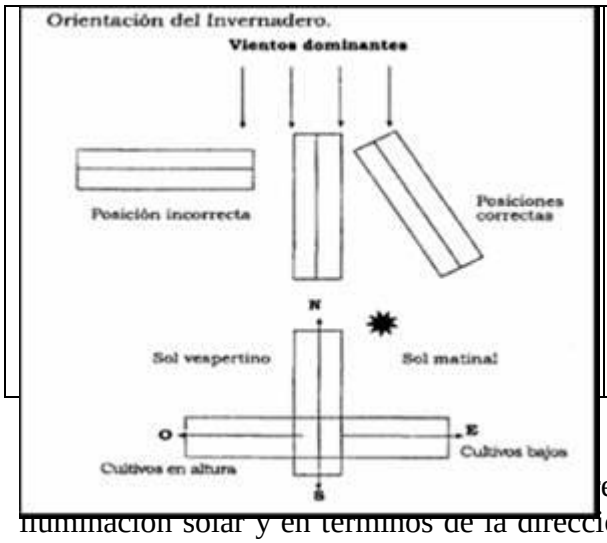
El área total de ventilación, incluyendo puertas y ventanas debe ser como mínimo equivalente al 20 % de la superficie cubierta del invernadero; otros autores proponen una relación del 25%, especialmente cuando se usan mallas laterales para la exclusión de insectos,

Orientación

La cantidad de energía solar recibida por una superficie depende de la estación y de las condiciones ambientales predominantes en el área y en el momento (humedad, nubosidad, etc.).

Las estaciones son consecuencia del movimiento de traslación de la tierra alrededor del sol y de la inclinación del eje terrestre sobre el plano de la eclíptica. Aunque la excentricidad de la eclíptica es pequeña, la intensidad de la radiación varía inversamente al cuadrado de la distancia. La orientación de los invernaderos, por lo tanto, es materia de controversia principalmente por la necesidad de conseguir un equilibrio óptimo. En los invernaderos con orientación este-oeste se transmite mejor la iluminación invernal que en la orientación norte-sur. Los invernaderos construidos en las regiones del sur con una orientación este-oeste dan muy buenos resultados para la germinación y crecimiento de las plantas; lo contrario ocurre con la orientación norte-sur que es propicia para las regiones del norte.

Conviene orientar el invernadero en dirección Este-Oeste para que las plantas reciban la máxima iluminación solar, y no sean afectadas por los cambios bruscos de temperatura que se producen entre el día y la noche. Sin embargo, esta orientación no es la más adecuada en regiones con viento Norte durante los meses de invierno. Debe considerarse, además, el tipo de techo para dar más luz al interior. Nunca debe orientarse un invernadero en dirección perpendicular a los vientos. Debe tratarse que el invernadero frene lo menos posible al viento, esto se consigue colocando las fachadas más estrechas frente a la dirección de los vientos.



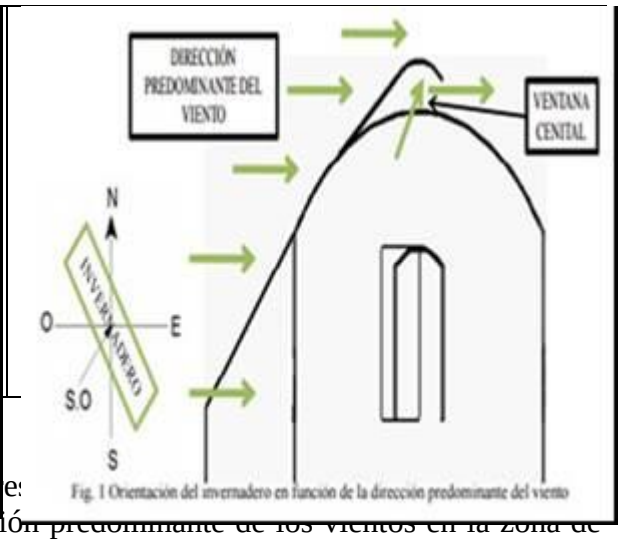


Fig. 1 Orientación del invernadero en función de la dirección predominante del viento

es
iluminación solar y en términos de la dirección predominante de los vientos en la zona de erección de las estructuras., para lo cual el contratista deberá de hacer las observaciones e investigaciones que sean requeridas para la correcta dirección de los invernaderos.

22.3.1. Disposición final de Germinadores.

Los germinadores serán colocados en el ámbito de las parcelas, preferentemente en los

linderos de las propiedades.

El instalador de los germinadores deberá de ponerse de acuerdo con los propietarios y con la supervisión para la ubicación final de los mismos, procurando en la medida de lo posible cumplir con los criterios de orientación arriba indicados. El contratista debe obtener la aprobación de la Supervisión antes del inicio de los trabajos de instalación de los germinadores.

22.3.2. Disposición interna de Germinadores.

Los germinadores deben de contar con pasillos internos entre las camas o bases colocación de las bandejas, que permitan a los operarios efectuar las labores agrícolas dentro de los germinadores. También deben de existir pasillos internamente, alrededor de los setos o cerramiento perimetral el ancho mínimo para un pasillo será de 60 cms.

22.4. -Componentes de los invernaderos y de los germinadores para la producción de plántulas.

22.4.1. Estructura para invernaderos

Las estructuras para los germinadores o invernaderos se construyen de un variado tipo de materiales, combinaciones de materiales, tamaños y tecnología. Las más usuales son las estructuras metálicas, sea de hierro galvanizado, aluminio, etc., las construidas en madera y las de tubos de PVC o por la combinación de estos materiales.

Madera.

En la construcción de invernaderos se usan generalmente madera de pino, tales como la variedad de pino rojo (Pinus sylvestris) y el pino de la Columbia Británica (Pseudotsuga taxifolia).

La madera, como cualquier otro material, tiene sus limitaciones y la más importante es la posibilidad de ser atacada por insectos y hongos, o de ser afectada por el fuego, desgaste

mecánico y otros factores, por lo que es necesario preservarla. Toda la madera que se usa en la construcción de invernaderos debe estar bien seca y libre de alburas, de grietas y de nudos grandes o sueltos. Con excepción de las variedades de madera de gran duración, es conveniente tratar la madera con productos conservadores.

La durabilidad de la madera depende de su resistencia natural y de su resistencia a la pudrición por hongos o al ataque de insectos u otros agentes destructores. La durabilidad natural se puede aumentar mediante procedimientos artificiales, ya sea por un simple secado o por tratamientos preservadores especiales.

La densidad de la madera es un índice de durabilidad. Las maderas más pesadas son en general las más durables; hay excepciones, por lo que es necesario determinar o conocer previamente la durabilidad real de la especie en uso.

Los productos conservadores son de tres tipos: aceites, productos solubles en agua y disolventes.

Los aceites:

Son principalmente productos a base de alquitrán de hulla y creosota de alquitrán; estos no se recomiendan en los invernaderos porque desprenden vapores tóxicos para las plantas; además es difícil pintar sobre ellos.

Los productos solubles en agua

Son mezclas salinas a base de combinaciones diversas de dinitrofenol, sulfato de cobre, dicromato sólido, arseniato sólido y fluoruro sólido.

Los productos disolventes

Son sustancias orgánicas, por lo general a base de naftenato de cobre o un preparado de pentaclorofenol, disueltos en un solvente alcohólico, que se evaporan después de su aplicación; los productos activos quedan en la madera. Se aplican con brocha,

pulverizadores o por inmersión porque resulta muy caro realizar un tratamiento mediante presión. Las pinturas conservan los invernaderos de madera, siempre que la pintura sea de buena calidad y se haga una correcta aplicación.

Acero.

Para la construcción de invernaderos se usan tubos y secciones de acero, los que junto con la madera, se emplean para las siguientes estructuras principales:

- Canalones: láminas precisadas o perfiladas.
- Soportes para canalones: tubos, secciones rectangulares, viguetas perfiladas.
- Postes de sustentación: tubos.
- Vigas de sustentación: secciones cuadradas.
- Soportes laterales en forma de R, S, J, T y ángulo.

El acero posee una gran resistencia que permite un grosor más reducido o menor cantidad para conseguir una resistencia dada. Cuando sustituye a la madera o al aluminio, el acero facilita la transmisión de la luz y reduce los costos.

La corrosión es el problema principal del acero, por lo que hay que prevenirlo. Las estructuras de acero que forman parte del invernadero deben fabricarse totalmente antes de construirlo; también se pueden galvanizar por inmersión en calor, aunque esto supone un aumento considerable en los costos.

Cuando se emplea el acero en combinación con el aluminio es esencial reducir al mínimo la posibilidad de la corrosión electrolítica. Todas las superficies en las que haya contacto de ambos materiales se deben cubrir con pintura bituminosa.

Aluminio.

El aluminio se encuentra ampliamente difundido en la construcción de invernaderos; se usa en la mayoría de las edificaciones nuevas. La totalidad de la estructura de los invernaderos puede construirse de aluminio; en algunas piezas sin embargo se suele usar acero para reducir la cantidad de metal y conseguir mayor resistencia de la estructura. Las aleaciones de aluminio poseen diversas ventajas sobre la madera y el acero. También son resistentes a la corrosión.

Madera aserrada y alambre el techo

Estructura metálica (tunel)

Estructura metálica

22.4.2. Materiales de cubierta

Para la cubierta existen diversos materiales que deben de proporcionar la máxima transparencia y hermeticidad. Los materiales para la cubierta de los germinadores o invernaderos se agrupan en dos grandes grupos:

1.- **Plásticos Flexibles**.

Pueden ser:

- A.) Películas de Polietileno de baja densidad y grosores entre 0.15mm y 0.20 mm (600 galgas y 800 galgas.

- A.2) de Etileno Vinilo Acetato (EVA/ 0.20 mm)

- A.3 Polietileno infrarrojo (IRPE o PE modificado)

- A.4 Polietilenos térmicos (EVA con aditivos)

- B. Películas que no son de polietileno:

Como:

-Cloruro de Polivinilo (PVC, 0.20 mm).

- Fluoruro de polivinilo o PVF o PF

- Poliésteres

-Otros como los textiles

2.-**Materiales rígidos**:

Las cubiertas de materiales rígidos como el vidrio o los plásticos en doble pared o en plancha celular, que están formadas por dos láminas paralelas, unidas a intervalos regulares por otras pequeñas láminas perpendiculares a las mismas, son demasiado caros puesto que su vida no excede los 7 o 10 años y

- El vidrio: de 3.6-4 mm de espesor. Es pesado y duro, aunque es frágil y hay que tener cuidado en su colocación, además, necesitan estructuras muy fuertes y sistemas de sujeción muy sofisticados, estos tienen interés para la horticultura en clima fríos, debido a sus mejores aptitudes para el control climático.

- Placas o plancha de:

- de poliéster reforzado con fibra de vidrio y con 0,7 mm de espesor.

- de policarbonato alveolar (6, 8, 10 mm de espesor).

- de PVC, cloruro de polivinilo.

A. Películas de polietileno (PE)

En la actualidad la gran mayoría de los invernaderos, tienen cubierta de película de polietileno. Las películas hechas a partir de otras resinas como el cloruro de polivinilo (PVC), el poliéster, etc., son raras excepciones. Mediante el uso de aditivos añadidos a la resina básica de polietileno, se puede aumentar la duración del filme, modificar su transparencia a la radiación visible a la infrarroja corta, a la radiación solar y cambiar sus calidades de absorción y reflexión del infrarrojo largo.

Es el material más barato, pero a su vez es débil y de menor duración; se tiene que reemplazar cada año. Se recomienda el polietileno resistente a los rayos ultravioleta, dura más pero es más costoso; de preferencia usar el de 0.1 mm de grosor.

Dependiendo del tipo de resina se tienen los subtipos de polietilenos que se indican a continuación:

A.1 Polietileno de baja densidad (LDPE)

Existen dos calidades diferentes de polietileno de baja densidad, el radicular y el lineal. El polietileno radicular se obtiene por polimerización a alta presión y a alta temperatura, mientras que en el polietileno lineal la presión y la temperatura son muy inferiores. Las películas de polietileno lineal tienen mejor resistencia mecánica pero son más elásticas (elongación reversible) y por consiguiente la producción de películas de gran anchura es difícil. De aquí la dificultad de utilizar tal película como cubierta de polietileno en su estado puro. Sin embargo, se puede usar una mezcla que contenga del 20 al 30 % de polietileno lineal. Para el caso de túneles pequeños el polietileno lineal de 80 a 120 micras produce mejor resultado debido a su resistencia mecánica muy superior a la del polietileno radicular de 120 a 150 micras de espesor.

La vida útil de la lámina, no sólo depende de las substancias estabilizadoras (absolvedor del ultravioleta) sino también de la calidad de la resina, caracterizada por el índice de fluidez o índice de fusión (N.I.). El bajo índice de fluidez entre 0,3 y 0,7, que es el resultado de la polimerización de alto grado obtenida a alta temperatura y alta presión, permite la extrusión de la película llamada dos estrellas, con buenas propiedades mecánicas.

Si se añaden estabilizadores de buena calidad especialmente absorbentes del ultravioleta, la duración de tales películas puede ser muy larga. En las condiciones del Mediterráneo Norte cabe esperar que la duración sea de 4 años, mientras que más al Sur no exceden de 3 años. En la mayoría de los casos, la duración es más corta debido a que el índice de fluidez de la resina y/o la cantidad del estabilizador o la calidad del mismo, presenta algunas deficiencias. El uso de distintos estabilizadores en el polietileno para obtener películas de larga duración, reduce la transparencia a la radiación solar, pero aumenta la absorción del infrarrojo largo y por tanto estas películas logran que las temperaturas nocturnas sean más altas y mejoran los resultados agronómicos. Con el objetivo de obtener películas de alta transparencia y larga duración, se ha experimentado una nueva generación de estabilizadores (HALS) pero desgraciadamente reaccionan con algunos fungicidas que contengan sulfuros.

A.2 Polietilenos con acetato de vinilo (E.V.A.)

La resina básica de polietileno es enriquecida con acetato de vinilo, (AV) cuya propiedad es aumentar la absorción del infrarrojo largo sin reducir su transparencia al ultravioleta, a la radiación

visible y al infrarrojo corto solar. Como contrapartida esta transparencia inicial superior a la radiación solar que tiene el E.V.A., va desapareciendo poco a poco debido a que retiene el polvo con mayor facilidad que las otras películas de polietileno, especialmente en climas con baja pluviometría.

Conforme aumenta el contenido de acetato de vinilo en la película, aumenta la cantidad de infrarrojo largo absorbido (efecto invernadero generado por la película), la absorción total del infrarrojo largo no puede lograrse ya que existe un límite superior en el contenido del acetato de vinilo, que si se excede produciría la degradación de las propiedades mecánicas de la película debido al progresivo descenso del punto de reblandecimiento, (tracciones cuando la película se extiende sobre el invernadero) y cuando se produce el sobrecalentamiento en el contacto del plástico y la estructura. Hoy día el contenido en AV rara vez excede el 14 %. El índice superior de contenido en AV es hoy día el 18 % para evitar problemas de deslizamiento, concentración a la que no se logra la absorción total del infrarrojo largo.

A.3 Polietileno infrarrojo (IRPE o PE modificado)

En este caso la resina básica PE es enriquecida con silicato de aluminio o de magnesio. El efecto térmico de la película es obvio pero el uso extensivo de tales cargas térmicas tiene sus inconvenientes. Por ejemplo, las impurezas del silicato de aluminio aceleran el acortamiento de la vida de la lámina.

Con la excepción de añadir AV, no puede obtenerse ningún material que combine alta opacidad al infrarrojo largo, excelente trasmisión de la radiación solar y buenas propiedades mecánicas. Los productores de plásticos, tienen que limitar los niveles de concentración de la carga IR, para no reducir la duración y la transparencia de la lámina. Generalmente el contenido no debe superar el 5% (máximo el 8). Si se comparan las figuras 37 y 38, se puede comprobar que las cargas AV y térmicas, absorben respectivamente y de un modo selectivo ciertas zonas del espectro del infrarrojo largo.

A.4 Polietilenos térmicos (EVA con aditivos)

Si se toman separadamente las cargas de AV o de IR, ninguna de ellas ofrece una solución satisfactoria al problema de creación de película de larga vida de polietileno, que absorban totalmente el IR largo. Esto ha llevado a la creación de una nueva generación de películas de PE, que de acuerdo con sus inventores debe tener las ventajas combinadas de los EVA y los IRPE y evitar sus inconvenientes. Algunas de las películas llamadas térmicas, absorben más radiación IR que los IRPE y los EVA.

Estas películas se derivan de las resinas de LDPE enriquecidas simultáneamente, con una cantidad óptima de AV y de cargas térmicas.

Los polietilenos con cargas, presentan a menudo unas propiedades mecánicas inferiores a las del LDPE normal. Su uso como materiales de invernadero, puede representar algunas dificultades o su duración, una vez tensados sobre la estructura del invernadero, puede quedar reducida.

Hoy día las películas multicapas parecen tener un gran futuro. Se obtienen por coextrusión y combinan todas las cualidades requeridas, por ejemplo la resistencia mecánica, la resistencia a la elongación, la duración, la anti adherencia del polvo del polietileno ordinario y el efecto térmico y la transmisión de la luz del EVA'

La respuesta del cultivo está ligada al tipo de película que se utilice: polietileno ordinario, ya sea de larga duración o no, EVA, PEIR o PE térmico (a menos de que las condiciones climáticas causen que se adhiera gran cantidad de gotas de condensación de una manera permanente).

B. Películas que no son de polietileno

En el mercado existen otras películas, que se usan comercialmente, siendo el más antiguo el PVC o cloruro de polivinilo, sin olvidar el fluoruro de polivinilo o PVF o PF, el tereftalato de polietileno y una gama de poliésteres. También existe una gama de nuevos materiales que intentan invadir el mercado, como el poliuretano y poliestirenos,... y que se caracterizan ya sea por su base química original, por su resistencia mecánica, por su alta trasmitancia a la radiación solar, por su duración mejorada o por su baja trasmisión dentro del rango del infrarrojo largo.

Existen dos materiales muy diferentes a los polietilenos clásicos, que llevan tiempo en el mercado pero que ahora pueden ganar importancia y son: el fluoruro de polivinilo conocido como tedlar y un poliéster comercializado bajo nombre de terpano que es un tereftalato de polietileno. Si sus precios fueran competitivos ganarían su parcela de mercado puesto que tienen entre otras ventajas unas características fotométricas excelentes.

Textiles

En los últimos años los materiales textiles han alcanzado una extensión espectacular en Agricultura.

Los geotextiles en sus formas variadas, por ejemplo, anudados, tramados o sellados, por medio de calor con el polietileno o con el polipropileno, se han utilizado durante muchos años en la agricultura, para el drenaje, el empaquetado, el uso de pantallas térmicas y mallas de sombreo para invernaderos y también como cubiertas de los cultivos sin ningún tipo de estructura de soporte.

Estos tipos de geotextiles se llaman ahora agro textiles, para su uso hortícola, se manufacturan principalmente por el principio de rotación directa y termo soldado. Algunas poliamidas PA y poliésteres también entran en la fabricación de los agros textiles.

Los agro-textiles son muy ligeros, finos y flexibles. Generalmente son homogéneos y tienen una alta porosidad, no localizada como en el caso de películas perforadas, sino distribuidas entre medias de los espacios comprendidos entre sus fibras. Esta combinación de propiedades permite que estos materiales se utilicen para el semiforzado, puesto que ofrecen todas las características de resistencia mecánica, permeabilidad a los fluidos y radiación, que debe tener una pantalla térmica para crear el efecto invernadero.

C. Materiales rígidos de cubiertas

Estos materiales se fabrican en forma de plancha celular o paredes dobles y en paredes simples. Indudablemente las planchas celulares causan cierta reducción de la trasmisión de luz, pero la

absorción del infrarrojo largo es generalmente muy buena, como en el caso de los policarbonatos o incluso completa como en el caso del vidrio, poliéster y polimetacrilatos.

C.1 Vidrio

Todo el mundo conoce el vidrio de ventana y el vidrio difusor, también llamado catedral, ambos productos se derivan del mismo material básico, pero difieren en aspecto. El primero es el denominado vidrio hortícola VH

También se comercializan otras clases de vidrio. El vidrio denominado de baja emisividad (VH+) parece que responde bien en el clima mediterráneo con cielos claros y vientos moderados. Aceptando el costo mínimo adicional, que supone el tratamiento de la superficie de este vidrio, sus propiedades aislantes son muy parecidas a las del vidrio doble, con la ventaja clara de que es mucho más económico y más ligero.

C.2 Poliéster reforzado

Estos poliésteres generalmente reforzados con fibra de vidrio forman un grupo de materiales polimorfos de difícil caracterización. Son el resultado de la acción de los ácidos sobre alcoholes polivalentes. Pero los ácidos y los alcoholes que pueden generar productos válidos, ocupan una lista larga que combinada con la variedad de fibras de refuerzo, explican la gran variedad de productos con un rango amplio de propiedades hortícolas.

Para que el poliéster sea un material adecuado como cubierta de invernadero, es imprescindible que trasmita al menos el 80% de la luz solar (frente al 60 o al 65% de trasmisión del poliéster dedicado a la construcción). También cabe exigirles que no pierdan más del 20% de su trasmisión solar global, cuando se usan durante un período de 10 años (los productores deben pedir una garantía de duración de diez años). Para que el poliéster reúna estas características es preciso usar resinas de alto nivel y protecciones superficiales de primera calidad: gel de cubierta acrílico o fluoruro de polivinilo o tereftalato de etileno.

Para mejorar el balance térmico de los invernaderos con cubiertas de poliéster, es preferible utilizar placas de superficie plana en lugar de las arrugadas, que tienen una superficie de intercambio más grande. Sin embargo esta elección implica el uso de estructuras de soporte más rígidas, ya que el material plano necesita soportes más fuertes y distribuidos con mayor regularidad.

C.3 Paredes dobles

Existen una amplia variedad de materiales en forma de pared doble. Algunos de ellos son estancos al aire y al agua (los que utilizan vidrio) y otros no lo son (los que utilizan materiales sintéticos). Las paredes dobles tienen propiedades aislantes que decrecen de una manera notable con la pérdida de la estanqueidad de aire.

Las paredes dobles aumentan las temperaturas mínimas nocturnas, factor muy favorable en climas áridos, pero también aumentan y a menudo en mayor proporción, las temperaturas máximas diurnas que pueden ser perjudiciales en el mismo clima.

22.4.2.1 Propiedades de los materiales de cubierta

A continuación, se listan las propiedades que debe tener un buen material para cubierta de invernaderos.

Ya sea para usarlo permanentemente o temporalmente, como pantalla térmica, un material se considerará que es bueno si:

- Es económico, lo cual no significa necesariamente que sea el más barato de adquisición.

- Su duración coincide con la declarada por el comerciante.

- Ofrece la máxima transparencia a la radiación solar, principalmente dentro del rango de la llamada visible o fotosintéticamente activa.

- Retiene la mayor cantidad posible del infrarrojo largo, esto es, el calor emitido por el suelo y las plantas del invernadero, después de que ambos hayan absorbido la radiación solar incidente (en otras palabras, el material debe generar el denominado efecto invernadero, en el máximo grado posible). Por tanto, los PE (polietilenos) deben contener cargas que absorban el infrarrojo largo.

- Evita que el calor atrapado previamente se escape del invernadero. Ello quiere decir que el coeficiente de conductividad térmica k, debe ser lo más bajo posible. Debe recordarse que k está unido a las características climáticas de la región y por consiguiente, los valores de k obtenidos en distintas condiciones no pueden compararse directamente.

- No atrae polvo o al menos que sea fácil de lavar con agua pura o con una solución de ácido oxálico al 6%, ya que de no cumplirse esta premisa, las propiedades de trasparencia a la luz se reducen drásticamente (El material debe ser antiestático).

- Evita la condensación de gotas grandes en la cara interior del material, pero favorece la condensación en forma de una película continua, que aumenta las propiedades térmicas del filme de polietileno y que escurre por gravedad hacia las zonas laterales, en lugar de caer sobre las plantas. A menudo es necesaria la inclusión de un agente anti condensación.

No todos los materiales que se ofrecen en el mercado, tienen las características mencionadas. Es conveniente entonces, que estos productos tengan una certificación o estén etiquetados con una marca de calidad, avalada por una institución nacional o internacional de prestigio indudable. Por ejemplo, el Comité Francés de Plásticos en Agricultura, que controla desde hace años su certificado oficial PF para los filmes de usos agrícolas y el Instituto Italiano de Plásticos a través del AMPA - Asociación Italiana para la Aplicación de Plásticos en la Agricultura - hace cumplir las normas UNI 7.7.4.2 y 7.7.4.3. y ha creado una marca de identificación IIP. Asimismo, en España AENOR, Asociación Española de Normalización, publica las normas UNE 53324.1979EX y UNE 76.208.92.1992 que aplican a la calidad de los materiales de invernadero.

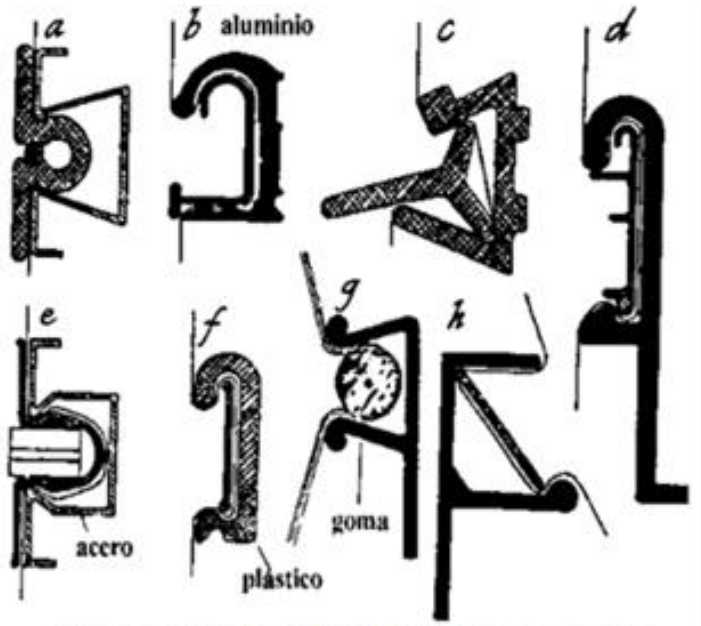
22.5. Instalación y tensado de las películas de los invernaderos

22.5.1 Instalación de las películas

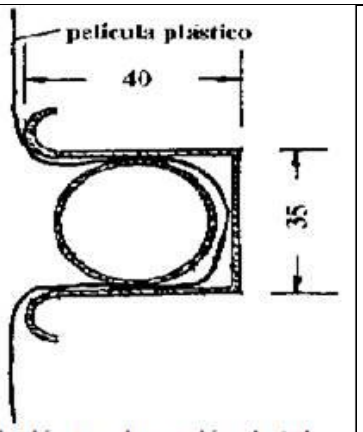
Los sistemas de sujeción del plástico deben ser diseñados de manera que movilice el menor número de personas durante el tiempo más corto posible. El quitar el plástico, debe ser también una operación rápida y el tensado debe ser tal, que evite que la película se mueva por la acción del viento.
En el caso de las construcciones de madera, generalmente la película queda emparedada entre el marco resistente y los listones clavados al mismo. Siempre que sea posible se debe evitar el uso de clavos.

Para evitar cualquier tipo de rasgado una vez que se ha iniciado, la película debe fijarse sin discontinuidad. Debe estar cubierta por el suelo a todo lo largo de los laterales o deben usarse perfiles especiales. En las tiendas especializadas pueden encontrarse, una serie de elementos de sujeción de plástico aluminio o acero, diseñados todos ellos para acelerar las operaciones de instalación o de retirada del plástico.

Los perfiles de sujeción deben cumplir los siguientes requisitos:
- No deben tener bordes afilados.
- El montaje debe hacerse rápidamente sin necesidad de usar ningún tipo de herramienta de corte.
- Deben poder sujetar dos películas al mismo tiempo.



Diversos sistemas de fijación de la película plástica.



Fijación por inserción de tubo de plástico en perfil de acero.

22.5.2 Tensado de las películas de plástico

Una vez extendida la película, puede ser tensada de distintas maneras utilizando:

- Los perfiles de sujeción.
- Cuerdas de plástico extendidas sobre la película.
- Barras de fibra de vidrio.
- Algún tipo de mecanismo. (Véase la figura 50).
- Enrollado de la película en una tubería en el canalón. (Véase figura 47).
- Lámina doble inflada con aire.
- Un tubo de plástico inflado. (Véase la figura 51).
- La presión dentro del invernadero.

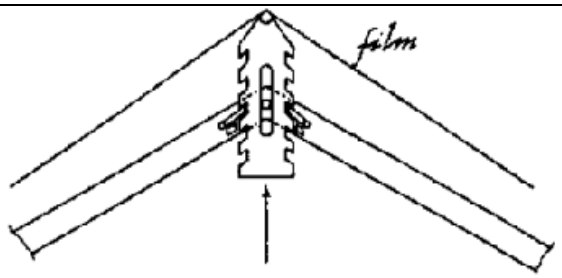


Fig. A Tensado de plástico con dispositivo mecánico.

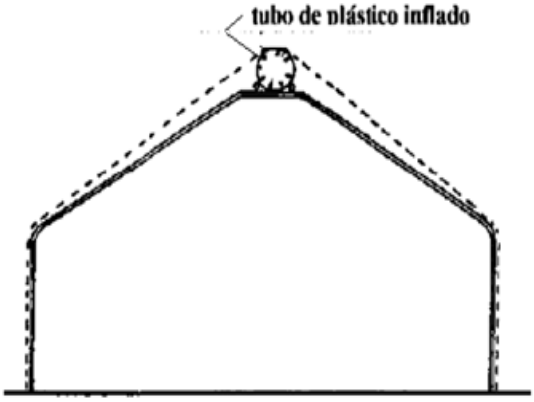


Fig. B Tensado por medio de tubo de plástico inflado.

22.6. Vientos o tirantes o tensores

Los tirantes de alambre galvanizado o cables de acero, permiten reforzar la resistencia a los vientos fuertes o lluvias intensas de los germinadores o invernaderos. El anclaje o muerto de hormigón a que se fija los tensores debe quedar bien enterrada y el alambre o cable bien fijado a este.

muerto a anclaje de hormigon para viento con gancho de varilla de acero

22.7. El seto o cerramiento.

El germinador debe de tener un cerramiento perimetral, en la totalidad del vivero, para impedir la entrada de personas y animales, insectos.

Tipos de cerramiento:

- Muro de mampostería.
  De bloques de hormigón, de 1,25 o 1,5 metros de altura (h), y sobre el muro tela metálica con postes metálicos cada 2 metros.

- Cerramiento de malla metálica.
  En este caso el muro no existe y los tubos van enterrados a una separación de 2-3 metros y deben de ir cimentados unos 25 cm. para evitar que el viento o algo pueda mover el cerramiento.

- Cerramiento con el mismo material de la cubierta.
  Por lo general los germinadores e invernaderos de hortalizas, cubren sus paredes exteriores del mismo material del que está constituida las cubiertas, los cuales fueron tratados en el precedente tema 22.1.6 de estas especificaciones. Este es el tipo de cerramiento que se utilizara en el Proyecto.

- Malla mosquitera plásticas
  Se colocan en las ventanas y ventilaciones de los invernaderos para el control de insectos como los áfidos, mosquita blanca, etc.
  También se utilizan mallas en los laterales, desde el nivel de suelo hasta una altura de 2.20 m con el propósito de aumentar la ventilación interna.

En general las mallas para invernaderos se pueden agrupar en dos grandes grupos

Mallas trenzadas: Estas mallas están hechas de hilos de variadas densidades, y se utilizan principalmente para la protección contra la entrada de insectos y para el sombreado.

Mallas tejidas: Las mallas tejidas están hechas de hilos o de cintas de láminas de plástico, procesadas para tener el espesor y la resistencia deseados, las cuales son posteriormente tejidas para formar las mallas. Estas mallas se utilizan principalmente para el sombreado y para la protección mecánica de los diferentes

cultivos.

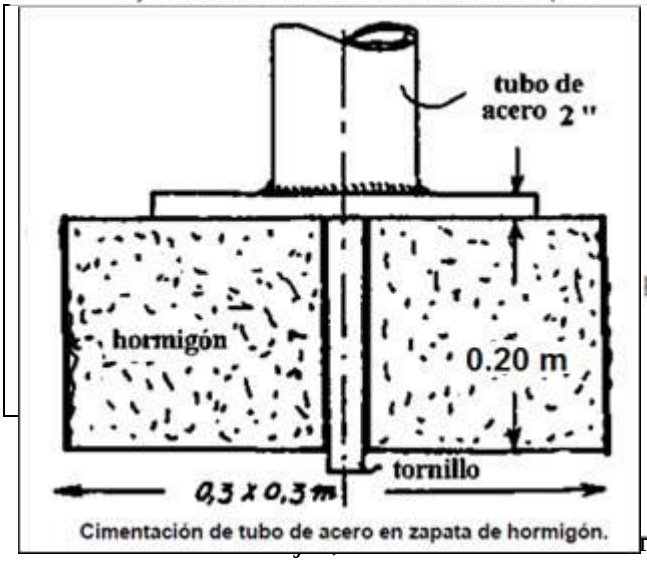
22.8. Formas de fijación de la estructura.

La estructura debe de fijarse al terreno, de marea que la estructura sea estable y resistente al embate de los vientos.

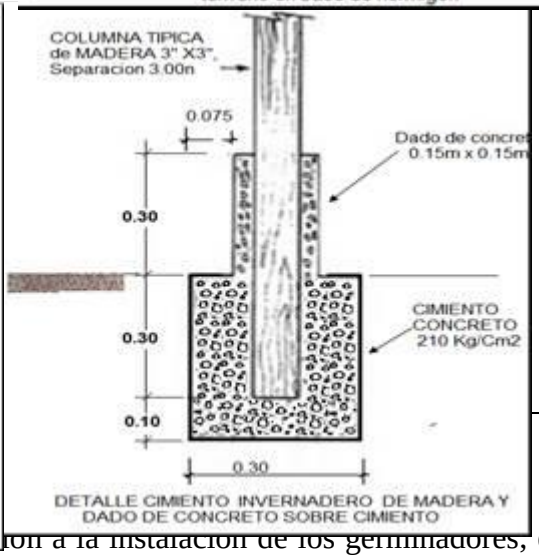
Algunos medios de fijación se muestran en las siguientes figuras.

Fijacion de tubos verticales sobre muro de bloques

Fijacion de tubos verticales directamente sobre el terrreno en base de hormigon



Cimentación de tubo de acero en zapata de hormigón.



DETALLE CIMIENTO INVERNADERO DE MADERA Y DADO DE CONCRETO SOBRE CIMIENTO

ion a la instalación de los germinadores, el

contratista deberá de presentar los planos del invernadero, lo que incluye los planos de la cimentación, que incluirían los detalles de fijación de la estructura al suelo.

22.9. Cargas por vientos

Algunos países tienen una serie de normas que deben cumplir, tanto las estructuras de invernadero (Francia, Holanda, Alemania..) como los plásticos (Francia, Italia, España). El viento produce esfuerzos de succión y de presión sobre la estructura. Cuando la dirección del viento es perpendicular a la cumbrera, normalmente se generan esfuerzos de succión en la cara sotavento y de presión en la cara a barlovento. El esfuerzo eólico se calcula por el producto de la presión dinámica q, que depende de la velocidad del viento y de la altura del invernadero por el coeficiente c, que depende de la construcción del techo del edificio, así:

$$Fw = c \times q$$ 3.2.5.-(1)

En general Las estructuras suministradas para este proyecto deberán ser diseñadas para soportar vientos de hasta 120 km/hora.

22.10. Puertas y ventanas de los invernaderos

Es indispensable pensar en una buena solución para la puerta de entrada, ya que ha de impedirla entrada de luz pero a la vez a de funcionar también como un buen aislante térmico. Una solución lo son las puertas con planchas de policarbonato., sean deslizables o de goznes. El marco de la puerta puede ser de metal ligero como el aluminio.

Puertas de madera con forro de polietileno: El marco de la puerta es de tablas de madera, el cual se refuerza bien y posteriormente se coloca el plástico y las bisagras (3.0" X 1.0") y se atornillan en el marco de la entrada. Las puertas serán preferente abatibles hacia fuera. En el caso de dobles puerta se colocan una frente a la otra (interior y exterior).

En el caso de grandes estructuras se utilizan una a amplia gama de diseños, que incluye puertas con acristalamientos y puertas peatonales incorporadas y laterales

Ventanas:

Las ventanas se utilizan para la aeración de los germinadores e invernadero. Es frecuente dotar a los invernaderos de una ventilación mediante una abertura o ventana cenital, es decir en el techo.

El área de las ventanas es importante, especialmente cuando se usan mallas laterales para la

exclusión de insectos, por lo que algunos autores recomiendan una relación ÁREA DE VENTANA / ÁREA DEL SUELO (invernadero) ≥ 25%. Otros autores recomiendan una relación ≥ 20%.

22.11. Base para la colocación de las bandejas:

Los tipos de bases más utilizados para colocar las bandejas son:

22.11.1. Mesas (bancas o bancos) para colocación de las bandejas.

Los tipos de bases más utilizados son:
-Base de maderas
-Bases metálicas de hierro galvanizado móviles o fijas y
- Bases plásticas desarmables.

Bancas de madera y malla de alambre

Bancas metalicas

Bancas plasticas desarmables

22.11.1. Colocación directa sobre el suelo.

Colada sobre un camellón o terraza de tierra nivelada, delimitado con algún tipo de material que contenga el relleno, tales como madera, bandas de material plástico, bloques de hormigón, etc.

22.12. BANDEJAS PARA EL GERMINADO DE SEMILLAS.

En el mercado existe una amplia variedad de bandejas para la producción de plántulas en semilleros; en la actualidad, las más utilizadas son las bandejas rígidas de poliestireno o polipropileno, en las cuales el tamaño y número de las celdas varía de acuerdo al fabricante. En general, se utilizan bandejas de 53 a 200 conos o celdas. Se pueden conseguir en el mercado bandejas de hasta 360 celdas.

Para este proyecto son requeridas las bandejas de 200 celdas con medidas típicas de las celdas de 2.5 x 2.5 cm en la parte superior y 4 a 6 cm de profundidad.
Existen bandejas en otros materiales, tales como de cartón, poliestireno extruido, etc. Las bandejas germinadoras o semilleros nos permiten crecer a la plántula hasta un mes y medio,

22.13. SUSTRATO

Los sustratos son materiales orgánicos o inorgánicos usados como medio donde se anidarán las semillas y facilita que las raíces de las plántulas se introduzcan y fijen en él; pueden ser de origen industrial, mineral o agropecuario o mezcla de estos.

Generalmente se emplean mezclados y buscan reemplazar el suelo para evitar los

Problemas físicos, químicos y biológicos (sanitarios) que éste pueda presentar para la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas.

El sustrato comercial estándar es la turba de Sphangnum con vermiculita o perlita, con o sin carga de fertilizantes.

El sustrato tradicional se elabora a partir de materiales locales para reducir su costo de producción.

Entre los materiales disponibles se encuentran: suelos, mezclas de hojarasca de bosque latifoliado, aserrín, cascaras de arroz, Fibras de coco, Humus (excrementos de lombrices). Cada tipo de sustrato variara en su capacidad para retener la humedad, lo cual depende de la granulación del sustrato y de la porosidad de las partículas que lo componen, por lo que el tipo de sustrato determina la intensidad y frecuencia de riego.

22.14. Tipos de Riego en viveros

- Manual: con diferentes tipos de boquillas o regaderas
- Boones de riego
- Micro aspersores
- Inundación.

Riego manual con manguera y regadaderas

1)Manual colgado y jalado por el regador 2) Boom de riego en carrito empujado manualmente

3) Boom automático que cuelga de la estructura del invernadero

Riego con Microaspersores

22.15. Especificaciones Técnicas para un (1) Germinador de 120 MTS2, 10Mx12M:

-Estructura de Acero galvanizado 5OMM de diámetro (mínimo). L=12 m x Ancho=10 m

-Altura mínima estructura: 4.00 mts.

-Plástico de cubierta y cerramiento de espesor superior a las 150 micras.

-6 Vientos (tensores) de seguridad en alambre de 14MM

-Maya de red de insectos: mínimo 0.30 MM.

-Suministro de agua para germinadores:

1 Tanque para almacenamiento de agua de 55 galones.

Manguera diámetro mínimo 1/2”para suministro de agua al tanque de 55 galones a partir de la red de riego

Llave de chorro de ½” para conexión de la manguera

2 Regadores de 2 galones de agua.

-No de bandejas de 200 alveolos: 400 Bandejas.

-Bases para bandejas:

Colocación directa sobre el suelo en cama delimitada por Banda o ribete de PVC u otro material similar resistente al agua. Altura del relleno de base= 3Pulgadas.

El relleno estar formado por una capa de 2” de alto de tierra y sobre esta una capa de grava clasificada de espesor 1”. La capa de grava estará colocada en la parte superior de la cama y sobre esta se colocarán las bandejas.

-Materiales para conformación de cama de bandejas por invernadero:

Tierra: 4 m3 aprox. (Compactación manual moderada)

Grava clasificada: 2 m3 aprox.

-Dimensiones de cama para colocación de bandejas: 10 m de largo x 2.4 de ancho

-No. De camas o camellones: 3 camas

-Calidad de Hormigones:

Los hormigones se regirán por el capítulo correspondiente a hormigones.

A menos que la Supervisión/EGEHID indique lo contrario, la resistencia nominal a los 28 días para los hormigones que se utilizaran en los trabajos de instalación de los de los germinadores será de 210Kg/cm2.

FIN DE LA SECCIÓN

SECCION 23 : INSTALACIÓN DE EQUIPOS MECÁNICOS e HIDROMECÁNICOS

23.1. ALCANCE

Esta especificación describe los requisitos para las obras de instalación de los equipos mecánicos o hidromecánicos del proyecto;

El Contratista deberá suministrar la mano de obra, maquinaria y herramientas necesarias para las obras asociadas con la instalación de los equipos mecánicos e hidromecánicos. El alcance de las obras deberá incluir, pero no estará limitado a, los siguientes sistemas:
a) Desagüe y drenaje
b) Agua cruda sin tratamiento
c) Aguas servidas
d) Tubería, válvulas y accesorios
e) Partes Embebidas suministradas por el propietario

23.2. DEFINICIÓN

El término “materiales” comprende e incluye sin limitarse a ello, el abastecimiento y provisión de los equipos; la fabricación, pintura, el ensamble y las pruebas en la fábrica; el control de calidad en la fábrica, el embalaje y la entrega a la obra, la carga inicial de relleno de los productos a consumir necesarios para el funcionamiento del equipo (lubrificante, refrigerante, productos químicos, etc.).

23.3. NORMAS

Toda exigencia señalada en el presente mandato superior a los códigos, reglamentos o normas, tiene precedencia sobre estos últimos.

En caso de existir contradicción entre dos normas o códigos, la norma o código que presente exigencias superiores, tiene precedencia.

En caso de contradicción, entre una norma o cualquier código y una norma o código particular en República Dominicana (Ej. DGRS), las normas o códigos de República Dominicana tienen siempre precedencia.

Cuando una de las normas que sigue hace referencia a otras normas, estas últimas deben también ser seguidas.

Las obras de instalación, descritas anteriormente, deberán ajustarse a la edición disponible en la fecha de apertura de las ofertas, a los códigos, reglas y normas aplicables de los siguientes Organismos y Asociaciones:

a) National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
b) American Society of Mechanical Engineers (ASME)
c) American Society of Testing and Materials (ASTM)
d) American National Standards Institute (ANSI)
e) Instrument Society of America (ISA)
f) American Welding Society (AWS)
g) National Fire Protection Association (NFPA)
h) Underwriters' Laboratories (UL)
i) Dirección General de Reglamentos y Sistemas (DGRS)

23.6. ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS Y MATERIALES

Todos los equipos y materiales proporcionados por el Contratista deberán ser nuevos, de calidad industrial, y conforme a las normas específicas al presente proyecto.

Todos los equipos proporcionados por el Contratista deberán ser de concepción y calidad probada, y de un modelo actual, cuyos parámetros nominales estén publicados y cuyas piezas de repuesto estén disponibles en un tiempo razonable.

El contratista deberá normalizar los equipos que éste provee con la finalidad de reducir al mínimo el número de piezas de repuesto requeridas para el mantenimiento de estos equipos. Todas las piezas similares deben ser intercambiables y poder ser reemplazadas rápidamente. Además, estas últimas deben provenir de un mismo fabricante.

Para todos los materiales que hagan parte integral de un equipo suministrado por el Contratista o para otros, los trabajos relativos a su instalación y a su empalme al equipo deben estar incluidos en los trabajaos de instalación del equipo.

El Contratista deberá proporcionar todos los materiales especificados en este sentido en las presentes especificaciones y aquellos requeridos para completar los trabajos. El contratista debe procurarse por mediación/intermedio del Representante de EGEHID en la obra, todos los artículos que son proporcionados por la EGEHID (en caso que esto aplicare).

Las características eléctricas, mecánicas y químicas de los materiales deben estar determinadas según a las exigencias de las normas especificadas y según las exigencias especiales indicadas en el presente presupuesto y sobre los planos.

Además de los equipos y del material que hace parte de sus accesorios, el Contratista deberá igualmente ejecutar la recepción, la descarga y el almacenamiento temporal de los equipos que instale y que son suministrados por otros. Éste debe inspeccionarlos durante la recepción, poner en conocimiento a la Supervisión de todo daño observado y emitir un recibo de recepción.

Los equipos o materiales dañados por el Contratista deberán ser reemplazados o reparados por cuenta del mismo. El reemplazo o reparación debe recibir la aceptación de la Supervisión.

23.7. REQUERIMIENTOS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN

De manera general, los equipos deberán ser instalados de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes.

El Contratista deberá instalar y conectar todo el cableado interno suministrado con los equipos de acuerdo a los requisitos eléctricos.
El Contratista deberá verificar y asegurar que todos los pernos estén ajustados en el interior de los equipos.

El Contratista deberá preparar, suministrar e instalar ciertas bases de los equipos, tal como se muestra en los planos, sea de las estructuras de hormigón o de metal y deberá suministrar e instalar los anclajes apropiados para estas bases y equipos.

El Contratista deberá instalar firmemente los equipos de nivelación en las cimentaciones, usando para este propósito los anclajes necesarios. El Contratista deberá suministrar todos los deflectores y todos los otros materiales necesarios de ajuste. Donde no se requiera la preparación de fundaciones, el Contratista deberá suministrar e instalar pernos de anclaje de expansión o las estructuras de soporte requeridas.

Cuando no se proporcionen los lugares de las aberturas para el paso de los conductos de las tuberías o conductos eléctricos, el Contratista deberá realizar la perforación diamantina en la pared, piso o techo, y cortar los enrejados, de acuerdo a lo solicitado por la Supervisión. La ubicación de las aberturas deberá ser previamente aprobada por la Supervisión. Además, el Contratista deberá realizar todos los sellados necesarios. Para las obras eléctricas, el Contratista deberá usar productos “Flamesafe” o su equivalente aprobado.

El Contratista debe realizar una limpieza y verificar el estado del equipo después de la instalación y antes de las pruebas de funcionamiento. El equipo y material deben estar libres de toda señal de suciedad, aceite, grasa, adhesivos, productos antioxidantes cuando sea requerido, calcos, etc.

23.8. SOLDADURA

23.8.1. Requisitos generales de soldadura

Todos los equipos de instalación de soldadura deberán estar conforme a la norma
CSA W59.

Los procedimientos de soldadura y los soldadores deberán ser aprobados y calificados por la entidad “American Welding Bureau” de acuerdo a los requisitos de la norma CSA W47.1.

Cada soldador deberá tener una plantilla marcadora de acero e identificar cada una de sus soldaduras con su propia plantilla. Todo certificado de calificación de los soldadores, con una antigüedad de seis (6) meses deberá ser guardado en el archivo del sitio de las obras y estar disponible para La Supervisión.

El Contratista deberá presentar sus procedimientos de soldado, verificando que las pruebas de calidad han sido realizadas para cada tipo de junta. Estos procedimientos serán aprobados por La Supervisión y se convertirán en documentos de contrato que el Contratista aceptará.

Ninguna obra deberá ejecutarse antes de la aprobación del Supervisión sobre el procedimiento de soldado, los operadores de la máquina de soldado y los soldadores.
Los electrodos de soldadura deberán ajustarse a los requisitos de la norma CSA apropiada, o, en el caso de ausencia de esta norma, de la norma CSA W48. Se deberán usar los electrodos de bajo hidrógeno. Se deberán rechazar los electrodos que contengan humedad absorbida.

Ninguna soldadura deberá realizarse cuando la temperatura de la base de metal sea menor a 10ºC. Si éste no es el caso, toda superficie dentro de un radio de 75 mm alrededor del punto a soldar deberá ser calentada previamente de acuerdo con la norma CSA W59-M1 y mantenida en esa temperatura durante el resto de la operación usando “tempilsticks” u otros medios aprobados. El martillado de las soldaduras no será permitido.

Todas las soldaduras serán inspeccionadas visualmente; cualquiera de los siguientes defectos será causa de rechazo de soldadura:

- soldaduras no razonablemente uniformes en apariencia;
- evidencia de martillados;
- grietas o agujeros;
- falta de fusión y/o penetración incompleta;
- rebajo adyacente en soldaduras completas o evidencia de rebajo con trituración;
- desalineamiento de juntas de soldadura a tope excediendo 1,6 mm.

Todos los defectos inaceptables deberán ser retirados completamente.
Todas las reparaciones de soldadura deberán realizarse con la autorización del Supervisión y deberán ser reinspeccionadas.

23.8.2. Soldadura en tuberías

Todas las soldaduras deberán estar conforme a los requerimientos de los códigos ANSI B31.1 y B31.5.
Los procedimientos de soldadura, operadores y soldadores deberán ser calificados de acuerdo con la ASME sección IX, “Welding Qualifications”.

Los procedimientos de soldadura y los certificados de calificación de los soldadores, deberán ser presentados al Supervisión antes del inicio de las obras de soldadura.

Una banda de 12 mm de ancho deberá ser limpiada a fondo para eliminar el polvo, grasa y escamas, en cada lado de las juntas a ser soldadas.

La tubería para conexiones soldadas al socket deberá ser cortada de forma perpendicular al eje de la tubería.

Los extremos de las juntas de las tuberías deberán estar alineadas dentro de la tolerancia comercial existente con los diámetros de las tuberías, del espesor del muro y sin redondez. El alineamiento más favorable para la deposición de fondo de la soldadura deberá ser provisto. El alineamiento deberá ser mantenido durante la soldadura, el desalineamiento de las juntas de soldadura no deberá exceder 1,6 mm.

El interior de todas las tuberías y accesorios deberá ser liso y estar libre de cualquier obstrucción.

El Contratista deberá realizar las siguientes inspecciones:
- cinco por ciento (5%) de las juntas soldadas serán seleccionadas y radiografiadas de acuerdo a lo definido en las normas ANSI B31.1 Y B31.5. El Supervisión podrá seleccionar las juntas soldadas a ser radiografiadas;

- las películas podrán ser identificadas y marcadas con la fecha y ubicación de la soldadura. Las películas de baja calidad deberán ser rechazadas y se solicitará un reemplazo;

- por cualquier soldadura defectuosa encontrada se deberán radiografiar, al costo del Contratista, dos soldaduras adicionales ubicadas inmediatamente antes y dos soldaduras adicionales ubicadas inmediatamente después de la soldadura defectuosa;

- en el caso que se encuentren dos soldaduras defectuosas realizadas sucesivamente por el mismo soldador, se deberán radiografiar, a costo del Contratista, todas las soldaduras realizadas por este soldador.

Las inspecciones de las radiografías deberán ser realizadas de acuerdo con el artículo 2 de la Sección V del “Boiler and Pressure Vessel Code” del ASME.

Todos los defectos inaceptables según el párrafo anterior deberán ser retirados completamente.

Todas las reparaciones de las soldaduras deberán ser realizadas a costo del Contratista, bajo la autorización del Supervisión y deberán ser inspeccionadas al 100% con los métodos originalmente usados.

23.8.3. Medición y pago

La medición y el pago para la soldadura no se realizarán por separado, debiendo el Contratista de estimarla dentro del precio de las piezas y equipos que suministrara.

23.9. PINTADO

23.9.1. General

Las superficies trabajadas sin pintar o las superficies pulidas han sido adecuadamente protegidas antes del embarque con un componente anticorrosivo. En el caso de cualquier reparación en el sitio, el Contratista deberá utilizar el componente anticorrosivo provisto por La EGEHID (para el caso de equipos suministrados por esta).

El Contratista deberá realizar retoques de pintura en todos los equipos y tuberías suministradas e instaladas por otros, utilizando la pintura provista por La Supervisión, en conformidad con el "Código de Colores de Pintura", indicado en el Anexo D de este Capítulo.

Las superficies de acero inoxidable, acero y cobre galvanizado deberán mantenerse sin pintar.
La preparación de la superficie y la aplicación de dos capas de resina epóxica han sido realizadas en la fábrica para cada tubería y cada equipo pintado suministrado por La EGEHID (en los casos que esto aplique).

Los retoques de la primera capa y de la capa final de las nuevas juntas soldadas, deberán ser realizados en el sitio de las obras después de completar la instalación de los equipos y tuberías.

23.9.2. Retoques de pintura

23.9.2.1. Equipos y tuberías

Cualquier daño de los equipos o de las tuberías suministradas por La EGEHID (en caso que esto aplicare) durante el manipuleo, transporte y montaje realizado por el Contratista, deberá ser retocado por él en el sitio de las obras.

La preparación de la superficie para los equipos, deberá ser realizada de acuerdo con los requisitos de la norma SSPC-SP3, y la inspección visual deberá ser realizada de acuerdo con los requisitos de la norma ST-3 del SSPC-Vis 1.

En el caso de mayores retoques necesarios en el sitio de las obras, el Supervisión podría solicitar que la preparación de la superficie sea realizada con limpieza a chorros de arena de acuerdo a la norma SP-6 del SSPC.

23.9.2.**2.** Superficies Galvanizadas

Los retoques de las superficies galvanizadas deberán realizarse usando pintura que contenga de 80 a 95% de zinc aprobada por la Supervisión.

23.9.2.**3.** Inspección

La inspección de la preparación de la superficie deberá ser realizada inmediatamente antes de la aplicación de la pintura en presencia del representante del Supervisión.

El Contratista deberá obtener autorización del representante del Supervisión antes de proceder con la aplicación de cada capa de pintura.

La superficie pintada, luego de que todo el pintado sea completado, deberá ser aprobada por un representante del Supervisión.

23.9.3 Medición y pago

No está previsto La medición y pago por separado para el pintado, por lo que el Contratista deberá de incluirlo en el suministro de las piezas y equipos que suministre.

23.10.TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

23.10.1. General

El término “tuberías” comprende, pero no es limitado a, las tuberías, bridas, conexiones, juntas, pernos, soportes, correderas, juntas de expansión, anclajes, mangas, válvulas, orificios, separadores de sedimentos permanentes o temporales, desagües, purgas de aire, rociadores automáticos, mangueras, soportes de mangueras, acoplamientos rápidos, aislamiento de tuberías, pintura y los otros componentes instalados en las líneas de conducción.

El Contratista deberá instalar, conectar y realizar las pruebas de toda la tubería expuesta de la central, de acuerdo a lo mostrado en los planos y a lo descrito en esta especificación y de acuerdo a lo solicitado para el buen funcionamiento de cada sistema.

El material de las tuberías y el tipo de junta para cada sistema se resume en el Anexo “B”.

El Contratista deberá suministrar los materiales que no son mostrados en los planos pero necesarios para la instalación, como: pernos, tuercas, juntas, uniones, conexiones dieléctricas, juntas aislantes dieléctricas y mangas para bridas y cualquier otro accesorio.
La instalación de la tubería para el agua potable y agua servida será de acuerdo a todas las secciones aplicables del Código de Instalación Sanitaria Local.

El Contratista deberá realizar las conexiones de los sistemas de tuberías a los equipos o a los sistemas de tuberías empotrados instalados por otros o por el mismo. El Contratista deberá suministrar pernos, tuercas, juntas y cualquier otro accesorio necesario para completar estas conexiones.

El Contratista deberá instalar las conexiones dieléctricas o los juegos de las juntas de aislamiento, mangas, tuercas para las bridas en los puntos de conexión para tuberías de distintos materiales para prever la acción galvánica. Las tuercas en "U" soportando tuberías de cobre deberán ser cubiertas con vinyl. Los soportes para las tuberías de cobre deberán ser galvanizados por inmersión en caliente.

Una vez que la instalación de la tubería sea completada y no haya daños de inundaciones en la central, el Contratista deberá quitar los mecanismos de cierre temporal de las aberturas finales de la tubería empotrada en el canal de toma y en el canal de descarga.

Antes de iniciar la instalación de la tubería exterior, el Contratista deberá inspeccionar la tubería empotrada e instalada por el Supervisión y asegurarse que estas tuberías hayan sido correctamente instaladas y limpiadas. El Contratista deberá específicamente asegurarse que estas tuberías estén en las ubicaciones correspondientes a las dimensiones de referencia mostradas en los planos. El Contratista deberá señalar cualquier error al Supervisión, y realizará las correcciones necesarias a su propio costo.

Luego de la inspección y sin presencia de algún defecto, el Contratista deberá asumir entera responsabilidad por estos sistemas de tuberías y realizar, a su propio costo, todas las modificaciones necesarias debido a los desplazamientos u obturación.

Se deberán realizar las conexiones a los equipos para evitar que las tuberías generen esfuerzos adicionales a los equipos debido al desalineamiento. Las tuberías deberán tener soportes independientes para que los equipos puedan ser retirados para la inspección sin retirar o desplazar las conexiones del mismo.

Antes del empernado o de la conexión, el Contratista deberá demostrar al Supervisión que ninguna deformación en las tuberías o en el equipo mecánico resultará del ajuste de los pernos. La brida de la tubería deberá ser del mismo tipo y clase del equipo al cual está unida.

Los drenajes y ventilaciones serán instalados respectivamente en cada punto alto y bajo y a las salida de las válvulas de alivio o tal como son mostrados en los planos. Donde la terminación de la tubería no sea precisada en los planos, la tubería deberá ser extendida al nivel del piso o al del piso más cercano, etc. y finalizado en una ubicación segura.

Las tuberías deberán ser instaladas en una pendiente uniforme necesaria para proveer un flujo, drenaje y ventilación apropiados, tal como se indica en los planos. Los sistemas de drenaje y tuberías asociados deberán tener una pendiente como mínimo de 20 mm por metro, para tuberías de 3 pulgadas como máximo y 10 mm por metro para tuberías mayores a 3 pulgadas o de acuerdo a lo indicado en los planos. Los registros deberán ser instalados de acuerdo a lo mostrado en los planos.

Cuando una tubería pase por una manga o por una abertura en la pared, se deberán utilizar, para el sellado, los productos "Link-Seal" o uno equivalente aprobado.

23.10.2. Soportes

El Contratista deberá instalar y alinear los soportes, colgadores, anclajes, abrazaderas, estructuras metálicas y uniones necesarios de acuerdo a lo detallado en los planos. El Contratista deberá proveer elementos de armazón auxiliares donde la tubería o los equipos deban ser suspendidos entre los elementos de armazón existentes.

Los colgadores y los soportes deberán ser sujetados a viguetas o vigas de acero y/o a los anclajes en el hormigón.

Las tuberías de cobre o acero inoxidable no deberán estar en contacto con acero, hierro o material ferroso. Los empaques de plomo o cinta de PVC deberán ser instalados para asegurar que no haya contacto entre el cobre y el acero inoxidable y el colgador ferroso u otro trabajo. Los colgadores de cobre con banda de acero con revestimiento de plástico podrían ser usados sin empaque.

No está permitida la suspensión ligada a una plataforma de metal. Cualquier método alternativo de suspensión diferente al mostrado en los planos, deberá ser presentado a La Supervisión para su aprobación.

Las tuberías sin ningún soporte deberán ser sujetas desde abajo, de preferencia, enganchándolas desde arriba. En el caso que los colgadores sean necesarios, éstos serán de preferencia de tipo trapecio. Las tuberías horizontales con diámetros mayores o iguales a 2 ½" con aislamiento térmico o anti transpiración deberán ser adaptadas con capas de protección de aislamiento galvanizado. Las tuberías horizontales de 3" y más, con aislamiento térmico o anti transpiración deberán ser adaptadas con sillas de protección de recubrimiento de tuberías en cada soporte. Todas las tuberías verticales con aislamiento térmico o anti transpiración deberán tener zapatas soldadas para alinear en cada soporte.

Los colgadores o los soportes deberán estar ubicados, de preferencia, en o cerca de las válvulas o de otras cargas concentradas y cerca de los cambios de dirección. Toda la tubería, en las válvulas de control y en los equipos mecánicos, que requieran mantenimiento periódico como las bombas, deberán ser sostenidas para permitir que esos equipos puedan ser trasladados con necesidad mínima de instalar soportes de tubería temporales.

23.10.3. Aislamiento para calor

Todas las tuberías de agua fría que transportan agua a 15ºC de temperatura o menos y que satisfacen los siguientes criterios, deberán ser aisladas:
- suspendidos en cielo rasos;
- sobre equipos eléctricos;
- sobre pasadizos de personal.

- El Contratista deberá instalar el aislamiento de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y a lo especificado a continuación. El aislamiento de las tuberías deberá ser instalado luego de la finalización de las pruebas hidrostáticas de las tuberías y de los recipientes a presión. Las superficies a ser aisladas deberán ser limpiadas. Las secciones de aislamiento deberán ser cuidadosamente ajustadas y las juntas longitudinales deberán ser alternadas. Las pequeñas aberturas alrededor de los soportes de las tuberías deberán ser llenadas con material suelto de aislamiento y cuidadosamente selladas con masilla permanente no adhesiva. El aislamiento deberá ser detenido cerca a las bridas y uniones para permitir el desmantelamiento de las juntas sin dañar el aislamiento en las tuberías o en los equipos. Las conexiones deberán estar aisladas usando bloques de aislamiento preformados.

23.10.4. Limpieza de las tuberías

Al final de la instalación, pero antes de las pruebas hidrostáticas o neumáticas, los sistemas de tuberías deberán ser limpiados, las tuberías de agua y drenaje por almacenajes de agua y las tuberías de aire y aceite por soplos de aire, todo a la satisfacción del Supervisión.

El Contratista deberá limpiar todos los sistemas de entubado usando métodos y materiales aprobados por el Supervisión.
Una limpieza de esa naturaleza no se deberá realizar por medio de válvulas, compresores, bombas u otros equipos permanentes. El Contratista deberá suministrar, instalar y retirar todos los equipos y materiales temporalmente requeridos para las operaciones de limpieza del sistema.
Después de la limpieza de las tuberías de agua potable, se deberá inyectar en el entubado una solución de hipoclorito de sodio con una concentración de 50 PPM. El cloro residual luego de un período de 24 horas deberá tener una concentración no mayor a 10 PPM.

Todos los caños y accesorios sanitarios deberán ser operados para asegurar que la solución ha sido inyectada en todos los elementos del sistema de tuberías. Al final del período de 24 horas, la solución de hipoclorito de sodio deberá ser nivelada desde el sistema de tuberías utilizando una fuente externa de agua potable de igual calidad.

23.10.5. Pruebas hidrostáticas y neumáticas

El Contratista deberá realizar las pruebas hidrostáticas o neumáticas en todo el sistema de tuberías, excepto para las tuberías sanitarias, de acuerdo a lo descrito en la especificación y de acuerdo con los códigos ANSI B31.1, B31.5.

Las pruebas en las tuberías de la instalación sanitaria deben ser realizadas de acuerdo a las normas del Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones o del Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillado (INAPA).

Estas pruebas deberán ser realizadas antes que las tuberías sean ocultadas. Para asegurar que las pruebas sean efectivas, se deberán proveer medios apropiados de ventilación.

La mano de obra, material, equipos, calibradores, orificios de ventilación, conexiones de relleno y drenajes, tuberías, conexiones, bridas, bridas de obturación, válvulas y otros equipos necesarios para las pruebas del sistema de tuberías deberán ser suministrados de acuerdo con los códigos ANSI B31.1 y B31.5.

Las tuberías bajo prueba no deberán mostrar filtraciones durante el tiempo requerido para inspección de las juntas y conexiones y la prueba de presión se deberá mantener sin pérdida por la duración especificada. No se permitirá el martillado y/o calafateo de las juntas de fuga durante las pruebas.

Las secciones defectuosas deberán ser reemplazadas o reparadas a la satisfacción de La Supervisión.

Los manómetros usados para las pruebas deberán ser aprobados, calibrados y revisados antes de la prueba. El alcance del calibrador no deberá exceder 1,5 veces la prueba de presión aplicada. Una vez completada la prueba, las tuberías deberán estar sin agua y completamente drenadas.

El Contratista deberá presentar sus procedimientos de pruebas para su aprobación. El Supervisión deberá ser notificado con anticipación sobre las fechas de las pruebas.

El Contratista deberá guardar en el archivo todos los reportes de las pruebas hidrostáticas y neumáticas de todos los equipos y tuberías. El Supervisión deberá tener en todo momento acceso a estos reportes.

Para mayores detalles sobre los procedimientos para las pruebas hidrostática, refiérase a la SECCIÓN 24 -: PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA DE TUBERIAS (APÉNDICE I) de estas mismas especificaciones.

23.10.6. Medición y pago

La medición y pago para las tuberías, válvulas y accesorios, será realizada en base a los precios y unidades como se indica en la Lista de Cantidades/Precios.

MATERIAL DE TUBERÍA Y TIPO DE JUNTA

Código	Sistema	Diámetro (Pulgadas)	Material y Tipo de Junta
WS	Drenaje de aceite, desagüe y drenaje (a excepción de las aguas pluviales y servidas)	½ a 2	Tuberías de acero al carbono con extremidades roscadas (sch 40) Accesorios de fierro fundido, roscados Bridas de acero, roscadas
		2 ½ y más	Tuberías de acero al carbono con extremidades cortadas (sch 40) Accesorios de acero al carbono, soldadura a tope Bridas de acero al carbono, soldadura a tope
D	Aguas pluviales y aguas servidas	3½ y más	Fierro fundido con extremidades hembra y macho. Accesorios de fierro fundido, extremidades hembra y macho con empaquetadura de bloqueo automático de doble junta en neopreno. Nota : se pueden usar juntas mecanicas en tuberias y conexiones de fierro fundido a extremidades cortadas.
UP	Tubería subterránea para la evacuación de aguas de drenaje	Hasta 8	Tubos PVC, con extremidades cortadas (sch 80) Accesorios PVC, cimentados
RW	Aguas no tratadas	½ a 2 ½	Tubería de cobre, tipo “L” y “K” Accesorios de latón forjado o de cobre, cobresoldados 95%-5%, soldadura de socket Uniones de latón forjado, roscados
R	Gas de refrigeración	Hasta 2	Tubería de cobre, tipo “L” Accesorios de cobre, cobresoldados 95%-5% soldadura de socket con 5% de contenido mínimo de plata

ANEXO D

CÓDIGO DE COLORES DE PINTURA

IT	SISTEMAS O EQUIPOS	COLOR
1	GENERADOR	GRIS PERLA 56 (RAL* 7004)
2	TAPAS POZO ALTERNADOR	GRIS PERLA 56 (RAL 7004)
3	CUBIERTA SUPERIOR GENERADOR, EXCITACIÓN	NARANJA (RAL 2008)
4	PANELES DE CONTROL, EXCITACIÓN, DISTRIBUCIÓN, MEDIA Y BAJA TENSIÓN, ETC.	GRIS CLARO (RAL 7044)
5	DUCTOS AIRE ACONDICIONADO	ALUMINIO 11 (RAL 9606)
6	DISTRIBUIDOR TURBINA	AMARILLO CANARIO 132 (RAL 1003)
7	CUBA COJINETE	NARANJA (RAL 2000)
8	CUBA SISTEMA REGULACIÓN	NARANJA (RAL 2000)
9	SERVOMOTOR DISTRIBUIDOR	NARANJA (RAL 2000)
10	VÁLVULA DE GUARDIA TURBINA	VERDE TILO 58 (RAL 6016)
11	SERVOMOTOR VÁLVULA DE GUARDIA TURBINA	NARANJA (RAL 2000)
12	BRAZO CONTRAPESO VÁLVULAS	AMARILLO CANARIO 13 (RAL 1003)
13	PESAS CONTRAPESO VÁLVULAS	AMARILLO CANARIO 13, CON FRANJAS NEGRAS 00 (RAL 1003-RAL 9005) //////
14	TUBERÍAS ACEITE A PRESIÓN O DE CARGA	ROJO 10 (RAL 3000)
15	TUBERÍAS ACEITE DRENAJE O DE DESCARGA	NARANJA (RAL 2000)
16	TANQUE ACUMULADOR AIRE – ACEITE	AZUL CLARO 53-ROJO10 (RAL 5012-RAL 3000)
17	TUBERÍA CONDUCCIÓN AGUA TÚNEL	VERDE TILO 58 (RAL 6016)
18	TUBERÍA CONDUCCIÓN AGUA POTABLE	VERDE CLARO 52 (6019)
19	VOLANTAS VÁLVULAS NORMALMENTE ABIERTAS	BLANCO 50 (RAL 9003)
20	VOLANTAS VÁLVULAS NORMALMENTE CERRADAS	ROJO 10 (RAL 3000)
21	VOLANTAS VALV. DE OPERACIÓN ABIERTA O CERRADA	BLANCO 50-ROJO 10 (RAL 9003-RAL 3000)
22	AIRE COMPRIMIDO: TUBERÍAS Y ACUMULADORES	AZUL CLARO 53 (RAL 5012)
23	SISTEMA CONTRA INCENDIO	ROJO CHINO (RAL 7004)
24	MOTORES ELÉCTRICOS A/C	GRIS PERLA 56 (RAL 7004)
25	ELECTRO VÁLVULAS	GRIS PERLA 56 (RAL 7004)
26	MOTORES ELÉCTRICOS DC	ROJO 10 GRIS PERLA 56 (RAL 3000-RAL 7004)
27	PASAMANOS	GRIS PERLA 56 (RAL 7004)
28	PUERTAS, TALLERES Y ALMACENES	AZUL OSCURO (RAL 5005)
29	PUENTE GRÚA	AMARILLO CANARIO 13 (RAL 1003)

* RAL – Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.

SECCION 24. PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA DE TUBERIAS (APÉNDICE I)

24.1 PARTE 1 GENERAL

24.1.1 DESCRIPCIÓN

En esta sección se describen los requisitos y procedimientos para las pruebas de presión y fuga de líneas de tuberías a presión. La prueba de presión hidrostática es una prueba de fugas que se ejecuta para validar la integridad de la tubería. La presión de prueba nunca será menor que la presión de trabajo teórica.

24.1.2 NORMAS DE REFERENCIA

Las publicaciones que se indican a continuación forma parte de esta especificación en la medida en que se hace referencia y están referidas a ella en el texto solamente por su designación básica.

24.1.3 REQUISITOS ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LA PRUEBA

A. Todas las tuberías, válvulas, los servicios, y accesorios relacionados deberán estar instalados previo a la prueba.

B. La tubería colocada dentro de la zanja debe tener el relleno colocado y compactado con un mínimo 75 cm. (2.5 pies) de material sobre la tubería o de otro modo deberán estar confinadas por sacos de arena para evitar el movimiento lateral o contracción axial bajo la presión de prueba.

C. Todos los bloques de anclaje de hormigón se dejaron curar un tiempo suficiente para desarrollar un esfuerzo mínimo de 140 kg-cm2 antes del ensayo (tiempo mínimo de 7 días).

D. Las pruebas de presión en la tubería expuesta y sobre el suelo se llevarán a cabo sólo después de que la totalidad sistema de tuberías ha sido instalado y colocados los soportes, ganchos o anclajes de la tubería como se muestra en los planos aprobados. Ha sido verificado por Control de Calidad (QA / QC) de la Supervisión, que el material y diámetros Y SDR s, de la tubería es el requerido; la resistencia de bridas y accesorios están de conformidad con los planos y las especificaciones.

E. Se han cumplido y verificado lo siguiente:

- ☐ Se ha limpiado la tubería de todos los residuos de construcción y materiales extraños?
- ☐ No se permite ejecutar la prueba con las zanjas llenas de agua ni se recomienda realizar pruebas en tiempo lluviosa por lo que debe programar la prueba hidrostática para que se efectué en tiempo seco, de manera que se puedan detectar fugas.
- ☐ Se ha analizado el perfil de elevación de tuberías y el procedimiento de llenado en cuanto al potencial de que por la velocidad de llenado se produzcan aumento de presión dinámica (golpe de ariete) durante el llenado, lo que podría sobrepasar la presión de componentes localizados, especialmente en las elevaciones más bajas
- ☐ Se Tienen definidas la tasa volumétrica de llenado, el método de llenado y el procedimiento de llenado.
- ☐ Se ha definido La tasa o rampa de presurización inicial, antes de la aplicación de la presión total de la prueba hidrostática
- ☐ Se ha aprobado el manual del plan de pruebas y entregado a todos los operadores y personal involucrado y el mismo ha sido entendido por todos los participantes en la reunión de seguridad y de calidad previa a la prueba (con registro de asistencia a la reunión).
- ☐ Se ha definido, si es el caso, cuales juntas atornilladas que van a quedar expuestos para la inspección visual y el posible reapriete de los tornillos durante o después de la prueba
- ☐ Si el plan de pruebas del propietario lo requiere, se ha colocado los empotramientos de las tuberías y los rellenos de zanja de modo que ciertas juntas especificadas, accesorios, conexiones de servicio, o válvulas están expuestos.
- ☐ Se han identificado todos los puntos altos y los "tramos muertos" laterales y hecha la previsión para la correcta instalación de válvulas de purga de aire de tamaño adecuado de suficiente volumen y capacidad de presión.
- ☐ ¿Se cuenta con un plan de respuesta a emergencias (según el caso) en el caso de una ruptura dramática durante la prueba hidrostática?

24.2 PARTE 2 MATERIALES

24.2.1 AGUA

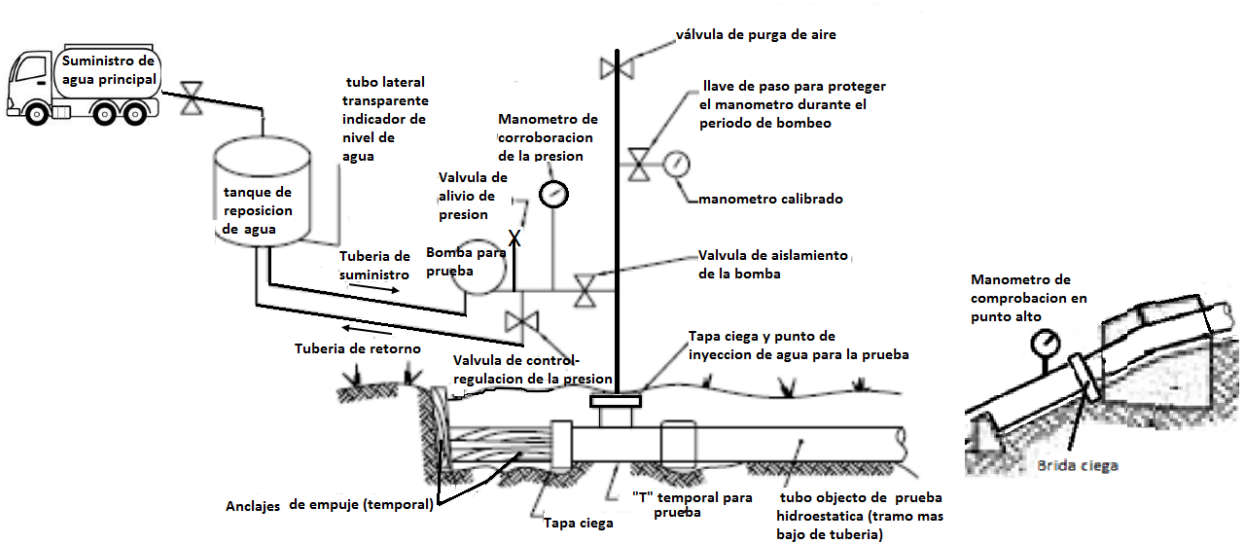
A. Se deberá utilizar agua limpia para la prueba hidrostática de la red.
B. El uso de agua para pozos no podrá ser utilizada a menos que no sea aprobada por La Supervisión y la misma deberá estar exenta de partículas disueltas.

24.2.2 CONEXIONES

A. El contratista proporcionará cualquier tubería temporal necesario para suministrar agua potable a la tubería que se va a probar.

24.2.3 EQUIPOS

A. Un esquema típico del equipamiento requerido para la prueba se muestra en la siguiente gráfica. El contratista proporcionará el equipamiento para la ejecución de la prueba, utilizando manómetros calibrados, con capacidad suficiente para registrar la presión de prueba. Un manómetro de comprobación deberá ser colocado en la parte más alta de la tubería a los fines de monitorear la presión alcanzada en este punto.



ESQUEMA TIPICO DE EQUIPAMIENTO PARA PRUEBA HIDROSTATICA

B. Se han cumplido y verificado lo siguiente con relación al equipamiento para la prueba:

• ¿Están todos los extremos con bridas ciegas y las válvulas restringidas (bloqueadas) y apoyadas?

• ¿Se ha revisado que todo el equipo tiene la capacidad para llevar a cabo su función sin fallo durante la prueba? ¿Es la bomba de presurización de "tamaño adecuado"? si la bomba es demasiado pequeña, se extenderá la duración de la prueba, y una bomba demasiado grande puede inhibir el control adecuado de la presión de prueba.

• ¿Se ha colocado el equipo de presurización en la posición adecuada (punto más bajo del tramo

a ensayar) y comprobado para su correcto funcionamiento sin fugas?

• Han sido calibrado en el último año todos los manómetros, registradores de datos, registradores de temperatura, medidores de volumen de agua, etc.; están en los archivos los certificados de calibración correspondientes? ¿Están los manómetros identificados de manera permanente con la numeración de los registros de calibración?

• Están colocados al menos dos (2) medidores o instrumentos calibrados de presión colocado en el sistema para ser utilizado como una comprobación cruzada de la precisión de la calibración? Típicamente, un medidor de presión calibrada se coloca en cada extremo y se controlará, para asegurar que toda la sección de prueba fue presurizada. Cualquier manómetro de presión utilizado tendrá rango de presión suficiente para 150% de la presión de prueba máxima permisible. Cuando se utilicen lectores de presión, se debe llevará un registro de forma continua durante la prueba.

• ¿Están todas las herramientas temporales, tales como mangueras, racores de conexión, bridas, válvulas de aislamiento, etc., diseñadas para una presión superior que la máxima presión hidrostática de la prueba?

• En el caso que se utilice válvulas de seguridad de alivio automático, las mismas para su correcto funcionamiento deben de estar fijada para 5 psi por encima de la presión de prueba máxima esperada en su punto de instalación.

• ¿Son del tamaño adecuado los drenajes y están instalados correctamente en los puntos bajos a lo largo de la tubería, a fin de permitir el vaciado de la tubería en el tiempo establecido por las especificaciones del contrato?

• Cuando se inicia el drenaje, de la tubería se debe tomar medidas para abrir los conductos de ventilación superior, para evitar un vacío interno de la tubería y para facilitar la velocidad de drenaje.

• ¿Están restringidos los cabezales de prueba? Las bridas ciegas están completamente restringidas. Mecanismos o piezas de los extremos que no sean resistentes a la carga de prueba, deberán ser temporalmente apoyados o anclados para resistir el empuje de la presión de prueba sin movimiento. Los soportes temporales no serán removidos hasta que la tubería se despresurice

• ¿La bomba de presurización tiene su propia válvula de alivio de seguridad?

24.3 PARTE 3 EJECUCIÓN

24.3.1 GENERAL

A. El Contratista deberá avisar a la Supervisión con un mínimo de cinco (5) días hábiles, previo a la fecha solicitada para las pruebas hidrostáticas indicando la hora de inicio de la misma.
B. El contratista deberá suministrar toda la mano de obra, materiales, herramientas y equipos para la prueba.

C. Solo se permitirá el bloqueo temporal durante las pruebas, en tapones temporales, tapas o donde indique la supervisión.

D. Todas las válvulas y accesorios deberán ser operados durante el periodo de prueba. El ensayo se efectuará con las válvulas intermedias en la posición abierta a fin de que pueda pasar el aire entrampado. Los extremos del tramo de tubería a ensayar deberán estar provisto de con bridas ciegas apoyadas y las válvulas (bloqueadas).

E. En el inicio de la prueba, todas las válvulas, válvulas de aireación, válvulas de drenajes (blowoffs) y las acometidas, deberán ser monitoreado por posibles fugas, debiéndose de hacer las reparaciones requeridas, si ocurriere fugas, antes de que la prueba prosiga.
Todos los accesorios deben ser monitoreados durante el periodo de prueba.

F. Para tuberías con recubrimiento poroso, tal como las tuberías con recubrimiento con mortero de cemento, la tubería se deberá de llenarse con agua y colocada bajo una ligera presión durante un mínimo de dos (2) días hábiles antes de la ejecución de la prueba hidrostática.

Se deberá, además:
1. Identificar la presión máxima de prueba a utilizar, según lo determinado por el ingeniero de proyectos o ingeniero de campo.

2. Determinar la capacidad de presión de todos los accesorios y dispositivos conectados para asegurarse de que están clasificados para la presión máxima de la prueba.

3. Si la sección de la tubería que se está probando está aislada de otras secciones de válvulas en línea, asegúrese de que la parte de la tubería que no se está probando, este abierto a la atmósfera

24.3.2 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN.

24.3.2.1 Selección de velocidad de llenado

La tubería a probar se deberá llenar lentamente con agua a temperatura ambiente. El Llenado se hace desde el punto más bajo de tal manera que la entrada de agua esté sumergida en un “colchón” de agua dentro de la tubería, evitando así la formación de espuma, entrada de aire y

posibilitando que el aire se disuelva en el agua de ensayo. Asimismo, una velocidad de llenado lenta, sumergida, evitará el arrastre de aire y permitirá la disolución del aire cuando la corriente de agua cae en cascada a través de los tramos de pendientes en bajadas a lo largo de la tubería. El aire disuelto puede ser eruptivo pudiendo producir una gran onda de presión, y puede disimular una posible fuga. Obviamente, las válvulas de expulsión de aire ubicadas en los puntos altos, deben ser abiertas y monitoreadas. Después del llenado, se debe dejar transcurrir entre 3 horas a 24 horas para que se produzca el equilibrio térmico de la tubería (especialmente en HDPE) y para dar tiempo a que cualquier aire disuelto pueda salir a través de los orificios de ventilación del sistema.

La velocidad o caudal de llenado lento recomendado Q, en gpm, viene dada en la función del diámetro interior D del tubo en pulgadas, y una velocidad de llenando de menos de 10 pies por min, calculada como sigue:

$$Q_{gpm} = 0.402\ D^2$$

Donde:
D es el diámetro interior de la tubería en pulgadas,
Q es la Caudal de llenado en galones por minuto

En algunos casos puede ser utilizada una espuma de uretanos para facilitar la remoción de aire, especialmente en tuberías con muchas ondulaciones, en donde bolsones de aire pueden quedar atrapados.

24.3.2.2 Procedimiento de Prueba y Criterios de Aceptación

A. Antes de aplicar la presión de ensayo especificada, se debe tener cuidado de extraer todo el aire dentro de la tuberías y accesorios a ensayar. El aire deberá ser liberado a través de acometidas, hidrantes, válvulas de pulga de aire, o en otros medios autorizados por lo que se debe de verificar que todos los puntos de ventilación se encuentran en la posición "abierta" antes de inicio del llenado.

En caso que sea necesario, se pueden utilizar Bridas Ciegas para la evacuación de aire en los puntos altos para ello se dejaran con los tornillos aflojados mientras se llena la tuberías con presiones de llenados baja, de manera que el aire entrampado sean expulsado a través de la junta o sello, hasta que el agua de relleno llega hasta la brida y sale pulverizada hacia fuera, lo que indica que todo aire ha sido expulsado, se procede a seguidas con el apriete completo de los tornillos de la brida, teniendo justamente la presión estática del agua en contra de la brida ciega.

B. La prueba de presión hidrostática de tres (3) horas se llevará a cabo después de que la tubería y todos accesorios se han instalado y después de que se hayan completado los rellenos de las zanjas, compactados con equipos de compactación pesados.

C. Los valores de presión de diseño de accesorios instalados (presión nominal) deben ser

recopilados antes de la prueba hidrostática y la presión de prueba debe basarse en un múltiplo de la presión de trabajo del componente de la tubería o accesorio que tenga la presión nominal más baja en el tramo en que se va a probar, en función de la elevación de tramo a ensayar y de la temperatura (especialmente en tuberías de HDPE). Así tenemos que la presión de la prueba hidrostática es por lo general entre 1,25 veces la presión nominal de operación y 1,5 veces la presión nominal de diseño de este componente. La máxima presión de prueba hidrostática debe ser registrada en el punto más bajo del tramo de tubería a probar; en caso de que se haga en otro punto más elevado, deben de hacerse las compensaciones por la diferencia de elevación. También es necesario hacer compensaciones por temperaturas diferente a una determinada temperatura, por ejemplo, para tuberías de HDPE se deberán hacer compensaciones para temperaturas diferentes a 73ºF (22.8ºC).

El Código ASME para la tubería de presión de acero, en B31.4, requiere que presión para la prueba hidrostática sea 1.25 veces el MAOP (presión máxima de operación permisible). Esta MAOP incluye la sobrepresión calculada por golpe de ariete. Otras normas aplicables a redes de acueducto, establecen el criterio de La presión de prueba hidrostática sea como minino de 50 PSI (35.15 m H2O) por encima de presión nominal PN de la tubería en el punto más bajo de la sección que se está probando. **En lo que respecta a estas especificaciones a menos que la supervisión lo especifique de otra forma, se utilizará el criterio de 1,5 veces la presión estática en el punto más bajo de la línea, verificando además de que, en el punto más alto de la línea, la presión llegue a por lo menos igual a la presión nominal PN de diseño de la tubería en dicho punto, razón por la cual es necesario colocar un manómetro en dicho punto.**

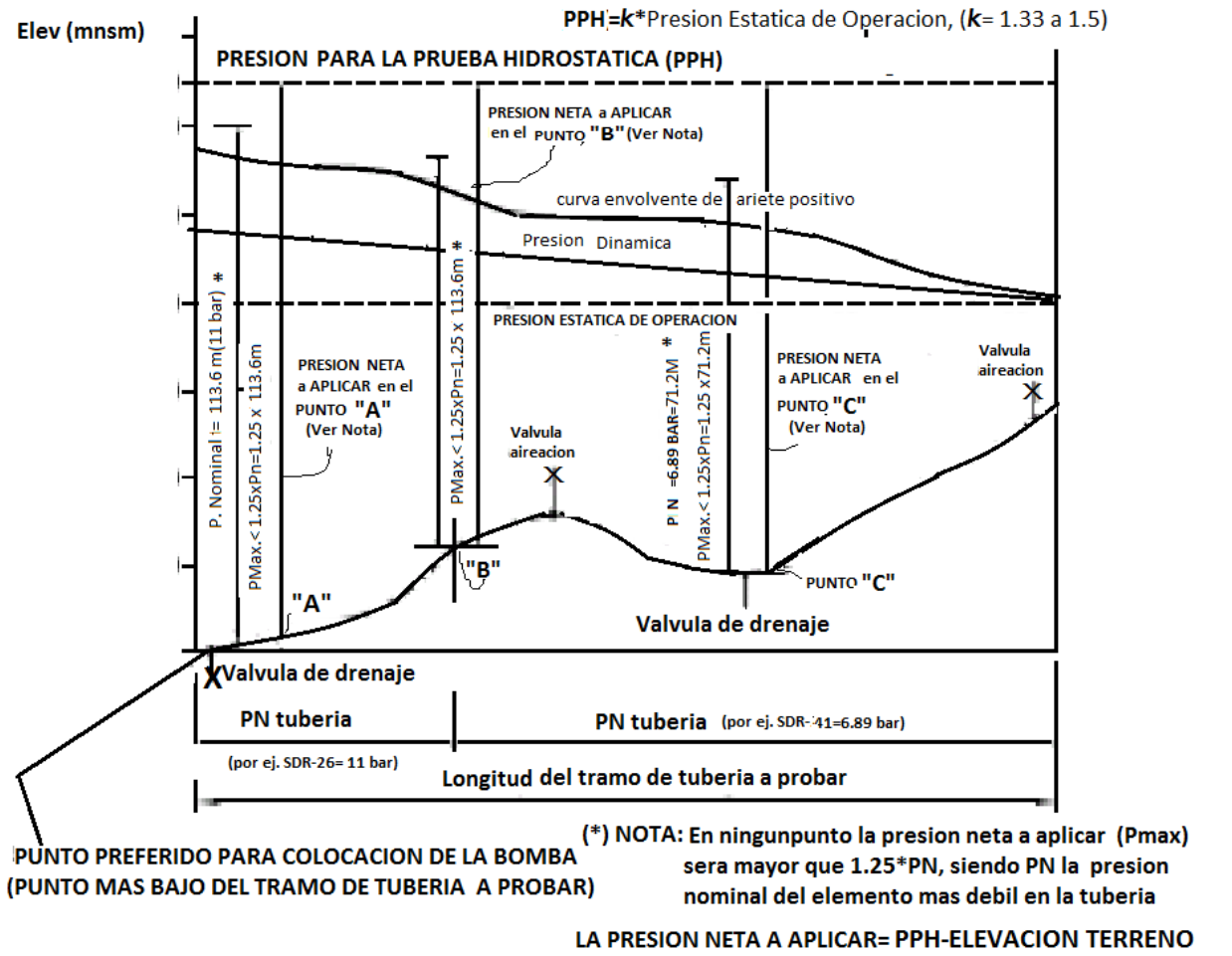


DIAGRAMA TIPICO DE PRESIONES EN UNA LINEA SOMETIDA A UNA PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA EN CAMPO (NO ESCALA)

C. La presión de ensayo debe aplicarse de forma continua y mantenida mediante bombeo por un período de dos (2) horas. Durante la fase de bombeo de la prueba, la presión de prueba se mantendrá en todo este tiempo dentro de un rango de ± 5 psi (presión manométrica) de la presión de ensayo especificada.

D. Al final de la segunda (2da.) hora, la presión deberá cumplir los requisitos establecidos anteriormente, procediéndose entones a la suspensión del bombeo por una (1) hora y anotando la caída de presión que se registre. Transcurrida la hora se reanuda el bombeo para restaurar la presión de prueba inicial y la cantidad de agua bombeada en la línea deberá medirse con precisión. Este volumen medido no deberá exceder la tasa permitida de fuga calculadas de la siguiente manera:

1. Tuberías de Acero y Hierro Dúctil soldadas o bridadas: La infiltración admisible para tuberías de acero (con bridas o soldadas) y de hierro dúctil (con bridas) será cero.

2. Tuberías de PVC y de hierro dúctil con juntas de goma: La fuga para tubería de

PVC (polivinilo) y para tuberías de acero o de hierro dúctil con juntas de goma se considerarán como la cantidad total de agua que se bombea en el tubo sistema durante la última hora de la prueba. Fuga admisible durante esta ultima hora deben estar de acuerdo con AWWA C600-99 y se calcula usando la siguiente fórmula:

$$L = \frac{S * D * (P)^{0.5}}{133,200}$$

Donde:
L =Perdida de agua permisible (Galones / hora)
S = longitud del tramo de tubería probado (pies)
D = diámetro nominal de la tubería (pulgadas)
P = presión promedio de la prueba durante la prueba (PSI) (presión manómetro)

3. Si la fuga es superior a la pérdida permisible, los puntos de fuga serán localizados y reparados a satisfacción de la Supervisión. Toda tubería, accesorios, válvulas, y otros accesorios defectuosos descubiertos serán retirados y reemplazados con un material fiable. La prueba hidrostática se repetirá hasta que la fuga no sea superior a la tasa permisible especificada anteriormente.

24.4. PARTE 4 ANEXOS

CIOD = Diámetros exteriores equivalentes del hierro fundido
IPS = Diámetros exteriores de medida de tubería de hierro

Tubería de PE		CIOD PVC (AWWA C900)		IPS PVC (ASTM D2241)	
DR	Clasificación de presión (psi)	DR	Clasificación de presión (psi)	SDR	Clasificación de presión (psi)
21	80				
17	100			41	100
13.5	130			32.5	125
11	160			26	160
		25	165		
9	200			21	200
		18	235		
7.3	255			17	250
		14	305	13.5	315

TABLA DE PRESIONES NOMINALES DE TUBERIAS DE POLIETILENO **(PE)** Y DE POLICLURO DE VINILO **(PVC)**

Piping Class Ratings Based on ASME B16.5 and Corresponding pression nominal (PN) rating designators :

Class	150	300	400	600	900	1500	2500
PN	20	50	68	110	150	260	420

Notes:

1. Pressure-temperature ratings of different classes vary with the temperature and the material of construction.
2. For pressure-temperature ratings, refer to tables in ASME B16.5, or ASME B16.34.
3. Pression nominal is the French equivalent of pressure nominal.

Above table lists the standard pipe class ratings based on ASME B16.5
In addition, the piping may be classified by class ratings covered by other ASME standards, such as ASME B16.1, B16.3, B16.24, and B16.42. A piping system may be rated for a unique set of pressures and temperatures not covered by any standard.