

INTRODUCCIÓN	14
1 MOVIMIENTO DE SUELOS	15
1.1 DESBROCE Y LIMPIEZA	15
1.1.1 DESCRIPCIÓN	15
1.1.2 EQUIPOS	15
1.1.3 MEDICIÓN	15
1.1.4 PAGO	15
1.2 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	16
1.2.1 DESCRIPCIÓN	16
1.2.2 CLASIFICACIÓN.....	16
1.2.3 EQUIPOS	16
1.2.4 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	16
1.2.5 EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD	16
1.2.6 MEDICIÓN	16
1.2.7 PAGO	17
1.3 EXCAVACIÓN DE BOLSONES	18
1.3.1 DESCRIPCIÓN	18
1.3.2 EQUIPO	18
1.3.3 MEDICIONES PREVIAS.....	18
1.3.4 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN	18
1.3.5 OBLIGACIONES SUBSIDIARIAS.....	18
1.3.6 MEDICIÓN	18
1.3.7 PAGO	19
1.4 EXCAVACIÓN DE ZANJAS DE DRENAJE	20
1.4.1 DESCRIPCIÓN	20
1.4.2 EQUIPO	20
1.4.3 MEDICIONES PREVIAS.....	20
1.4.4 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN	20
1.4.5 OBLIGACIONES SUBSIDIARIAS.....	20
1.4.6 MEDICIÓN	20
1.4.7 PAGO	21
1.5 EXCAVACIÓN PARA SANEAMIENTO DE SUBRASANTE	22
1.5.1 DESCRIPCIÓN	22
1.5.1 EQUIPO	22
1.5.2 MEDICIONES PREVIAS.....	22
1.5.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN	22

1.5.4	OBLIGACIONES SUBSIDIARIAS	22
1.5.5	MEDICIÓN	22
1.5.6	PAGO	23
1.6	TERRAPLÉN PARA RELLENO DE SANEAMIENTO DE SUBRASANTE	24
1.6.1	MATERIALES	24
1.6.1	MEDICIÓN	24
1.6.2	PAGO	24
1.7	RELLENO LATERAL CON RIPIO	25
1.7.1	DESCRIPCIÓN	25
1.7.2	MATERIALES	25
1.7.3	EQUIPO	26
1.7.4	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	26
1.7.5	EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD	27
1.7.6	CONSERVACIÓN	27
1.7.7	MEDICIÓN	27
1.7.8	PAGO	27
1.8	RELLENO LATERAL CON SUELO CAL	28
1.8.1	DESCRIPCIÓN	28
1.8.2	MATERIALES	28
1.8.3	EQUIPOS	30
1.8.4	REQUERIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN	31
1.8.5	CONSERVACIÓN	35
1.8.6	LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN	35
1.8.7	ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA	35
1.8.8	CONTROL DE CALIDAD	35
1.8.9	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO	37
1.8.10	MEDICIÓN	38
1.8.11	PAGO	38
2	PAQUETE ESTRUCTURAL	40
2.1	LOSA DE HORMIGÓN CON FIBRAS EN BANQUINA Y EN CALZADA	40
2.1.1	DESCRIPCIÓN	40
2.1.2	MATERIALES	44
2.1.3	DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO	52
2.1.4	ENSAYOS SOBRE EL HORMIGÓN FRESCO	56
2.1.5	REQUISITOS PARA LA FABRICACIÓN	59
2.1.6	PROTECCIÓN DEL PAVIMENTO Y APERTURA AL TRÁNSITO	67

2.1.7	CONTROLES DE RECEPCIÓN	67
2.1.8	CONSERVACIÓN	72
2.1.9	MEDICIÓN	72
2.1.10	PAGO	72
2.2	RELLENO GRANULAR CON COMPACTACIÓN MANUAL	74
2.2.1	DESCRIPCIÓN	74
2.2.2	CONTROLES	74
2.2.3	CONSERVACIÓN	75
2.2.4	MEDICIÓN	75
2.2.5	PAGO	75
2.3	RIEGO DE CURADO	76
2.3.1	DESCRIPCIÓN	76
2.3.2	MATERIALES	76
2.3.3	EQUIPOS	76
2.3.4	REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN	77
2.3.5	ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS	79
2.3.6	MEDICIÓN	80
2.3.7	PAGO	80
2.4	SUB BASES GRANULARES ESTABILIZADAS CON CEMENTO	81
2.4.1	DESCRIPCIÓN	81
2.4.2	MATERIALES	81
2.4.3	DISEÑO DE LA MEZCLA	84
2.4.4	PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO	84
2.4.5	TRAMO DE PRUEBA	87
2.4.6	EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD	88
2.4.7	CONSERVACIÓN	91
2.4.8	MEDICIÓN	91
2.4.9	PAGO	91
2.5	SUB RASANTE DE RIPIO VIRGEN Y REPROCESADA CBR \geq 20%	93
2.5.1	DESCRIPCIÓN	93
2.5.2	MATERIALES	93
2.5.3	EQUIPOS	94
2.5.4	PROCESO CONSTRUCTIVO	94
2.5.5	TRAMO DE PRUEBA	96
2.5.6	CONTROLES	96
2.5.7	CONSERVACIÓN	97

2.5.8	MEDICIÓN	97
2.5.9	PAGO	98
2.6	SUELO CAL EXISTENTE ESTABILIZADO CON CEMENTO 14 KG/CM ²	99
2.6.1	DESCRIPCIÓN	99
2.6.2	MATERIALES	99
2.6.3	SUELO	100
2.6.4	EQUIPO	100
2.6.5	PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	100
2.6.6	EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD	103
2.6.7	CONSERVACIÓN	106
2.6.8	MEDICIÓN	106
2.6.9	PAGO	106
2.7	GEOTEXTIL NO TEJIDO $\geq 400\text{gr/m}^2$ BAJO LOSAS	107
2.7.1	DESCRIPCION Y ALCANCES	107
2.7.2	MATERIALES	107
2.7.3	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	107
2.7.1	CONSERVACIÓN	108
2.7.2	MEDICIÓN	108
2.7.1	PAGO	108
2.8	RIEGO DE IMPRIMACIÓN EN RELLENO GRANULAR LATERAL	109
2.8.1	DESCRIPCIÓN	109
2.8.2	MATERIALES	109
2.8.3	EQUIPOS	110
2.8.4	PROCEDIMIENTO COSNTRUCTIVO	111
2.8.5	EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD	114
2.8.6	CONSERVACIÓN	114
2.8.7	MEDICIÓN	114
2.8.8	PAGO	115
3	HORMIGÓN HIDRÁULICO	116
3.1.1	DESCRIPCIÓN	116
3.1.2	MATERIALES	116
3.1.3	EQUIPOS	119
3.1.4	REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN	120
3.1.5	FABRICACIÓN DE LA MEZCLA	122
3.1.6	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	123
3.1.7	LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN	127

3.1.8	ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS	127
3.1.9	CONTROL DE CALIDAD	130
3.1.10	MEDICIÓN	130
3.1.11	PAGO	130
4	ACERO DE REFUERZO	131
4.1.1	DESCRIPCIÓN	131
4.1.2	MATERIALES	131
4.1.3	EQUIPO	131
4.1.4	REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN	131
4.1.5	CONTROL DE CALIDAD	133
4.1.6	MEDICIÓN	134
4.1.7	PAGO	134
5	OBRAS DE DRENAJE Y PUENTES.....	135
5.1	ALCANTARILLAS TUBULARES DE HORMIGÓN ARMADO	135
5.1.1	DESCRIPCIÓN	135
5.1.2	MATERIALES	135
5.1.3	EQUIPO	136
5.1.4	REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN	136
5.1.5	ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS	137
5.1.6	CONTROL DE CALIDAD	138
5.1.7	MEDICIÓN	139
5.1.8	PAGO	139
5.2	ALCANTARILLAS CELULARES DE HORMIGÓN ARMADO	140
5.2.1	DESCRIPCIÓN	140
5.2.2	MATERIALES	140
5.2.3	EQUIPO	140
5.2.4	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	140
5.2.5	ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS	142
5.2.6	CONTROL DE CALIDAD	142
5.2.7	CONSERVACIÓN	143
5.2.8	MEDICIÓN	143
5.2.9	PAGO	143
5.3	CABECERAS DE HORMIGÓN ARMADO PARA ALCANTARILLAS	144
5.3.1	DESCRIPCIÓN Y ALCANCE	144
5.3.2	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	144
5.3.3	EQUIPOS	145

5.3.4	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO	145
5.3.5	MEDICIÓN	145
5.3.6	PAGO	145
5.4	FRESADO DE CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO	147
5.4.1	DESCRIPCIÓN	147
5.4.2	PROCESO CONSTRUCTIVO	147
5.4.3	EQUIPOS	147
5.4.4	MEDICIÓN	148
5.4.5	PAGO	148
5.5	CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO	149
5.5.1	DESCRIPCIÓN	149
5.5.2	MATERIALES	149
5.5.3	EQUIPOS	151
5.5.4	REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN	154
5.5.5	CONTROL DE CALIDAD	161
5.5.6	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO	164
5.5.7	CONSERVACIÓN	164
5.5.8	MEDICIÓN	165
5.5.9	PAGO	165
5.6	RIEGO DE LIGA	166
5.6.1	DESCRIPCIÓN	166
5.6.2	MATERIALES	166
5.6.3	EQUIPOS	167
5.6.4	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	168
5.6.5	PRESTACIÓN DE LA DOTACIÓN DE OBRA	170
5.6.6	LIMITACIONES DE EJECUCIÓN	170
5.6.7	EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD	170
5.6.8	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO	170
5.6.9	CONSERVACIÓN	171
5.6.10	MEDICIÓN	171
5.6.11	PAGO	171
5.7	JUNTA DE DILATACIÓN	172
5.7.1	DECRIPCIÓN	172
5.7.2	MATERIALES	172
5.7.3	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN	172
5.7.4	MEDICIÓN	172

5.7.5	PAGO	172
5.8	PASO SALVACUNETAS CON SUMIDERO	173
5.8.1	DEFINICION Y ALCANCE	173
5.8.2	MATERIALES	173
5.8.3	EJECUCIÓN	173
5.8.4	ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS	173
5.8.5	CONTROL DE CALIDAD	175
5.8.6	MEDICIÓN	175
5.8.7	PAGO	175
5.9	CORDÓN DE HORMIGÓN SIMPLE	176
5.9.1	DESCRIPCIÓN Y ALCANCE	176
5.9.2	MATERIALES	176
5.9.3	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	176
5.9.4	ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS	177
5.9.5	CONTROL DE CALIDAD	178
5.9.6	MEDICIÓN	178
5.9.7	PAGO	178
5.10	BAJANTE DE TERRAPLÉN	179
5.10.1	DESCRIPCIÓN	179
5.10.2	MATERIALES	179
5.10.3	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	179
5.10.4	MEDICIÓN	179
5.10.5	PAGO	180
5.11	DISPOSITIVOS DE DRENAJE EN TERRAPLÉN	181
5.11.1	DESCRIPCIÓN	181
5.11.2	MATERIALES	181
5.11.3	EQUIPO	181
5.11.4	REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN	181
5.11.5	MEDICIÓN	181
5.11.6	PAGO	182
5.12	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	183
5.12.1	DESCRIPCIÓN	183
5.12.2	MATERIALES	183
5.12.3	EQUIPO	183
5.12.4	CONDICIONES DE ACEPTACIÓN	184
5.12.5	MEDICIÓN	184

5.12.6	PAGO	184
6	OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	185
6.1	ALAMBRADOS	185
6.1.1	DESCRIPCIÓN	185
6.1.2	MATERIALES.....	185
6.1.3	EJECUCIÓN.....	185
6.1.4	MEDICIÓN	186
6.1.5	PAGO	186
6.2	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	187
6.2.1	DESCRIPCIÓN	187
6.2.2	LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN	188
6.2.3	RETROREFLECTIVIDAD DE LAS PINTURAS DE TRÁNSITO	189
6.2.4	PROCESOS DE APLICACION	190
6.2.5	CONTROL DE CALIDAD EN OBRA.....	191
6.2.6	DIMENSIONES	191
6.2.7	SEÑALIZACIONES PINTADAS	193
6.2.8	REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN	195
6.2.9	SEÑALIZACIONES TERMOPLÁSTICAS	195
6.2.10	ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	196
6.2.11	MEDICIÓN	197
6.2.12	PAGO	197
6.3	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	198
6.3.1	DESCRIPCIÓN	198
6.3.2	MATERIALES.....	199
6.3.3	EQUIPO	200
6.3.4	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	200
6.3.5	EXIGENCIAS Y CONTROL DE CALIDAD	201
6.3.6	CONSERVACIÓN	201
6.3.7	MEDICIÓN	201
6.3.8	PAGO	201
6.4	DELINEADORES O TACHAS REFLECTIVAS	202
6.4.1	DESCRIPCIÓN	202
6.4.2	MATERIALES.....	202
6.4.3	EQUIPO	203
6.4.4	REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN	203
6.4.5	LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN	204

6.4.6	ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS	204
6.4.7	MEDICIÓN	204
6.4.8	PAGO	204
6.5	MOJÓN DE KILOMETRAJE	205
6.5.1	DESCRIPCIÓN	205
6.5.2	MATERIALES	205
6.5.3	EQUIPO	206
6.5.4	REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN	206
6.5.5	ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS	207
6.5.6	MEDICIÓN	208
6.5.7	PAGO	208
6.6	PÓRTICO DE SEÑALIZACIÓN	209
6.6.1	DESCRIPCIÓN	209
6.6.2	MATERIALES	209
6.6.3	EQUIPOS	209
6.6.4	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	209
6.6.5	CONTROL DE CALIDAD	210
6.6.6	CONSERVACIÓN	210
6.6.7	MEDICIÓN	210
6.6.8	PAGO	210
6.7	BARANDAS METÁLICAS	211
6.7.1	DESCRIPCIÓN	211
6.7.2	CARACTERÍSTICAS	211
6.7.3	MATERIALES	211
6.7.4	PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	211
6.7.5	EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD	212
6.7.6	CONSERVACIÓN	212
6.7.7	MEDICIÓN	212
6.7.8	PAGO	212
6.8	PRETILES EN PUENTES	213
6.8.1	DESCRIPCIÓN	213
6.8.2	CARACTERÍSTICAS	214
6.8.3	MATERIALES	214
6.8.4	PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	214
6.8.5	EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD	215
6.8.6	CONSERVACIÓN	215

6.8.7	MEDICIÓN	215
6.8.8	PAGO	215
6.9	REFUGIO PARA PEATONES CON CASETA DE HºAº	216
6.9.1	DESCRIPCIÓN	216
6.9.2	MATERIALES	216
6.9.3	EQUIPO	216
6.9.4	PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	216
6.9.5	EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD	216
6.9.6	CONSERVACIÓN	216
6.9.7	MEDICIÓN	216
6.9.8	PAGO	217
6.10	REVESTIMIENTO VEGETAL	218
6.10.1	DESCRIPCIÓN	218
6.10.2	MATERIALES	218
6.10.3	EQUIPO	219
6.10.4	PROCESO CONSTRUCTIVO	219
6.10.5	EXIGENCIAS Y CONTROL DE CALIDAD	220
6.10.6	CONSERVACIÓN	220
6.10.7	MEDICIÓN	220
6.10.8	PAGO	220
6.11	TRASLADO DE ESTRUCTURAS ELÉCTRICAS Y DE COMUNICACIONES DEL SERVICIO PÚBLICO	221
6.11.1	DESCRIPCIÓN	221
6.11.2	MATERIALES	221
6.11.3	PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO	222
6.11.4	MEDICION	222
6.11.5	PAGO	222
6.12	MANTENIMIENTO DE CAMINOS AUXILIARES	223
6.12.1	DESCRIPCIÓN	223
6.12.2	TAREAS DE MANTENIMIENTO DE CAMINO AUXILIAR	223
6.12.3	MATERIALES	223
6.12.4	EQUIPOS	223
6.12.5	MEDICIÓN	224
6.12.6	PAGO	224
7	ESTACIÓN DE PEAJE Y PESAJE.....	225
7.1.1	DESCRIPCIÓN	225
7.1.2	CONSERVACIÓN	225

7.1.3	MEDICIÓN	225
7.1.4	PAGO	225
7.2	INSTALACIÓN DE SENSORES Y ESPIRAS MAGNÉTICAS	226
7.2.1	DESCRIPCIÓN	226
7.2.2	DISEÑO TIPO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LOS PUESTOS PERMANENTES ...	226
7.2.3	INSTALACIÓN DE LOS PUESTOS PERMANENTES	226
7.2.4	MEDICIÓN	228
7.2.5	PAGO	228
8	MOVILIZACIÓN	229
8.1.1	DESCRIPCIÓN Y ALCANCE	229
8.1.2	LABORATORIOS DE CONTROL.....	230
8.1.3	MEDICIÓN	230
8.1.4	PAGO	230
9	INSTALACIONES Y SERVICIOS	231
9.1	INSTALACIONES Y SERVICIOS PERSONALIZADOS.....	231
9.1.1	DESCRIPCIÓN	231
9.1.2	MOVILIDAD.....	231
9.1.3	VIVIENDAS Y OFICINA DE CAMPO	231
9.1.4	OFICINA DE CAMPO.....	232
9.1.5	SERVICIOS DE COMEDOR Y HOSPEDAJE.....	233
9.1.6	SUMINISTROS PARA LA UNIDAD EJECUTORA DE PROYECTOS CAF	233
9.1.7	DURACIÓN DEL SERVICIO, EQUIPOS Y VEHÍCULOS.	234
9.1.8	MEDICIÓN	234
9.1.9	PAGO	234

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1–1: Forma de pago ítem Desbroce y Limpieza	15
Tabla 1–2: Forma de pago ítem Excavación no clasificada.....	17
Tabla 1–3: Forma de pago ítem Excavación de bolsones	19
Tabla 1–4: Forma de pago ítem Excavación de zanjas de drenaje	21
Tabla 1–5: Forma de pago ítem Excavación para saneamiento de subrasante.....	23
Tabla 1–6: Forma de pago ítem Terraplén para Relleno de Saneamiento de Subrasante	24
Tabla 1–7: Forma de pago ítem Relleno Lateral con Ripio.....	27
Tabla 1–8: Granulometría de suelos para relleno lateral con cal.....	28
Tabla 1–9: Forma de pago ítem Relleno lateral con suelo cal.....	39
Tabla 2–1: Requisitos mínimos para el hormigón de losas	41
Tabla 2–2: Frecuencia de control de agregados para el hormigón	46
Tabla 2–3: Requisitos para el agua de mezclado y curado del hormigón	47
Tabla 2–4: Requisitos de selladores de caucho de silicones para juntas.....	51
Tabla 2–5: Frecuencia de ensayos en hormigón fresco	59
Tabla 2–6: Requisitos que deben cumplir las plantas dosificadoras y elaboradoras de hormigón	59
Tabla 2–7: Forma de pago ítem Losa de Hormigón con Fibras.....	73
Tabla 2–8: Forma de pago ítem relleno granular con compactación manual.....	75
Tabla 2–9: Especificaciones para emulsiones catiónicas (ASTM D-2397).....	78
Tabla 2–10: Requisitos de material bituminoso diluido de curado medio	78
Tabla 2–11: Requisitos de material bituminoso diluido de curado rápido (AASHTO M-81)	79
Tabla 2–12: Forma de pago ítem Riego de Curado.....	80
Tabla 2–13: Requerimientos granulométricos para subbase granular (ASTM D 1241)	82
Tabla 2–14: Requerimientos de agregado grueso para subbase granular.....	82
Tabla 2–15: Requerimientos de agregado fino para subbase granular	83
Tabla 2–16: Frecuencia de ensayos en sub bases cementadas	90
Tabla 2–17: Forma de pago ítems Sub Base Granular estabilizado con cemento.....	92
Tabla 2–18: Requerimientos granulométricos para material granular (ASTM D 1241).....	93
Tabla 2–19: Forma de pago ítem subrasante de ripio CBR 20%	98
Tabla 2–20: Frecuencia de ensayos en suelo cal cementado	105
Tabla 2–21: Forma de pago ítem suelo cal existente estabilizado con cemento 14 kg/cm ²	106
Tabla 2–22: Forma de pago ítem Geotextil No Tejido 400gr/m ² bajo losas	108
Tabla 2–23: Forma de pago ítem Riego de Imprimación sobre Relleno Granular Lateral	115
Tabla 3–1: Características del agregado fino para obras de arte	116
Tabla 3–2: Granulometría del agregado fino para obras de arte	116
Tabla 3–3: Sustancias perjudiciales en agregado grueso para obras de arte	117
Tabla 3–4: Granulometría del agregado grueso para obras de arte.....	117
Tabla 3–5: Ensayos al agua para obras de arte	118
Tabla 3–6: Contenido máximo de ion cloruro en agua para obras de arte	118
Tabla 3–7: Clases de concreto para obras de arte	119
Tabla 3–8: Resistencia promedio requerida para obras de arte	121
Tabla 3–9: Porcentaje de aire incluido para obras de arte	121
Tabla 3–10: Ensayos y frecuencias del concreto para obras de arte	129
Tabla 4–1: Peso de barras de acero por unidad de longitud para obras de arte.....	131
Tabla 5–1: Resistencia al aplastamiento y absorción máxima de tubos de H ^o A ^o para obras de arte	135
Tabla 5–2: Tolerancias en las dimensiones de tubos de H ^o A ^o para obras de arte	138
Tabla 5–3: Forma de pago ítems Alcantarillas Tubulares	139
Tabla 5–4: Forma de pago ítems Alcantarillas Celulares.....	143
Tabla 5–5: Forma de pago ítems Cabeceras de Hormigón Armado Para Alcantarillas.....	146
Tabla 5–6: Forma de pago ítem Fresado de Carpeta de Concreto Asfáltico en tablero	148
Tabla 5–7: Requerimientos para agregado grueso en concreto asfáltico	149
Tabla 5–8: Requerimientos para agregado fino en concreto asfáltico.....	150

Tabla 5-9: Clasificación del cemento asfáltico con polímeros	150
Tabla 5-10: Vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA).....	155
Tabla 5-11: Tolerancias granulométricas para agregados de mezcla asfáltica en caliente	156
Tabla 5-12: Determinaciones de control a realizar sobre una de las muestras del producto	162
Tabla 5-13: Forma de pago ítem de Carpeta de Concreto Asfáltico	165
Tabla 5-14: Especificaciones para emulsiones catiónicas (ASTM D-2397).....	166
Tabla 5-15: Requisitos para tanques de almacenamiento de emulsión asfáltica	167
Tabla 5-16: Equipos para realizar el riego de liga	167
Tabla 5-17: Condiciones generales para preparación de superficie de apoyo	168
Tabla 5-18: Condiciones generales para la ejecución de riegos de liga	168
Tabla 5-19: Ensayos de adherencia entre capas	170
Tabla 5-20: Rango de tasa de aplicación de ligante asfáltico residual	170
Tabla 5-21: Forma de pago ítem de Riego de Liga.....	171
Tabla 5-22: Forma de pago ítem de Junta de dilatación	172
Tabla 5-23: Forma de pago ítem paso salvacunetas con sumidero	175
Tabla 5-24: Forma de pago ítem cordón simple en plataforma	178
Tabla 5-25: Forma de pago ítem bajante de terraplén	180
Tabla 5-26: Forma de pago ítem dispositivo de drenaje simple en terraplén	182
Tabla 5-27: Forma de pago ítem limpieza de alcantarillas.....	184
Tabla 6-1: Forma de pago ítems Alambrados	186
Tabla 6-2: Retrorreflectancia horizontal (MCD/Lux/m2).....	189
Tabla 6-3: Valores de retrorreflectividad para el tipo D	189
Tabla 6-4: Características técnicas de microesferas de vidrio	189
Tabla 6-5: Clasificación de microesferas de vidrio (AASHTO M-247)	195
Tabla 6-6: Forma de pago ítem señalización horizontal	197
Tabla 6-7: Forma de pago ítem señalización vertical.....	201
Tabla 6-8: Coeficientes de retrorreflectividad mínimo en milicandelas/lux	202
Tabla 6-9: Forma de pago ítems tachas reflectivas	204
Tabla 6-10: Forma de pago ítem mojón de kilometraje.....	208
Tabla 6-11: Forma de pago ítem pórticos de señalización.....	210
Tabla 6-12: Forma de pago ítems Barrera metálica nivel de contención H1	212
Tabla 6-13: Forma de pago ítem pretil de puente con nivel de contención H2	215
Tabla 6-14: Forma de pago ítem caseta de refugio peatonal	217
Tabla 6-15: Forma de pago ítem revestimiento vegetal	220
Tabla 6-16: Forma de pago ítems traslados de estructuras del servicio público	222
Tabla 6-17: Forma de pago ítem mantenimiento de caminos auxiliares	224
Tabla 7-1: Forma de pago ítems estación de peaje y pesaje	225
Tabla 7-2: Forma de pago ítem sensores y espiras magnéticas en puesto de conteo	228
Tabla 8-1: Forma de pago ítem movilización	230
Tabla 9-1: Forma de pago ítem Instalación y servicios especializados	234

INTRODUCCIÓN

Las presentes Especificaciones Técnicas son de uso exclusivo para la ejecución de la reconstrucción y rehabilitación de los tramos del Lote A de 53,4km y del Lote B de 36,8km en los 90,2 kilómetros de la Ruta PY05 entre el km 318,92 y el km 409,118. Estos requerimientos técnicos mínimos corresponden a la intervención mediante la alternativa de pavimento rígido definida por el MOPC cumpliendo los requisitos mínimos establecidos en el Manual de Carreteras del Paraguay 2019 y normativas actualizadas de la región en lo referente a pavimento rígido.

En este documento se detallan las capas estructurales y el apoyo de la estructura (fundación) a construir y/o reconstruir, así como los materiales necesarios y definido como terraplén lateral de ensanche, que permitirá realizar la compatibilización geométrica en sectores de pavimento debe elevarse respecto a la rasante existente. Dado que existen al menos tres tipos de intervenciones de reconstrucción, cada una se discrimina por su intervención en las respectivas capas de apoyo, sin embargo, algunos ítems son comunes en todas las intervenciones.

El Contratista debe realizar la Visita a campo para una comprobación “in-situ” al momento de la convocatoria del llamado a licitación, por lo que las limitaciones del estudio de referencia deben ser analizadas por el mismo y su vez deben ser asumidas o contempladas en la presentación de oferta sin derecho a reclamos respecto a parámetros técnicos, cantidades, faltantes o riesgos como el estado de las condiciones de suelos, disponibilidad y calidad de las fuentes de materiales, problemáticas de drenaje que puedan afectar a los pavimentos, por lo que debe realizar una inspección general de las condiciones de la traza y de los materiales a utilizar o elementos viales a construir.

Los requerimientos principales o generales para la construcción del pavimento rígido son:

1. Disponer de equipamientos mínimos para la construcción industrial específica para hormigón hidráulico mediante pavimentadora de molde deslizante, con aprovisionamiento mediante planta premezcladora con traslado mediante volquetes, cuyas capacidades se definen más adelante, siendo necesario la pavimentación en el ancho de calzada (7,2m)
2. Las banquetas deberán ser también de hormigón, pero con un hormigón y procedimiento menor. En todos los casos se requiera la verificación en laboratorio y en campo de los requerimientos mínimos (resistencias especificadas, etc.)
3. La reutilización de los materiales existentes como capas granulares, asfalto deteriorado o ripio son obligatorios, siempre y cuando se verifique y realice el saneamiento de la subrasante previamente a la pavimentación.
4. Dado que el pavimento nuevo se apoya mayormente en capas de material reciclado o reutilizando lo existente, se vio necesaria el ensanche lateral de los taludes, con dos requerimientos según el tramo o disposición de material, ensanche con la adición de ripio en terraplenes de ripio o adición de cal en los suelos arcillosos existentes. En ambos casos se prevé el tratamiento lateral mediante capas no mayores a 20 cm y con ancho mínimo de máquina (2m).
5. Los requerimientos de recepción son acordes al procedimiento y no sobrexigen al constructor en lo referente a IRI o terminaciones, sin embargo, será exigido la disponibilidad de expertos por parte de la contratista que apoyen al abordaje en las distintas etapas de construcción y que permitan ejecutar los trabajos en el tramo mediante pavimentación con hormigón.
6. Una vez liberado al tránsito o finalizada la construcción de los tramos o lote completo, el contratista deberá prever o considerar tareas de reemplazo o reparación de losas cuya falla pudo haberse dado por déficit constructivos o fallas asociadas a la variabilidad constructiva atribuibles al proceso y que se encuentren en el periodo de garantía del contrato

1 MOVIMIENTO DE SUELOS

1.1 DESBROCE Y LIMPIEZA

1.1.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en el desbroce, remoción y eliminación de todo producto vegetal y desechos, en todo el ancho destinado a la plataforma del camino, banquinas, taludes y áreas adyacentes, hasta una distancia mínima de 5 metros más allá del borde del pie de los taludes del terraplén o de la parte superior de los taludes de cortes o según órdenes de la Fiscalización.

Si bien el trabajo en este proyecto es mínimo, en los sectores de ruta antigua se deberá realizar. Incluye la remoción y retiro de tierra con materia orgánica o barrosa dentro de esas áreas.

En las zonas donde los suelos son fácilmente erosionables, estos trabajos deberán llevarse al ancho mínimo, compatible con la construcción de la obra, a los efectos de mantener la cubierta vegetal existente, en la mayor superficie posible, con como medio de evitar la erosión.

Los trabajos de desbroce, desbroce y limpieza, deberán ser ejecutados antes de dar comienzo a otros trabajos subsecuentes, incluso los trabajos de topografía.

Se efectuará el desbroce y limpieza en el ancho del camino señalado en los Planos o de acuerdo a instrucciones de la Fiscalización, donde el desmonte o el terraplén deban ser construidos, ensanchado, rebajado o elevado.

El desbroce y limpieza incluirá la remoción de materiales vegetales, tales como hierbas, césped y raíces; incluirá igualmente la remoción de la capa superior de tierra hasta una profundidad de no menos de 0,10 m y no más de 0,20 m, dentro de los límites de la excavación fijados para el terraplén, ensanches de terraplén, cortes y ensanches de cortes.

La capa de tierra excavada no podrá ser utilizada en la construcción de terraplenes y deberá ser acarreada y/o depositada en tal forma que no interfiera con el drenaje de la superficie y posteriormente utilizada como revestimiento de suelo vegetal de los taludes del camino y áreas próximas, conformando y explanando convenientemente o según lo ordene la Fiscalización, o como para revestimiento con pasto. La capa superior de tierra deberá ser excavada a la profundidad indicada, con anticipación al inicio de las excavaciones normales o del trabajo del terraplenado en el lugar.

1.1.2 EQUIPOS

El equipo usado para estos trabajos deberá ser previamente aprobado por la Fiscalización, la cual podrá exigir el cambio o retiro de los elementos que no resulten aceptables.

1.1.3 MEDICIÓN

La medición del trabajo “Desbroce y Limpieza”, comprendido en este ítem, se hará por la cantidad de Hectáreas (Ha) terminadas y aceptadas, medidos en la longitud media transversal por la distancia entre secciones transversales medidas a lo largo del eje del proyecto y variantes.

1.1.4 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición, serán medidas al precio unitario contractual correspondiente al ítem “Desbroce y Limpieza”. Y según lo establecido en la modalidad de contratación y definido en los Pliego de Bases y Condiciones.

Tabla 1–1: Forma de pago ítem Desbroce y Limpieza

Ítem de Pago	Forma de Pago
Desbroce y Limpieza	Hectáreas (Ha)

1.2 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA

1.2.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en toda la excavación del material existente en los taludes que no sean aptos para la ejecución de capas estructurales y se necesite su remoción. Estos trabajos deben estar autorizados por la Fiscalización.

Todo material adecuado extraído de la excavación podrá ser utilizado, hasta donde sea factible, como por ejemplo relleno para estructuras, así como con otros fines que indique la Fiscalización.

Todo material no utilizado deberá ser esparcido ordenadamente en el lugar, o sitio indicado por la Fiscalización, sin afectar al aspecto paisajístico de la región.

1.2.2 CLASIFICACIÓN

Toda excavación de materiales llevada a cabo de acuerdo con los requisitos de esta Especificación será considerada como “Excavación no clasificada”.

La “Excavación no clasificada” consistirá en la remoción de arenas, arcillas, limos, gravas, rocas sueltas o descompuestas, cantos rodados y piedras de volumen inferior a $\frac{1}{4}$ m³, y todo otro material, o combinación de materiales.

1.2.3 EQUIPOS

El equipo usado para estos trabajos, deberá ser previamente aprobado por la Fiscalización, la cual podrá exigir el cambio o retiro de los elementos que no resulten aceptables.

Todos los elementos deben ser provistos en número suficiente para completar los trabajos en el plazo contractual, y ser detallados al presentar la propuesta, no pudiendo el Contratista proceder al retiro parcial o total de los mismos mientras los trabajos se encuentren en ejecución, salvo aquellos elementos para los cuales la Fiscalización extienda autorización por escrito. Deben ser conservados en buenas condiciones.

1.2.4 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El Contratista notificará a la Fiscalización con la anticipación suficiente, la programación de todos los trabajos de excavación, con el objeto de que su personal realice las mediciones previas necesarias, de manera que sea posible determinar posteriormente el volumen excavado.

1.2.5 EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD

En caso de ocurrencia de material de expansión mayor a 1% (uno por ciento), capacidad de soporte CBR menor a 5 %, suelos orgánicos, suelos dispersivos, el producto de la excavación no deberá ser utilizado en ningún otro ítem de trabajo.

El material inadecuado será transportado a sitios indicados por la Fiscalización, de modo que no ocasione inconvenientes a la obra, y acopiado ordenadamente sin causar perjuicios a terceros.

1.2.6 MEDICIÓN

La cantidad a ser medida de Excavación no Clasificada será el volumen cuantificado en metros cúbicos del material aceptablemente excavado, medido en su posición original, obtenido por nivelaciones y mediciones del terreno antes y después de la excavación. Las mediciones se harán después de efectuada la limpieza del terreno.

No se medirán los volúmenes excavados en exceso sobre los indicados en los planos, o lo ordenado por la Fiscalización.

1.2.7 PAGO

El volumen de excavación medido en la forma precedentemente indicada, se pagará al precio unitario contractual correspondiente al Ítem **“Excavación No Clasificada”**.

No se admitirá ningún pago adicional por la clasificación de excavación, sea cual fuere la calidad y el estado del material encontrado y/o tipo de equipo empleado.

Este precio y pago será la compensación total por el suministro de todo el equipo de trabajo, mano de obra, transporte y disposición del material, autocontrol de calidad, imprevistos y otros incidentales necesarios, e inherentes para dar por completado el ítem.

Tabla 1–2: Forma de pago ítem Excavación no clasificada

Ítem de Pago	Forma de Pago
Excavación no clasificada	Metro cúbico (m ³)

1.3 EXCAVACIÓN DE BOLSONES

1.3.1 DESCRIPCIÓN

Esta excavación se realizará por debajo de las capas de subrasante (subrasante de ripio reprocesada o subrasante de ripio virgen $\text{CBR} \geq 20\%$ o suelo cal existente estabilizado con cemento 14kg/cm^2).

La excavación de bolsones comprende la remoción de suelos inestables o anegadizos, localizados en forma de bolsas o zonas de esteros, o cualquier otro similar, que por su naturaleza implique la utilización de equipos y métodos no convencionales.

Se consideran suelos no aptos aquellos que contienen materia orgánica o aquellos suelos saturados naturalmente.

Todo el trabajo deberá ejecutarse de acuerdo con las especificaciones y/u Órdenes de Servicio emitidas por la Fiscalización.

1.3.2 EQUIPO

Según las condiciones locales y del suelo a ser excavado, el Contratista deberá proveer el equipo y las herramientas manuales que se requieran y sean convenientes, así como retroexcavadoras, dragalinas, bombas hidráulicas o cualquier otro equipo complementario.

1.3.3 MEDICIONES PREVIAS

Previo a todo trabajo de este Ítem el Contratista avisará con la debida anticipación, la iniciación de los mismos.

El Contratista deberá efectuar todos los trabajos de topografía necesarios para determinar las secciones transversales originales del terreno existente, así como otras mediciones necesarias.

Luego de efectuada la excavación y antes de proceder a su relleno, se efectuarán nuevas determinaciones de las secciones transversales resultantes, con el fin de determinar el volumen, medido en el sitio del material excavado según este Ítem, sujeto a pago.

1.3.4 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Antes de la construcción de una nueva capa, alteo de los existentes, el Contratista deberá detectar la presencia de áreas blandas o inestables que indiquen la existencia de materiales inaptos, saturados o no, para el asiento de la nueva capa. A los efectos de la delimitación de dichas áreas, el Contratista podrá emplear equipos y/o procedimientos que a juicio de la Fiscalización sean apropiados.

En los casos de verificarse la presencia de dichos bolsones, se deberá proceder a su excavación y remoción, hasta las medidas y profundidades que apruebe la Fiscalización, de acuerdo a lo especificado en este Ítem.

Las cavidades resultantes deberán ser rellenadas y compactadas, en capas de espesor compactado máximo de 0,20 m hasta alcanzar una densidad igual a la mínima exigida en el Ítem **Relleno Lateral con Ripio** de estas EETT.

1.3.5 OBLIGACIONES SUBSIDIARIAS

El suelo resultante de las excavaciones contempladas en este Ítem no será empleado en la construcción de terraplenes. El Contratista deberá trasladar a otros lugares, sin costo adicional alguno.

1.3.6 MEDICIÓN

El volumen excavado de bolsones de tierra inestable a ser pagados será en cada caso el número de metros cúbicos (m^3), medido en su posición originaria, y las cantidades serán computadas por el producto del promedio de las áreas extremas por la distancia entre ellas, medida en el eje del bolsón. Cuando fuere necesario para determinar con mayor exactitud las cantidades, se intercalarán secciones transversales adicionales.

La suma algebraica de los volúmenes parciales así calculados será el volumen de excavación medido. El volumen de material para relleno de bolsones, aceptablemente colocado y compactado, a la densidad especificada, será igual al número de metros cúbicos de excavación de bolsones, medido como se indicó más arriba.

1.3.7 PAGO

El volumen excavado de material inestable de bolsones, determinado de acuerdo al método de medición descrito más arriba, será pagado al precio unitario de Contrato para el Ítem "Excavación de bolsones".

El volumen de material para relleno de bolsones determinado de acuerdo al método de medición descrito más arriba será pagado al precio de Contrato por unidad de medida según se indica en el Ítem que corresponda.

No se admitirá ningún reajuste del precio por clasificación de excavación, sea cual fuere la calidad y el estado del material encontrado y/o tipo de equipo empleado.

Este precio y pago constituirá compensación completa por el suministro de todo el equipo de trabajo, mano de obra, materiales, transporte y disposición del material, servicios, supervisión y los imprevistos necesarios para dar por completado el Ítem.

Tabla 1–3: Forma de pago ítem Excavación de bolsones

Ítem de Pago	Forma de Pago
Excavación de Bolsones	Metro cúbico (m ³)

1.4 EXCAVACIÓN DE ZANJAS DE DRENAJE

1.4.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la excavación necesaria para la construcción de canales o zanjas de desagüe nuevas, o el ensanchamiento o rectificación de zanjas existentes, aguas arriba y/o aguas abajo de las bocas de entrada de los puentes y alcantarillas, en un todo, de acuerdo con estas Especificaciones, los Planos, y las Órdenes de Trabajo emitidas por la Fiscalización. En correspondencia con las alcantarillas previstas y existentes se considera una longitud mínima de zanja de 30m lineales, cuyo ancho debe coincidir mínimamente con el ancho de la alcantarilla o elemento de drenaje y altura o profundidad según se define en los cómputos.

Con objeto de desaguar los puntos bajos que se generan en la margen de la carretera, se ejecutaran canales de sección trapezoidal para evacuar las aguas, evitando de esta forma la acumulación de agua y por tanto los posibles daños que se generen en el pavimento.

1.4.2 EQUIPO

Según las condiciones locales y del suelo a ser excavado, el Contratista deberá proveer el equipo y las herramientas manuales que se requieran y sean convenientes, así como cualquier otro equipo complementario, incluso bombas, que sean necesarios para el normal desenvolvimiento de los trabajos.

1.4.3 MEDICIONES PREVIAS

Previo a todo trabajo de este Ítem, el Contratista avisará con la debida anticipación la fecha de iniciación de los mismos. El Contratista deberá efectuar todos los trabajos de topografía necesarios para determinar las secciones transversales originales del terreno existente, así como otras mediciones necesarias.

Luego de efectuada la excavación se efectuarán nuevas mediciones de las secciones transversales resultantes, con el fin de determinar el volumen, medido en el sitio del material excavado según este Ítem sujeto a pago, debiendo verificarse si se cumplió lo ordenado por la Fiscalización.

1.4.4 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Las zanjas o canales serán cortados con cuidado, ajustándose al declive, nivel y forma de la sección transversal según los Planos u órdenes de trabajo de la Fiscalización. Todo lugar excavado por debajo de los niveles especificados será rellenado y compactado con material adecuado hasta los niveles requeridos, por cuenta del Contratista.

1.4.5 OBLIGACIONES SUBSIDIARIAS

El suelo resultante de las excavaciones contempladas en este Ítem no será empleado en la construcción de terraplenes ni rellenos laterales.

El traslado del material de excavación proveniente de este Ítem, el Contratista, lo hará sin costo adicional alguno.

La remoción de aguas de inundación o freáticas, por drenaje, por bombeo, así como la excavación de cualquier tipo de obstáculo o de materiales diferentes de la tierra común será también considerada como obligación subsidiaria amparada por el precio de contrato correspondiente al Ítem "Excavación de Zanjas de Drenaje".

1.4.6 MEDICIÓN

El volumen excavado de zanjas de drenaje a ser pagado será en cada caso, el número de metros cúbicos (m³) medido en su posición originaria y las cantidades serán computadas por el producto del promedio de las áreas extremas, determinadas de acuerdo a las mediciones indicadas en el numeral "mediciones previas", por la distancia entre ellas medida en el eje de la zanja. Cuando fuere necesario

para determinar con mayor exactitud las cantidades, se intercalarán secciones transversales adicionales. Se pagará como máximo lo ordenado por la Fiscalización.

1.4.7 PAGO

El volumen excavado de zanjas de drenaje, determinado de acuerdo al método de medición descrito más arriba, será pagado al precio de Contrato por unidad de medida según se indica en el Ítem de Pago "Excavación en zanja de drenaje".

No se admitirá ningún reajuste del precio por clasificación de excavación sea cual fuere la calidad y estado del material encontrado y/o tipo de equipo empleado.

Estos precios y pagos constituirán compensación completa por el suministro de toda la planta de trabajo, mano de obra, materiales, transporte, equipos, servicios, supervisión y otras facilidades necesarias, e inherentes para dar por completado el Ítem.

Tabla 1–4: Forma de pago ítem Excavación de zanjas de drenaje

Ítem de Pago	Forma de Pago
Excavación de Zanjas de Drenaje	Metro cúbico (m ³)

1.5 EXCAVACIÓN PARA SANEAMIENTO DE SUBRASANTE

1.5.1 DESCRIPCIÓN

Esta excavación se realizará a nivel de la capa de subrasante (subrasante de ripio reprocesada o subrasante de ripio virgen $\text{CBR} \geq 20\%$ o suelo cal existente estabilizado con cemento 14kg/cm^2).

Se refiere a la excavación de material no apto o saturado donde se evidencie o demuestre que no pueda recibir capas superiores. Estas excavaciones debidas a la inestabilidad, saturación o bacheos obvios pueden aparentar ser de ripio superficialmente, pero los mismos pueden disponerse únicamente de manera superficial fina o insuficientes, no en las capas inferiores, por lo que el Contratista debe realizar las pruebas de carga, densidad, humedad o determinación del estado de la plataforma de suelo que implique tareas de saneamiento de la subrasante. Se deben evaluar las plataformas de suelos, granular o asfaltos existentes.

Todo el trabajo deberá ejecutarse de acuerdo con las especificaciones y/u Órdenes de Servicio emitidas por la Fiscalización.

1.5.1 EQUIPO

Según las condiciones locales y del suelo a ser excavado, el Contratista deberá proveer el equipo y las herramientas manuales que se requieran y sean convenientes, así como retroexcavadoras, bombas hidráulicas o cualquier otro equipo complementario.

1.5.2 MEDICIONES PREVIAS

Previo a todo trabajo de este Ítem el Contratista avisará con la debida anticipación, la iniciación de los mismos.

El Contratista deberá efectuar todos los trabajos de topografía necesarios para determinar las secciones transversales originales del terreno existente, así como otras mediciones necesarias.

Luego de efectuada la excavación y antes de proceder a su relleno, se efectuarán nuevas determinaciones de las secciones transversales resultantes, con el fin de determinar el volumen, medido en el sitio del material excavado según este Ítem, sujeto a pago.

1.5.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Antes de la construcción de una nueva capa, alteo de lo existente, el Contratista deberá detectar la presencia de áreas blandas o inestables que indiquen la existencia de materiales inaptos, saturados o no, para el asiento de la nueva capa. A los efectos de la delimitación de dichas áreas, el Contratista podrá emplear equipos y/o procedimientos que a juicio de la Fiscalización sean apropiados.

En los casos de verificarse la presencia de dichos materiales no aptos, se deberá proceder a su excavación y remoción, hasta las medidas y profundidades que apruebe la Fiscalización, de acuerdo a lo especificado en este Ítem.

Las cavidades resultantes deberán ser rellenadas y compactadas, en capas de espesor compactado máximo de 0,20 m hasta alcanzar una densidad igual a la mínima exigida en los Ítems **Subrasante de ripio reprocesada o Subrasante de ripio virgen $\text{CBR} \geq 20\%$ o Suelo cal existente estabilizado con cemento 14kg/cm^2** , de estas EETT.

1.5.4 OBLIGACIONES SUBSIDIARIAS

El suelo resultante de las excavaciones contempladas en este Ítem no será empleado en la construcción de terraplenes. El Contratista deberá trasladar a otros lugares, sin costo adicional alguno.

1.5.5 MEDICIÓN

El volumen excavado de material inestable a ser pagados será en cada caso el número de metros cúbicos (m^3), medido en su posición originaria, y las cantidades serán computadas por el producto del

promedio de las áreas extremas por la distancia entre ellas, medida en el eje del material inestable. Cuando fuere necesario para determinar con mayor exactitud las cantidades, se intercalarán secciones transversales adicionales.

La suma algebraica de los volúmenes parciales así calculados será el volumen de excavación medido.

El volumen de material para relleno de material inestable, aceptablemente colocado y compactado, a la densidad especificada, será igual al número de metros cúbicos de excavación de material inestable, medido como se indicó más arriba.

1.5.6 PAGO

El volumen excavado de material inestable, determinado de acuerdo al método de medición descrito más arriba, será pagado al precio unitario de Contrato para el Ítem "Excavación para saneamiento de Subrasante".

El volumen de material para relleno de material inestable determinado de acuerdo al método de medición descrito más arriba será pagado al precio de Contrato por unidad de medida según se indica en el Ítem **Excavación para saneamiento de subrasante**.

No se admitirá ningún reajuste del precio por clasificación de excavación, sea cual fuere la calidad y el estado del material encontrado y/o tipo de equipo empleado.

Este precio y pago constituirá compensación completa por el suministro de todo el equipo de trabajo, mano de obra, materiales, transporte y disposición del material, servicios, supervisión y los imprevistos necesarios para dar por completado el Ítem.

Tabla 1–5: Forma de pago ítem Excavación para saneamiento de subrasante

Ítem de Pago	Forma de Pago
Excavación para saneamiento de sub rasante	Metro cúbico (m ³)

1.6 TERRAPLÉN PARA RELLENO DE SANEAMIENTO DE SUBRASANTE

Este trabajo consistirá en rellenar el volumen de material excavado en el ítem excavación para saneamiento de subrasante.

1.6.1 MATERIALES

El material a ser utilizado para el relleno deberá cumplir con todos los requerimientos técnicos establecidos en el ítem **Subrasante de Ripio Virgen CBR \geq 20%**.

1.6.1 MEDICIÓN

El volumen de relleno a ser pagado será en cada caso el número de metros cúbicos (m³), medido en su posición originaria, y las cantidades serán computadas por el producto del material proveído.

1.6.2 PAGO

El volumen de material rellenado, determinado de acuerdo al método de medición descrito más arriba, será pagado al precio unitario de Contrato para el ítem " **Terraplén para relleno de saneamiento de sub rasante**".

Este precio y pago constituirá compensación completa por el suministro de todo el equipo de trabajo, mano de obra, materiales, transporte y disposición del material, servicios, supervisión y los imprevistos necesarios para dar por completado el ítem.

Tabla 1–6: Forma de pago ítem Terraplén para Relleno de Saneamiento de Subrasante

Ítem de Pago	Forma de Pago
Terraplén para relleno de saneamiento de sub rasante	Metro cúbico (m ³)

1.7 RELLENO LATERAL CON RIPIO

1.7.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo comprenderá la provisión (excavación, carga y transporte), colocación y compactación del ripio (canto rodado o pedregullo granular con matriz de suelo) apto proveniente de los lugares de préstamos, previamente aprobados por la Fiscalización, necesarios para la construcción de la contención lateral con ripio o ensanche de terraplén, todo de acuerdo con estas Especificaciones y en conformidad a las alineaciones, cotas, secciones transversales y dimensiones dadas en los Planos y/u Órdenes de Trabajo de la Fiscalización.

El ensanche lateral del terraplén se ejecutará en un caso con la mezcla del ripio existente en la traza, y la adición de nuevo ripio de aporte, ejecutado en un ancho mínimo de 2 m (ancho de maquina). En otro caso deberá ensancharse con la adición completa del ripio de zonas de préstamos que deberá ejecutarse según la geometría indicada en los planos y secciones transversales.

En los tramos donde la plataforma existente disponga lateralmente de ripio, estos podrán ser utilizados para el fin mencionado en párrafo anterior, siempre y cuando cumplan con los requerimientos de estas EETT.

1.7.2 MATERIALES

1.7.2.1 Ripio

De cualquiera de las fuentes de provisión de ripio, se analizarán mínimamente muestras cada 200 m³, por lo menos, a efectos de realizar los ensayos de granulometría y plasticidad.

Los ensayos de Valor Soporte se efectuarán cuando la Supervisión o Fiscalización lo crea conveniente, por el procedimiento establecido en el Manual de Carreteras de Paraguay 2019 y se deberá obtener $CBR \geq 20\%$, IP (Índice de Plasticidad) $\leq 15\%$ y Expansión $\leq 1,5\%$. La densidad T-180 Proctor Modificado exigida en campo no podrá ser menor al 95%.

1.7.2.2 Agua

El agua utilizada para la construcción del presente ítem debe estar libre de aceites, ácidos y álcalis perjudiciales, y deber considerarse en un análisis en conjunto y de manera rutinaria, **al menos una vez al mes y por cada fuente de provisión**, en los ensayos mínimos definidos en la mezcla. Aguas de pozos profundos con contenidos altos de sulfatos no podrán utilizarse, salvo que demuestren potencialidad para su uso en obra y requerirá aprobación de la Fiscalización. Se prioriza la evaluación en la mezcla **suelo-agua** sin embargo, en el PH del agua no debe ser menor a 5,5 o ser mayor 8.

El contratista podrá realizar tajamares para acumular agua superficial, en cuyo caso debe determinarse el contenido de materia orgánica de la **mezcla suelo-agua** y no superar los límites establecidos:

- Materia orgánica por el método calcinación máximo 1%
- Sulfatos en la mezcla expresada en SO₂ MAXIMO 0.8% o 3000ppm según norma AASHTO T290. Si contenido de sulfatos es menor que 0,3% (3000 ppm) entonces se puede proceder normalmente con los ensayos de laboratorio de resistencia o trabajabilidad. Si el contenido es mayor que 0,3%, entonces se deben realizar una serie de acciones previas, las cuales se detallan en documento "Report to Support the Development of Stabilizing of Sulfate Rich Subgrade Soils and To Support the Revision of AASHTO Test Method T290"

(+1) Capítulo S0309 *Determinación del contenido orgánico en suelos mediante pérdida por ignición (AASHTO T267)*, Manual de Carreteras del Paraguay.

(+2) UNE 103201:2019 *Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos solubles en agua que hay en un suelo*.

Podrá utilizarse cualquier fuente de agua, siempre que cumplan los requerimientos citados anteriormente y se encuentre dentro de los límites establecidos anteriormente.

Sin embargo, esta alternativa debe estar respaldada por antecedentes, pruebas y ensayos que demuestren que el agua propuesta no será perjudicial ni comprometerá la estructura y su durabilidad. Además, esta propuesta debe estar respaldada por un informe técnico avalado por especialistas de la Fiscalización.

1.7.3 EQUIPO

La elección del tipo de equipo a ser empleado será de la entera responsabilidad del Contratista, a los fines de obtener tanto la perfecta ligación del material existente con el nuevo, como las densidades requeridas en esta Especificación.

El Contratista empleará el número suficiente de equipo apropiado para las operaciones de esparcido y compactación del material aprobado para la ejecución de terraplenes a fin de obtener camadas uniformes y homogéneamente compactadas hasta la densidad especificada. Los equipos estarán en perfectas condiciones técnicas, sin pérdidas de aceite ni derrames de combustible.

El equipo de compactación deberá satisfacer los requisitos individuales de construcción relativos al tipo, peso y cualquier otra característica específica requerida para el trabajo a ejecutar. Deberá presentar características y condiciones técnicas adecuadas para producir la compactación y densidad exigidas, sin causar exfoliaciones, desplazamientos, surcos, aflojamiento y empujes adversos.

El equipo usado para estos trabajos deberá ser previamente aprobado por la Fiscalización, la cual podrá exigir el cambio o retiro de los elementos que no resulten aceptables.

1.7.4 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

1.7.4.1 Preparación del asiento de taludes existentes para relleno lateral

En los ensanches de terraplenes, el talud existente deberá ser cortado en escalones distanciados verticalmente no más de 0,20 m a medida que el ensanche se vaya elevando por capas horizontales sucesivas, no debiendo formar un plano vertical en la unión con el resto del terraplén, vale decir esta unión deberá lograrse en forma escalonada. La superficie horizontal del área cortada, así como el material cortado y el material agregado, serán compactados a la densidad requerida.

Para prevenir la tendencia al desplazamiento de los macizos de ensanchamiento de terraplenes, se procederá a arar surcos de una profundidad de 0,20 m en el área de asiento comprendida entre el pie del talud del terraplén existente y el pie del talud del ensanche proyectado y compactarlo a la densidad especificada.

1.7.4.2 Colocación del material

Los materiales para el terraplenado y relleno lateral deberán ser colocados en capas horizontales sucesivas de no más de 0,25 m de espesor suelto, ni exceder espesores tales que después de compactados sobrepasen los 0,20 m.

El desplazamiento del equipo de transporte y distribución del material deberá ser regulado de manera que utilice todo el ancho de cada una de las capas de material colocado. Cada capa deberá emparejarse, alisarse y compactadas según se especifica más adelante.

Los trabajos de colocación de materiales, así como cualquier otro gasto en las operaciones adicionales de escalonamiento de taludes y compactación de la capa superior de terraplenes existentes, donde fuera necesario, serán considerados supletorios, subsidiarios e incluidos en el trabajo descrito en ésta sección.

1.7.4.3 Compactación

Excepto cuando se especifique de otra manera, el terraplén será construido en capas horizontales y en anchos de 2 (dos) metros que hagan factibles los procesos de homogeneización, riego o secado, perfilado y compactación.

Cada capa de material suelto será acondicionada hasta alcanzar la humedad requerida para su compactación. El material luego de acondicionado será homogeneizado por medio de equipos apropiados que sean aprobados por la Fiscalización.

Al respecto, a medida en que avanza el terraplén lateral de ripio en altura, el Contratista procederá a la colocación de la protección vegetal de taludes para mantener protegido al mismo contra la erosión.

El Contratista deberá completar todo el terraplenado y la estructura del pavimento hasta la subbase inclusive con la protección vegetal de los taludes, en tramos cortos como sea posible.

No será permitido el uso de equipo pesado de compactación o de movimiento de tierra a distancias menores de 1,20 m de los tubos de las alcantarillas, debiendo utilizarse en estas áreas equipos livianos especiales.

1.7.5 EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD

1.7.5.1 Controles Geométricos

Se realizará la verificación de la alineación, perfil longitudinal y sección transversal de los terraplenes en correspondencia con lo indicado en los planos u ordenado por la Fiscalización.

1.7.5.2 Densidad

La densidad a verificarse deberá hacerse “in situ” se efectuará cada 50 m, la cual deberá cumplir con los valores establecidos en estas EETT.

1.7.6 CONSERVACIÓN

El Contratista deberá mantener y conservar los terraplenes y rellenos laterales ejecutados.

1.7.7 MEDICIÓN

La unidad de medición del relleno lateral con ripio será el metro cúbico de material aceptablemente colocado y compactado según se prescribe en esta Sección, computado por el método del promedio de las áreas geométricas extremas.

1.7.8 PAGO

La cantidad del relleno lateral con ripio, medida conforme al método de medición, será pagada al precio unitario contractual correspondiente al Ítem “Relleno Lateral con Ripio”.

Este precio y pago significarán la compensación total por el suministro de toda la planta de trabajo, mano de obra, equipo, incluyendo los trabajos de compactación de la base de asiento del terraplén, excavación del suelo en préstamos y su transporte, costo de adquisición del suelo, el riego con agua, el perfilado, servicios, supervisión, imprevistos y otros incidentales necesarios, e inherentes para dar por completado el ítem.

Correrá por cuenta del Contratista gestionar la obtención de áreas de préstamos y yacimientos de suelos. Dentro del precio unitario total ofertado deberán también estar incluidos los costos que demanden las actividades de desmonte y retiro de la capa vegetal para la habilitación de cada banco de préstamo.

Tabla 1–7: Forma de pago ítem Relleno Lateral con Ripio

Ítem de Pago	Forma de Pago
Relleno Lateral con Ripio	Metro cúbico (m ³)

1.8 RELLENO LATERAL CON SUELO CAL

1.8.1 DESCRIPCIÓN

En los tramos donde lateralmente se disponga de suelos naturales en la traza o en zonas de préstamos, éstos deben ser mejorados con cal de manera que el valor soporte, expansión y posible presencia de suelos dispersivos sea controlada por la cal.

Se define al relleno lateral con suelo estabilizado in situ con cal a la mezcla homogénea y uniforme de un suelo con cal y agua, con el objetivo de disminuir su plasticidad y susceptibilidad al agua o aumentar su resistencia, y que convenientemente compactada se utiliza en la formación de rellenos tipo terraplén.

Los Estabilizados de suelo-cal deben construirse según se establece en esta Especificación. Deberá emplearse en las zonas laterales del terraplén de acuerdo a las secciones tipo definidas en los Planos.

El Contratista elaborará una fórmula de trabajo donde se confirme la dosificación adoptada, previa autorización y aprobación de la Fiscalización.

El suelo estabilizado con cal a emplear en la subrasante mejorada, denominado “Relleno Lateral con Suelo Cal $\text{CBR} \geq 5\%$ ” se dosificará para que la mezcla tenga un índice CBR igual o superior a 5%, con dosis de cal mayores al 3,0% en peso. La utilización de los tipos de suelos, así como la dosificación de cal correspondiente, requerirá la aceptación previa por parte de la Fiscalización.

El pH del suelo estabilizado con cal, determinado de acuerdo la norma UNE-EN ISO 10390, será mínimo de 12 para su empleo como Relleno Lateral.

1.8.2 MATERIALES

1.8.2.1 Suelo

Los suelos que se usen para la construcción del Suelo - Cal deben provenir de un suelo natural proveniente las excavaciones de la traza o zonas de préstamo indicadas en el Proyecto; podrán utilizarse materiales de otra procedencia siempre que haya sido aceptada por la Fiscalización.

Granulometría y plasticidad

Los suelos que eventualmente puedan ser utilizados en la construcción de estas capas, deberán presentar las siguientes características:

Tabla 1–8: Granulometría de suelos para relleno lateral con cal

Descripción	Suelos A-6; A-7
Porcentaje pasante del Tamiz Nº 3 ASTM	100%
Porcentaje pasante del Tamiz Nº 200 ASTM	$\geq 15\%$

El índice de plasticidad estará comprendido entre 10 y 40, ($10 \leq IP \leq 40$). Cuando sea necesario utilizar suelos con un índice de plasticidad superior al indicado, podrá ordenarse un tratamiento previo de mejora con cal, con una dotación mínima del uno por ciento (1%) en masa del suelo seco, de manera que el índice de plasticidad satisfaga las exigencias establecidas.

Se evaluarán también los valores del hinchamiento libre (UNE 103601) en muestra remoldeada (proctor normal) y asiento en ensayo de colapso, a una presión de 0,2 MPa (UNE 103406). En ambos casos para muestra remoldeada, ensayo Proctor normal.

Composición química

La materia orgánica presente en el suelo no podrá exceder del 2% en peso. (AASHTO T 194). La proporción de sulfatos solubles del suelo, expresada como SO_3 no podrá exceder de 0,8%, en peso, sobre la muestra total (UNE103201).

1.8.2.2 Cal

La Cal que se use para la construcción de Suelo-Cal puede ser Cal viva o hidratada y debe satisfacer los requisitos establecidos en la Especificación AASHTO M-216 ó ASTM C-977. El contenido de cal útil vial deberá ser mínimo 80%.

1.8.2.3 Agua

El agua utilizada para la construcción del presente ítem debe estar libre de aceites, ácidos y álcalis perjudiciales, y deber considerarse en un análisis en conjunto y de manera rutinaria, **al menos una vez al mes y por cada fuente de provisión**, en los ensayos mínimos definidos en la mezcla. Aguas de pozos profundos con contenidos altos de sulfatos no podrán utilizarse, salvo que demuestren potencialidad para su uso en obra y requerirá aprobación de la Fiscalización. Se prioriza la evaluación en la mezcla **suelo-agua** sin embargo, en el PH del agua no debe ser menor a 5,5 o ser mayor 8.

El contratista podrá realizar tajamares para acumular agua superficial, en cuyo caso debe determinarse el contenido de materia orgánica de la **mezcla suelo-agua** y no superar los límites establecidos:

- Materia orgánica por el método calcinación máximo 1%
- Sulfatos en la mezcla expresada en SO₂ MAXIMO 0.8% o 3000ppm según norma AASHTO T290. Si contenido de sulfatos es menor que 0,3% (3000 ppm) entonces se puede proceder normalmente con los ensayos de laboratorio de resistencia o trabajabilidad. Si el contenido es mayor que 0,3%, entonces se deben realizar una serie de acciones previas, las cuales se detallan en documento "Report to Support the Development of Stabilizing of Sulfate Rich Subgrade Soils and To Support the Revision of AASHTO Test Method T290"

(+1) Capítulo S0309 *Determinación del contenido orgánico en suelos mediante pérdida por ignición (AASHTO T267)*, Manual de Carreteras del Paraguay.
(+2) UNE 103201:2019 *Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos solubles en agua que hay en un suelo.*

Podrá utilizarse cualquier fuente de agua, siempre que cumplan los requerimientos citados anteriormente y se encuentre dentro de los límites establecidos anteriormente.

Sin embargo, esta alternativa debe estar respaldada por antecedentes, pruebas y ensayos que demuestren que el agua propuesta no será perjudicial ni comprometerá la estructura y su durabilidad. Además, esta propuesta debe estar respaldada por un informe técnico avalado por especialistas de la Fiscalización.

1.8.2.4 Mezcla

Los ensayos para determinar el porcentaje de Cal y los demás requisitos que debe satisfacer la mezcla del suelo-cal deben ser ejecutados con los materiales que se vayan a usar, incluyendo el agua de mezclado. Todos estos condicionantes se recogerán en la fórmula de trabajo previa a su utilización en obra.

- Contenido de conglomerante(CAL) $\geq 3\%$ (CUV $\geq 80\%$).
- Índice de CBR $\geq 5\%$.
- Compactación $\geq 95\%$ de la densidad máxima del Proctor Modificado.
- Humedad de compactación, será la óptima del ensayo Proctor Modificado, con una tolerancia de 0 a +2%.
- Reducción del índice de plasticidad; en suelos con IP<35 se reducirá a IP<15, en suelos con IP>35 se reducirá aproximadamente un 50%.
- Valor del pH del suelo mezclado mayor a 12.

Para obtener una reducción de la humedad o para posibilitar el tráfico de obra se podrá admitir, con la aprobación de la Fiscalización, un contenido mínimo de conglomerante de hasta un uno por ciento

(1%) en una primera aplicación, así como el empleo de cal viva, siempre que se justifique adecuadamente con los medios y equipos que se vayan a emplear en la obra. Respecto al Hinchamiento y Colapso, son requerimientos geotécnicos con los siguientes valores al igual que en el Lote operativo:

Ensayo	Suelo Estabilizado Tipo 1
Hinchamiento Libre (+1)	Núcleo: $\leq 0,5\%$
	Espaldones: $\leq 0,22\%$ (24 horas) (+3) $0,0\%$ (7 días)
Colapso (+2)	$< 0,5\%$ (7 días)

(+1) Norma UNE 103601:1996 *Ensayo de hinchamiento libre de un suelo en edómetro*.

(+2) Norma UNE 103406:2006 *Ensayo de colapso en suelos*.

(+3) Cuando el resultado de hinchamiento es > 0 y $\leq 0,22\%$ en las muestras curadas a 24 horas se debe ejecutar el ensayo a los 7 días para verificar que el hinchamiento libre sea $0,0\%$.

El espaldón se refiere al material de relleno lateral con suelo cal.

Los suelos estabilizados no serán susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración fisicoquímica apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Se debe garantizar tanto la durabilidad a largo plazo, como que no pudieran dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua. Por ello, en materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, deberá hacerse un estudio especial sobre la aptitud para su empleo y ser aprobado por la Fiscalización.

En el caso de los suelos estabilizados con cal, el tiempo transcurrido entre la mezcla del suelo con cal y la realización del ensayo Próctor Modificado deberá ser semejante al previsto en obra entre la mezcla del suelo con cal y su compactación.

En el caso de que el suelo original resultara expansivo o colapsable, deberán realizarse los ensayos de colapso (UNE103406) e hinchamiento libre (UNE103601) sobre el suelo estabilizado, determinados ambos sobre probetas remoldeadas (ensayo Próctor modificado) con las condiciones de humedad y densidad requeridas en la obra y se comprobará que se cumplen los límites de tabla anterior,

Los ensayos se realizarán a las veinticuatro horas (24 h) de su mezcla con el conglomerante. Si a esta edad siguiera teniendo hinchamiento o colapso superior a los valores indicados se repetirán los ensayos tras haber sometido las muestras a un proceso de curado durante siete días (7 d) en bolsas de plástico, dentro de cámara húmeda, para evitar la pérdida de humedad. En caso de no cumplir los valores indicados no se podrá utilizar el material.

En los casos en los que, por las características geológicas de la zona, haya dificultad para disponer de suelos o materiales locales con un contenido de sulfatos solubles (norma UNE 103201) inferior a ocho décimas porcentuales ($SO_3 < 0,8\%$), se podrá hacer un estudio específico de aptitud de uso, realizando los ensayos y siguiendo los criterios que se indican en este epígrafe.

El valor de la expansión volumétrica del suelo estabilizado, después de siete días (7 d) de inmersión en agua (norma UNE-EN 13286-49) deberá ser inferior al cinco por ciento ($G_v < 5\%$).

1.8.3 EQUIPOS

1.8.3.1 Equipos de ejecución

Para la ejecución de los suelos estabilizados in situ se deberán emplear equipos mecánicos. Éstos podrán ser equipos independientes que realicen por separado las operaciones de disgregación, distribución del conglomerante, humectación, mezcla y compactación, o bien equipos que realicen dos o más de estas operaciones, excepto la compactación, de forma simultánea.

Es preceptivo realizar la estabilización por vía húmeda que se describe a continuación:

Salvo justificación en contrario, deberán emplearse equipos que integren en una sola unidad las operaciones de disgregación, de dosificación y distribución del conglomerante y del agua, y de mezclado.

La mezcla in situ del suelo se realizará, en todos los casos, mediante equipos autopropulsados que permitan una suficiente disgregación de aquél hasta la profundidad establecida, si dicha disgregación no hubiera sido previamente obtenida por escarificación, y una mezcla uniforme de ambos materiales en una sola pasada.

Antes de la compactación se procederá a la nivelación final de la capa mediante motoniveladora.

1.8.3.2 Equipos de compactación

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores del sentido de la marcha de acción suave y estar dotados de dispositivos para mantenerlos húmedos en caso necesario. La composición del equipo de compactación deberá estar compuesto como mínimo de un (1) compactador vibratorio de rodillo metálico.

El compactador vibratorio, para capas de espesor 20 cm, que será el máximo admitido, dispondrá de un rodillo metálico con una carga estática sobre la generatriz no inferior a cincuenta kilogramos por centímetro (50 kg/cm) y capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t) con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas. En caso de utilizarse, el compactador de neumáticos será capaz de alcanzar una masa de al menos veintiuna toneladas (21 t) y una carga por rueda de al menos tres toneladas (3 t), con una presión de inflado que pueda alcanzar al menos ocho décimas de megapascal (0,8 MPa).

Los compactadores de rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras con las de las traseras.

La Fiscalización aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus componentes, que serán las necesarias para conseguir una densidad adecuada y homogénea del suelo estabilizado en todo su espesor, sin producir arrollamientos.

1.8.4 REQUERIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN

La Fiscalización debe autorizar, por escrito, el inicio de los trabajos de construcción del Suelo - Cal, luego de constatar que han sido satisfechos los requisitos previos establecidos en esta Especificación, y lo establecido en el Contrato de la Obra.

Cuando se vaya a construir el Suelo - Cal sobre la superficie de una vía que haya estado en servicio y que presente irregularidades en toda o en parte de su longitud, se debe proceder, previamente, al acondicionamiento de las zonas irregulares de dicha superficie.

1.8.4.1 Diseño de la mezcla, formula de trabajo.

La estabilización de suelos in situ no se podrá iniciar en tanto que la Fiscalización no haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, previo estudio y comprobación en laboratorio, la cual deberá señalar, como mínimo:

- La dosificación mínima de conglomerante referida a la masa total de suelo seco y, en su caso, por metro cuadrado (m²) de superficie, la cual no deberá ser inferior a la mínima fijada en esta Especificación.
- El contenido de humedad (UNE103300) del suelo inmediatamente antes de su mezcla con el conglomerante, y el de la mezcla en el momento de su compactación.
- El valor mínimo de la densidad a obtener que deberá cumplir lo fijado en esta Especificación.
- El índice CBR deberá cumplir lo fijado en esta Especificación.

- Valor del pH mínimo de 12 (mezcla suelo cal).
- Límites líquido, plástico e índice de plasticidad.

Si la marcha de los trabajos lo aconsejase, la Fiscalización podrá modificar la fórmula de trabajo, a la vista de los resultados obtenidos de los ensayos, pero respetando la dosificación mínima de conglomerante, el valor mínimo del índice CBR, pH y las demás especificaciones fijadas en este artículo para la unidad terminada. En todo caso, se estudiará y aprobará una nueva fórmula de trabajo, de acuerdo con lo indicado en este capítulo, cada vez que varíen las características del suelo a estabilizar, o de alguno de los componentes de la estabilización.

La tolerancia admisible, respecto a la fórmula de trabajo, del contenido de humedad del suelo estabilizado en el momento de su compactación, será de dos puntos porcentuales (con una tolerancia de 0 a +2%) respecto a la humedad óptima definida en el ensayo Proctor modificado.

Si a juicio de la Fiscalización, los materiales, el equipo o el diseño de la mezcla resultan objetables, el Contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias puntualizadas por la Fiscalización.

1.8.4.2 Preparación de la superficie existente

Si el material por estabilizar es totalmente de aporte, antes de proceder con la estabilización, se comprobará que la superficie que va a servir de apoyo tenga la densidad correspondiente, así como las cotas indicadas en los planos o definidas por la Fiscalización.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación respectiva deberán corregirse de acuerdo con lo indicado en ella, a plena satisfacción de la Fiscalización. Los ensayos de densidad se efectuarán según las normas.

En caso de que la estabilización se vaya a realizar únicamente con el suelo existente, éste se deberá escarificar en todo el ancho de la capa que se va a mezclar, hasta una profundidad suficiente para que, una vez compactada, la capa estabilizada alcance el espesor señalado en los planos o indicado por la Fiscalización.

Si se contempla la adición de un suelo de aporte para mejorar el existente, ambos se deberán mezclar uniformemente antes de iniciar la distribución del estabilizante.

En todos los casos en que el proceso involucre el suelo del lugar, parcial o totalmente, deberá comprobarse que el material que se encuentre bajo el espesor por estabilizar presente adecuadas condiciones de resistencia y, en caso de no tenerlas, la Fiscalización ordenará las modificaciones previas que considere necesarias.

Trasversalmente se dispondrán al menos tres estacas niveladas hasta milímetros (eje y bordes de la explanación), que definan en cota y ancho la obra a realizar, longitudinalmente se repetirán las secciones cada 20 m, y en puntos singulares de cambio de alineaciones o peralte.

1.8.4.3 Transporte de suelos y agregados

Cuando la estabilización incluya suelos o agregados de aporte, éstos se transportarán a la vía protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería y humedecidos, de manera de impedir que parte del material caiga sobre las vías por donde transitan los vehículos y así minimizar los impactos a la atmósfera.

Cuando se estabilice el suelo existente en la traza, éste deberá disgregarse en toda la anchura de la capa que se vaya a estabilizar, y hasta la profundidad necesaria para alcanzar, una vez compactado, el espesor de estabilización definido en los Planos.

Se define la eficacia de disgregación respecto de un tamiz, como la relación entre el cernido en obra del material húmedo y el cernido en laboratorio de ese mismo material desecado y desmenuzado, por el tamiz de referencia. El suelo que se vaya a estabilizar deberá disgregarse hasta conseguir los siguientes valores mínimos de la eficacia de disgregación:

- Cien por ciento (100%), referida al tamiz N° 1 ASTM.
- Ochenta por ciento (80%), referida al tamiz N° 5 ASTM.

El suelo disgregado no deberá contener en ninguna circunstancia elementos, ni terrones, de tamaño superior a los ochenta milímetros (>80 mm).

La disgregación se podrá hacer en una sola etapa, pero en algunos tipos de suelos podrá haber dificultades para alcanzar el grado de disgregación necesario, por exceso o por defecto de humedad, o por un índice de plasticidad elevado. En el primer caso se corregirá el grado de humedad del suelo.

En los casos de estabilización con cal de suelos con índice de plasticidad elevado, en los que no se consiga la eficacia de disgregación requerida, podrá ser necesario realizar la disgregación, distribución y mezcla de la cal en dos etapas, de manera que la cal añadida en la primera etapa contribuya a hacer el suelo más friable y a conseguir el grado de finura deseado en la mezcla final. Salvo justificación en contrario, en esa primera etapa bastará con que la totalidad de los terrones tengan un tamaño inferior a cincuenta milímetros (< 50 mm) y podrá ser conveniente elevar la humedad del suelo por encima de la óptima de compactación. Tras la mezcla inicial con cal de la primera etapa, el material estabilizado se compactará ligeramente para evitar variaciones de humedad y reducir la carbonatación de la cal y se dejará curar un tiempo mínimo de veinticuatro horas (24 h). Este plazo de curado podrá ser aumentado hasta siete días (7 d), a criterio de la Fiscalización, si el índice de plasticidad del suelo (normas UNE 103103 y UNE 103104) fuera superior a cuarenta (> 40). Transcurrido el plazo de este curado inicial se procederá a la realización de la segunda etapa, en la que se llevarán a cabo todas las operaciones de disgregación, corrección de humedad, distribución de cal, mezcla, compactación, terminación y curado final, de manera similar a como se prescriben para las estabilizaciones convencionales realizadas en una sola etapa.

1.8.4.4 Humectación o desecación del suelo

La humedad del suelo deberá ser tal que permita que, con el equipo que se vaya a realizar la estabilización, se consiga el grado de disgregación requerido y su mezcla con el conglomerante sea total y uniforme.

En el caso de ser necesaria la incorporación de agua a la mezcla para alcanzar el valor de humedad fijado por la fórmula de trabajo, deberán tenerse en cuenta las posibles variaciones de humedad debidas a la climatología que puedan tener lugar durante la ejecución de los trabajos. Dicha incorporación deberá realizarse, preferentemente, por el propio equipo de mezcla.

La Fiscalización podrá autorizar el empleo de un tanque regador independiente; en este caso, el agua deberá agregarse uniformemente disponiéndose los equipos necesarios para asegurar la citada uniformidad e incluso realizando un desmenuzamiento previo del suelo si fuera necesario. Deberá evitarse que el agua escurra por las eventuales roderas dejadas por el tanque regador, o se acumule en ellas. No se permitirán paradas del equipo mientras esté regando, con el fin de evitar la formación de zonas con exceso de humedad.

Cuando sea conveniente, los suelos que presenten cierto grado de cohesión se podrán humedecer, previa aceptación de la Fiscalización, el día anterior al de la ejecución de la mezcla, para que la humedad sea más uniforme.

En los casos en los que la humedad natural del material sea excesiva, se tomarán las medidas adecuadas para conseguir el grado de disgregación y de compactación previstos, pudiéndose proceder a su desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos; o se podrá realizar, previa autorización de la Fiscalización, una etapa previa de disgregación y mezcla con cal para la corrección del exceso de humedad del suelo.

1.8.4.5 Aplicación de la cal

El conglomerante se distribuirá uniformemente mediante equipos mecánicos con la dosificación fijada en la fórmula de trabajo.

Dado que la dosificación se realizará en seco, deberán coordinarse adecuadamente los avances del equipo de dosificación de conglomerante y del de mezcla, no permitiéndose que haya entre ambos un desfase superior a veinte metros (>20 m). La extensión se detendrá cuando la velocidad del viento fuera excesiva, a juicio de la Fiscalización, y siempre que supere los diez metros por segundo (> 10 m/s), o cuando la emisión de polvo afecte a zonas pobladas, ganaderas, o especialmente sensibles. No podrá procederse a la distribución del conglomerante mientras queden concentraciones superficiales de humedad.

1.8.4.6 Mezcla

En caso de que se requiera, se añadirá el agua faltante y se continuará mezclando hasta que la masa resultante presente completa homogeneidad. La humedad de la mezcla deberá ser la óptima del ensayo Proctor Modificado, con una tolerancia de menos 0 y más 2,0 por ciento.

Inmediatamente después de la distribución del conglomerante deberá procederse a su mezcla con el suelo. Se deberá obtener una dispersión homogénea, lo que se reconocerá por un color uniforme de la mezcla y la ausencia de terrones. Todo el conglomerante se deberá mezclar con el suelo disgregado antes de haber transcurrido una hora (1 h) desde su aplicación.

El equipo de mezclado deberá contar con los dispositivos necesarios para asegurar un amasado homogéneo en toda la anchura y profundidad del tratamiento. Si se detectaran segregaciones, partículas sin mezclar, o diferencias de contenido de conglomerante o de agua en zonas de la superficie estabilizada, deberá detenerse el proceso y realizar las oportunas correcciones hasta solucionar las deficiencias.

Durante esta actividad se tendrá cuidado para evitar los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercanos al lugar. El área de trabajo será limpiada y los residuos o excedentes se colocarán en lugares de disposición de desechos adecuados para este tipo de materiales.

1.8.4.7 Compactación

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el equipo propuesto por el Contratista y aprobado por la Fiscalización.

El proceso de compactación deberá ser tal, que evite la formación de una costra o capa superior delgada, débilmente adherida al resto del suelo estabilizado. En caso de que ella se produzca, deberá ser eliminada hasta obtener una capa uniforme y compacta, en todo el espesor proyectado.

La compactación deberá ser del 95% del Proctor Modificado.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, aprobados por la Fiscalización, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta actividad deben ser colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente y debidamente habilitados para este tipo de residuos o cuando sea el caso serán reutilizados.

Una vez terminada la compactación no se permitirá su recrecimiento; no obstante, si fuera preciso, la Fiscalización podrá autorizar las operaciones de terminación de la superficie para conseguir la rasante y sección definidas en los Planos de Proyecto, eliminando además irregularidades, huellas o discontinuidades. Éstas solamente podrán consistir en una ligera escarificación de la superficie, y su posterior recompactación previa adición del agua necesaria o un refino con motoniveladora.

1.8.4.8 Juntas de trabajo

Las juntas entre trabajos realizados en días sucesivos deberán cuidarse para proteger la capa construida cuando se vaya a esparcir y compactar la adyacente.

Al efecto, al término de la jornada de trabajo se formará una junta transversal perpendicular al eje de la calzada, haciendo un corte vertical en el material compactado.

Si el suelo estabilizado no se construye en todo el ancho de la calzada sino por franjas, deberán disponerse también, mediante un procedimiento aceptable para la Fiscalización, juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada.

1.8.5 CONSERVACIÓN

El Contratista deberá conservar el suelo estabilizado en perfectas condiciones, hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del Proyecto. Todo daño que se presente, deberá corregirlo, a su costo, a plena satisfacción de la Fiscalización.

1.8.6 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN

Las estabilizaciones sólo se podrán llevar a cabo cuando no haya lluvia o temores fundados de que ella se produzca. En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por agua de lluvia y como resultado de ello la humedad de la mezcla supere la tolerancia mencionada en esta Especificación, el Contratista deberá, a su costo, retirar la mezcla afectada y reconstruir el sector deteriorado a satisfacción de la Fiscalización.

En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por la lluvia, y el contratista deba retirar la mezcla afectada, esta debe ser trasladada a un lugar de disposición de desechos adecuado para este tipo de residuo.

1.8.7 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

1.8.7.1 Resistencia, densidad y capacidad de soporte.

El índice de CBR será mayor o igual a 5%.

La densidad del suelo estabilizado será del 95%.

1.8.7.2 Terminación, rasante, anchura, espesor.

La superficie de la capa estabilizada terminada deberá presentar un aspecto uniforme, exento de segregaciones y ondulaciones y con las pendientes adecuadas.

La rasante de la superficie terminada, en los supuestos de estabilizaciones in situ en subrasante mejorada, no deberá superar a la teórica en ningún punto, ni quedar por debajo de ella en más de veinte milímetros (20 mm).

En perfiles transversales cada veinte metros (20 m), se comprobará la anchura de la capa estabilizada, que en ningún caso deberá ser inferior a la prevista, ni superar en más de diez centímetros (10 cm), a la definida en los Planos.

El espesor de la capa no deberá ser inferior en ningún punto al previsto para ella.

1.8.8 CONTROL DE CALIDAD

1.8.8.1 Materiales

Cales

Cada vez que lo considere necesario, la Fiscalización efectuará los ensayos de control que permitan verificar la calidad de la cal, debiendo ser por lo menos a la llegada a obra de un lote y cada 50 bolsas de un apilamiento. La cal suministrada poseerá un certificado de calidad que certifique su composición química y parámetros físicos. Esta deberá ser cal viva o hidratada y satisfacer los requerimientos de las Especificación ASSHTO M-216 o ASTM C-977, salvo lo relativo al % contenido mínimo de óxido de

calcio y magnesio que se reemplaza por la determinación de Cal útil Vial (CUV), la cual deberá ser igual o mayor a 80%.

Calidad del agua

Siempre que tenga alguna sospecha sobre la calidad del agua empleada, la Fiscalización verificará su pH (debe ser entre 5,5 y 8) y su contenido de sulfatos. Se recomienda la medición de Conductividad Eléctrica, previo a su uso en pista ante posible presencia de sales, debiéndose gestionar o construir tajamares para captar aguas de lluvias.

Aguas de pozos profundos con contenidos altos de sulfatos no podrán utilizarse, salvo que demuestren potencialidad para su uso en obra y requerirá aprobación de la Fiscalización.

Calidad de los suelos y agregados

De cada procedencia de los suelos y agregados de aporte empleados en la estabilización y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- Granulometría por tamizado AASTHO T-88
- Limite líquido e índice de plasticidad AASTHO T89 y T90
- Contenido de materia orgánica AASTHO T194
- Ensayos de hinchamiento libre y colapso UNE 103601 y UNE 10340
- El contenido de sulfatos solubles SO3 UNE 103201

Durante la etapa de producción, la Fiscalización examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los suelos y agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, material orgánico o tamaños superiores al máximo especificado. Además, podrá verificar mediante ensayos que le permitan tener certeza de la calidad de los suelos y agregados por estabilizar, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación.

1.8.8.2 Control de Ejecución

Se establecerán los métodos rápidos de control que puedan utilizarse y las condiciones básicas de empleo. La realización de los ensayos in situ y la toma de muestras se realizará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal; de tal forma que haya al menos una (1) toma o un ensayo por cada 100m.

Se desecharán los suelos que, a simple vista, contengan restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo admisible.

Se tomará diariamente un mínimo de dos (2) muestras del suelo antes de mezclarlo con el conglomerante, una por la mañana y otra por la tarde, sobre las que se determinará su humedad natural.

Se comprobará la eficacia de disgregación pasando el equipo de trabajo sin incorporar el conglomerante del orden de unos veinte metros (20 m) una vez al día. Se considerará que se mantienen los resultados de eficacia de disgregación, mientras no cambie el tipo de suelo o el contenido de humedad de forma significativa, se mantenga la velocidad de avance y la velocidad del rotor del equipo de disgregación. La frecuencia de ensayo podría ser disminuida por la Fiscalización si se observa que la eficacia de disgregación es correcta y no cambia de unos días a otros.

Dada la distribución en seco, se comprobará además la dotación de conglomerante utilizada mediante el pesaje de bandejas metálicas u otros dispositivos similares colocados sobre la superficie.

Por cada lote de control, se tomarán como mínimo dos (2) amasadas diferentes (mañana y tarde) del suelo recién mezclado con el conglomerante. El número de probetas confeccionadas de cada amasada no será inferior a tres (< 3), sobre las que se determinará el índice de CBR a siete días (7 días). En ambos casos, las probetas se fabricarán con la densidad exigida en obra.

Por cada dos mil metros cúbicos (2000 m³) de suelo estabilizado in situ o una (1) vez a la semana, si se estabilizara una cantidad menor, se realizará un ensayo Próctor modificado de la mezcla, que se empleará como referencia para la compactación. También se realizará un ensayo de determinación del PH de la mezcla y de contenido de cal, por cada 2000 m³.

En el caso de la estabilización de suelos que presenten hinchamiento o colapso, por cada dos mil metros cúbicos (2 000 m³) de suelo estabilizado in situ o una (1) vez a la semana, si se estabilizara una cantidad menor, se realizará un (1) ensayo de colapso (norma UNE 103406) y un (1) ensayo de hinchamiento libre (norma UNE 103601) para verificar que desaparece tras su mezcla con el conglomerante, en el caso de formación de subrasante mejoradas. Estos ensayos se realizarán a la edad que fije la Fiscalización a la vista de los resultados de los ensayos realizados

La fiscalización podrá reducir la frecuencia de ensayos a la mitad (1/2) si considerase que los materiales son suficientemente homogéneos, o si en el control de recepción de la unidad terminada se hubieran aprobado diez (10) lotes consecutivos.

Se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios, con una frecuencia mínima de siete (4) por cada lote de los definidos.

En caso de que las densidades obtenidas fuesen inferiores a las especificadas se proseguirá el proceso de compactación hasta alcanzar los valores prescritos.

1.8.9 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Los criterios de aceptación y rechazo se aplicarán de manera que se aceptará o rechazará el lote en su totalidad.

1.8.9.1 Densidad

Por cada lote, la densidad media obtenida no deberá ser inferior a la especificada. Si fuera inferior, se procederá de la siguiente manera:

Si fuera inferior en tres (3) o más puntos porcentuales a la densidad especificada para cada tipo de material, se demolerá la capa correspondiente al lote controlado y se repondrá con un material aceptado por la Fiscalización, por cuenta del Contratista. El producto resultante de la demolición será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente, o empleado como indique por la Fiscalización, a cargo del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un (>1) individuo de la muestra presente resultados inferiores en más de dos (> 2) puntos porcentuales a la densidad especificada. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos partes iguales, se determinará la densidad en, al menos, tres (3) puntos en cada una de ellas y se aplicarán los criterios descritos en este epígrafe.

1.8.9.2 Capacidad de soporte

Para cada lote, la media del índice de CBR, según el tipo de suelo estabilizado, no deberá ser inferior al valor especificado. Si fuera inferior, se procederá de la siguiente manera:

Si es inferior al noventa por ciento (< 90%) del valor de referencia especificado en capas para la formación de subrasante mejoradas, se demolerá la capa correspondiente al lote controlado y se repondrá, con un material aceptado por la Fiscalización, por cuenta del Contratista. El producto resultante de la demolición será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente, o empleado como indique la Fiscalización, a cargo del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que ningún resultado individual sea inferior al valor especificado en más de un veinte por ciento (>20%). En este caso, se demolerá la capa correspondiente al lote controlado y se repondrá, con un material aceptado por la Fiscalización, por cuenta del Contratista. El producto resultante de la demolición será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente, o empleado como indique por la Fiscalización, a cargo del Contratista.

1.8.9.3 Espesor y rasante

El espesor medio obtenido en capas para la formación del relleno lateral no deberá ser inferior al especificado en los Planos del proyecto. Si fuera inferior, se procederá de la siguiente manera:

Si es superior o igual al noventa por ciento ($\geq 90\%$) del especificado, y no existieran zonas de posible acumulación de agua, se aceptará la capa siempre que se compense la merma de espesor con el espesor adicional correspondiente en la capa superior por cuenta del Contratista, que se construirá conjuntamente en una única capa. No se permitirá en ningún caso el recrecimiento en capa delgada con ningún tipo de material.

Si es inferior al noventa por ciento ($< 90\%$) del especificado, se demolerá la capa correspondiente al lote controlado y se repondrá, con un material aceptado por la Fiscalización, por cuenta del Contratista. El producto resultante de la demolición será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente, o empleado como indique por la Fiscalización, a cargo del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un (>1) individuo de la muestra presente resultados inferiores en más de un diez por ciento ($>10\%$) al especificado. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos partes iguales, se determinará el espesor en, al menos, tres (3) puntos en cada uno de ellos y se aplicarán los criterios descritos en este epígrafe.

Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas, ni existirán zonas que retengan agua.

Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, la Fiscalización podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma con el espesor adicional necesario, sin incremento de costo.

Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, éste se corregirá mediante perfilado y recompactación por cuenta del Contratista, siempre que esto no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los Planos del Proyecto.

1.8.9.4 Valor de pH y plasticidad

El suelo tratado con cal deberá cumplir con los valores de plasticidad indicadas en esta Especificación.

El valor del pH de la mezcla será igual o mayor a 12.

1.8.10 MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3) aproximado entero, del ítem colocado y compactado, a satisfacción de la Fiscalización. El volumen se determinará por el sistema del promedio de las áreas extremas, utilizando las secciones transversales y de longitud real, medida a lo largo del eje del Proyecto.

Tampoco será objeto de medición los sobreanchos en las capas para una compactación eficaz en los bordes.

1.8.11 PAGO

El pago se hará por metro cúbico al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo tanto con esta especificación y aceptada a satisfacción por la Fiscalización.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, lavado, transportes, almacenamiento, clasificación, desperdicios, carga, transporte al punto de aplicación, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte y distribución del agua requerida.

Con respecto al uso de los materiales provenientes de la misma vía, el precio unitario deberá incluir su escarificación en el espesor requerido y su posterior pulverización hasta cumplir las exigencias de la respectiva especificación.

Comprende así mismo el precio los sobreanchos en las capas, necesarios para la perfecta compactación de los bordes del terraplén.

Tanto si los materiales provienen de la misma vía como si son transportados, el precio unitario deberá incluir también el suministro en el sitio del agua que se pueda requerir, la aplicación y mezcla del producto estabilizante; así como el suministro, almacenamiento, desperdicios, carga, transporte y en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Se incluye en el precio del ítem el costo del producto estabilizante.

Tabla 1–9: Forma de pago ítem Relleno lateral con suelo cal

Ítem de Pago	Forma de Pago
Relleno Lateral con Suelo Cal	Metro cúbico (m ³)

2 PAQUETE ESTRUCTURAL

Los requerimientos técnicos para el Pavimento Rígido se discriminan en Hormigones para Banquinas (H25) y Calzada (H35), siendo la diferencia la exigencia de resistencia y procedimiento constructivo (calzada con equipo de alto rendimiento y calidad de terminación), ambos reforzados con macrofibras (2,5kg/m³ en Calzada y 2,0kg/m³ en Banquina) sintéticas y con las demás exigencias similares.

Seguidamente se mencionan los otros ítems componentes del paquete estructural.

2.1 LOSA DE HORMIGÓN CON FIBRAS EN BANQUINA Y EN CALZADA

2.1.1 DESCRIPCIÓN

Esta Sección se refiere a la construcción de pavimentos de hormigón de cemento hidráulico con fibras estructurales, sobre una superficie previamente preparada, de acuerdo con los alineamientos, cotas, perfiles y espesores del Proyecto. Donde lo indiquen los documentos del Proyecto, el pavimento se construirá formando una sección transversal de tipo trapecial.

Estas especificaciones se basan en el Manual de Carreteras del Paraguay (MCPy), en el Capítulo 5.3.6. Pavimentación con Hormigón que a su vez utiliza el Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón ICPA, siendo las exigencias para este proyecto la pavimentación con pavimentadoras de encofrados deslizantes resaltando la obligatoriedad del uso esta alternativa de pavimentación, también conocida como Tecnología de Alto Rendimiento (TAR). La exigencia mínima es la de poder realizar la pavimentación en ancho de calzada completa (7,2m), y cuyo Tren de pavimentación deberá incluir Equipos de texturizado y curado, encargados del texturizado de la superficie de pavimento y del curado del hormigón cuando se utilizan membranas o compuestos químicos de aplicación por aspersión. El aserrado primario, o de control de fisuración, se efectúa con máquinas provistas con discos de corte diamantados o categorizadas para aserrado en edades tempranas. La profundidad mínima del corte es de un tercio del espesor del pavimento.

Serán exigencias mínimas las recomendaciones mencionadas en el Manual del Paraguay en la Unidad 5 - Construcción de Carreteras 5 Volumen 5.3- Construcción de Pavimentos Rígidos (copia del Manual de Pavimentación ICPA, así como otros aspectos del Manual de Carreteras de Chile 2023 Volumen 5 las cuales sirven de referencia para este documento).

Se recomienda que el Hormigonado del Pavimento para el Chaco Paraguayo sea de preferencia ejecutarlo en horario nocturno. En caso que el hormigonado se de en climas fríos o calurosos, así como la posibilidad de enfrentarse a acontecimientos tales como: lluvia o tormenta, un frente frío, vientos fuertes, descensos bruscos de temperatura durante la noche, la posibilidad de la caída de una helada, generan la necesidad de conocer cómo pueden afectar estas variables al pavimento de hormigón recién colocado y, en consecuencia, tomar las medidas preventivas necesarias para mitigar los riesgos asociados a estos fenómenos y asegurar un adecuado desempeño del pavimento, por lo que se deberá tener en cuenta lo estipulado en el CAPITULO 5.3.13. Hormigonado en Clima Riguroso del MCPy.

La contratista además de estas EETT deberá presentar su propuesta de Autocontrol, la cual deberá contemplar o cumplir mínimamente las tareas o actividades mencionadas en este documento técnico, debiendo presentar la suya como máximo a los 30 días posteriores a la orden inicio.

Para el control de calidad del Hormigón se deberá tener en cuenta el CAPITULO 5.3.16 (MCPy)., sumándose a estas recomendaciones lo referente a resistencia residual (ASTM C1609 - 07) que evalúa el aporte de las fibras en el Hormigón. El contratista deberá prever y contar con el equipo ensayos de Modulo de Rotura y Resistencia Residual mediante ASTM C1609, que luego debe ser cedido al MOPC.

Previo a los requerimientos específicos y mínimos para cada material se muestran los requerimientos generales de la pavimentación con Hormigón reforzados con macrofibras estructurales según el siguiente cuadro.

2.1.1.1 Requerimientos mínimos para el Hormigón

Las exigencias constructivas incluyen pavimentadora y texturizadora, las cuales deben estar alimentadas por camiones en tolvas o mixers cuyas cantidades y dimensionamiento debe satisfacer la capacidad de producción de la Planta de Hormigón (premezcladora de mínimo de 60 m³/hr) que despachan el Hormigón fresco y en cual se debe utilizar únicamente agua dulce (no salada), por lo que tanto para el agua y hormigón se consideran aspectos para contrarrestar ataques de sulfatos y cloruros.

La liberación al tránsito podrá realizarse siempre y cuando se disponga de al menos 70% de la resistencia teórica a compresión y la liberación al tránsito es solo a vehículos livianos, debiéndose medir los días con mediciones de madurez (definir con la fiscalización) o ensayos de laboratorio que considere las condiciones de curado (productos con base solvente) y temperatura.

Tabla 2–1: Requisitos mínimos para el hormigón de losas

Requerimiento	Valor de referencia	Observación
Resistencia a la Compresión de diseño (28 días)	mínimo 35 MPa o 350 kg/cm ²	Definir correlación en Obra para determinación del control diario según Compresión. Se recomienda inicialmente una correlación de Flexotracción con Compresión Simple: Factor Lineal 0,12. Evaluar resistencias a 3 días o temprana edad (método e instrumentos de madurez)
Resistencia a la flexotracción o Modulo de Rotura (28 días)	mínimo 4,2 MPa o 42 kg/cm ²	
Unidad Cantidad de cemento	Mínimo 350 kg/m ³ (Chaco)	Se recomienda un cemento con Puzolana contra probable presencia de sulfatos y cloruros
Tamaño Máximo Agregado Grueso	Máximo 37,5 mm	Desgaste de los Ángeles, máximo 25%
Relación agua-cemento (a/c)	Menor a 0,45 (Chaco)	Cemento Resistente a los sulfatos y cloruros. Asegurar un grado suficiente de impermeabilidad para proteger contra la entrada de sulfatos y cloruros
Asentamiento	25-75 mm	Se prevé uso obligatorio de pavimentadora con capacidad de ancho /7,2m), IRI _{1000m} ≤ 2,5m/km y IRI _{100m} ≤ 3,5m/km para recepción. Controlar cada 10% de avance (mínimo).
Resistencia Residual (28 días)	mínimo 1 MPa o 10 kg/cm ² (f150)	norma ASTM C-1609-10
Fibras Estructurales (Macrofibras)	Macro fibras sintéticas certificada EN 14889-2 (tipo III, ASTM C1116)	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la tensión de 500 MPa (mínimo) Módulo de Young 10 GPa (mínimo) Longitud 40 a 60mm L ≥ 1,5 TMNAG Dosis mínima (2,5 kg/m ³ en calzada y 2,0 kg/m ³ en banquina) según resistencia residual 1MPa
Faja Granulométrica según Método Shillstone	Coefficiente de Forma y Trabajabilidad(zona II)	Factor de grosor y trabajabilidad
Temperatura máxima del Hormigón en la colocación	>35 °C (no permitido) Limite recomendado 32 °C	Se recomienda el uso de Hielo en caso adverso, con un curado mayor. El hormigonado debería hacerse en horario nocturno de preferencia cuando la temperatura no esté garantizada y excesiva exposición al sol y viento (tasa de evaporación)
Juntas sin sello (aserrado de losas cada 1,8 m)	Espesor de sierra (grosor) máximo 3mm	profundidad de corte 1/3 del espesor (obligatorio el uso de cortadora autopropulsado para edades tempranas)
Juntas de Construcción Transversales_ Frías (cada 350m aprox) y longitudinales con banquetas	pasadores de acero en calzada y de amarre en banquina según se indique	en estas se deben aserrar, limpiar y sellar las juntas (ver norma ACI 302) con sellador neutral autonivelante para pavimentos

La exposición severa a sulfatos solubles (0,20 a 2,0 % en masa), implica una relación máxima de A/C ≤ 0,45 y Hormigón ≥ H-35. En la Tabla anterior se muestran las principales consideraciones a tener en cuenta en la pavimentación con hormigón reforzado con fibras.

De manera esquemática, seguidamente se muestran los aspectos principales y consideraciones técnicas mínimas para la ejecución del pavimento rígido reforzado con macrofibras, destacando que los requerimientos en calzada son diferentes a los de banquina.

- **Planta Hormigonera (Premezclado)**

Capacidad Mínima: 60m³/hr. Cemento recomendado: CP40 (ver sulfatos/cloruros), en Calzada: H35MPa o Mr 4,2MPa y Banquinas: H25MPa. Entiéndase H35MPa como resistencia característica a la compresión simple $F_{ck} \geq 35$ MPa, Prever fabricación/uso de Hielo en función de la temperatura.

- **Pavimentadora (molde deslizante)**

Capacidad Mínima 30 m³/hr, con Velocidad de avance: 1m/min (en la ejecución puede darse variaciones con mínimos de 0,8 m/min). Requerimiento: IRI 1000m \leq 2,5m/km (promedio de 10 unidades de 100m) y IRI 100m \leq 3,5m/km con Controles cada 10% de avance de obra (mínimo).

- **Texturizador: Ranurado Longitudinal** (equipo)
- **Rendimiento Diario:** 10hs (aprox. 350a400m). Temperatura $H < 35^\circ$. Ancho Pav: 7,2m.
- **Piedra Tipo** Granito, Basalto o Caliza. Debe tenerse en cuenta los requerimientos (ensayos específicos reacción álcali_ agregado, desgaste, etc).
- **Agua de Mezclado:** No salada (Dulce), ver requerimientos
- **Juntas de Contracción (sin sello):** cada 1,8m (3 longitudinales y transversales cada 1,8m, disco de corte de máximo 3mm).
- **Juntas Construcción o Frías** entre banquina y calzada, o cada fin de jornada en la junta transversal, las mismas deben abrirse (5 a 8mm), limpiarse y sellarse.

PLAZO: 20 meses (2 movilización + 18 obra)

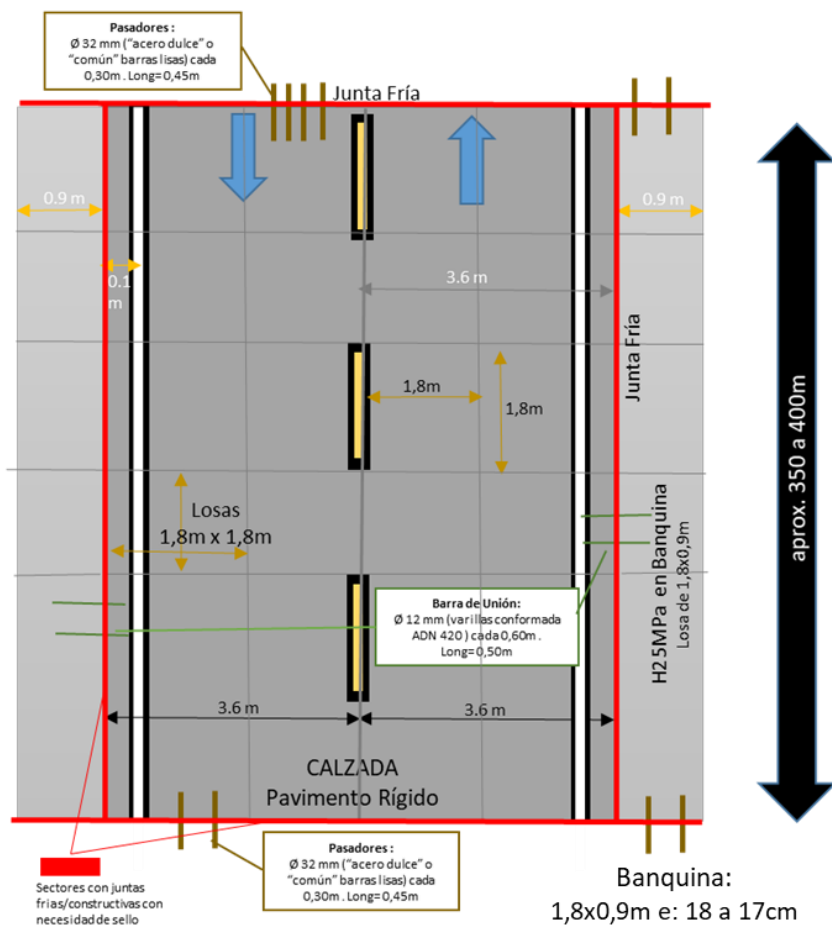


Figura: Aspectos principales p/ construcción de pavimento rígido de 18 cm reforzado con Macrofibras

Esquemáticamente se mencionan los equipos mínimos que deberán utilizarse en cada paso de la pavimentación (obligatorio en su uso y previsión en la ejecución):



Ver requisitos de regularidad (IRI)

Requerimientos en equipos principales:

Planta Premezcladora:

- Capacidad mínima de producción diaria: 60m³/hr
- Tolvas de almacenamiento de Agregados: 4 mínimos
- Elementos para mitigación o Manejo de polvo
- Se recomienda disponer de dosificador automático de macrofibras
- Tanque de almacenamiento de agua Apta con capacidad mínima de 120.000m³/día
- Fábrica de Hielo para su probable incorporación al Hormigón.

Transporte del Hormigón Fresco:

- Capacidad mínima de camiones volquetes: 10m³, recomendado 12m³
- Podrá usar mixer en caso auxiliar o complementariamente

Colocación y extendido:

- Capacidad de colocación mínima: 7,20 m (ancho) y 20 cm (espesor)
- Velocidad de avance: 1m/min
- Elementos mínimos: Vibradores internos hidráulicos, sinfín repartidor de hormigón, tablón bateador, placas moldeadoras con su encofrado deslizante y sistema automático de control de nivel y dirección.

- Inserción de barras: Como parte a integrarse al equipo, deberá contener una unidad de inserción automática de barras de amarre lateral y/o pasadores en juntas.
- Aditivo con terminadora superficial o denominada, regla fratasado oscilante, acabadora, o allanadora

Texturizado y Terminación:

- Equipo para Ranurado superficial longitudinal
- Aspersor automático regulable para riego de curado
- Equipo para aserrado autopulsado en juntas de contracción (disco o sierra no mayor a 3mm de espesor)

Equipo de ensayo para laboratorio y campo:

- Equipos para ensayos de Hormigón Fresco y Endurecido según estas EETT y requerimientos del MCPy
- Equipo (prensa, marco, apoyos, lvd, control de velocidad de aplicación de carga, etc) que mida flexotracción/módulo de rotura y resistencia residual para evaluar hormigones con fibras con accesorios para ensayos de flexión en vigas reforzadas con fibra o flexión en concreto con fibra ASTM C1609, EN 14651), Finalizado el contrato deberá ser cedido al MOPC.
- Equipo de Deflectometría Liviana de alta precisión (LWD) para evaluar capa reciclada y ripio

2.1.2 MATERIALES

2.1.2.1 Cemento hidráulico

El cemento hidráulico deberá cumplir con lo dispuesto en la Norma Técnica Paraguaya INTN, la norma AASHTO M-85 y/o la norma ASTM C150 y con preferencia la utilización de Cemento Portland CPII-40 de grado alta resistencia o CP II-32 con las implicancias técnicas en las que se deba incurrir. El abastecimiento será estudiado de manera de no producir paralizaciones en la ejecución de obras por falta de cemento.

El cemento deberá cumplir además con los requisitos de rotulación de la reglamentación vigente. El fabricante deberá indicar el plazo de uso, el que no podrá ser mayor que 3 meses. En el caso de ser necesario extender dicho plazo, se deberán realizar los ensayos correspondientes para verificar su conformidad (ASTM C 150-07 Standard Specification for Portland Cement o Especificación Normalizada para Cemento Portland).

No se deberá utilizar cemento que presente signos de meteorización. En caso de duda, se deberán realizar los ensayos correspondientes para verificar su conformidad. El cemento se almacenará en bodegas construidas separándolo del piso de manera a no exponer a la humedad, de modo de permitir la circulación de aire, y muros que impidan el paso de la humedad, aislando también adecuadamente el producto de los cambios bruscos de temperatura. El apilamiento de las bolsas de cemento, cuando no se almacene a granel, tendrá una altura máxima de 10 bolsas, separados de las paredes por lo menos 15 cm, con facilidades de accesos para inspección y consumo ordenado del stock, de acuerdo con la llegada de los sacos, debiendo seguir un orden cronológico de uso (lo que primero se almacenó, primero se usa), evitando mantener las bolsas apilados en bodega por más de tres meses. Junto con la dosificación, el Contratista deberá presentar la certificación de calidad del proveedor del cemento que respalde el cumplimiento de los requisitos correspondientes.

Todos los cementos de fabricación local y que se comercializan en el país se encuentran normalizados y estas normas exigen la Certificación de Conformidad de cada producto otorgada por tercera parte, rol que actualmente es cumplimentado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

2.1.2.2 Agregados

El Contratista deberá asegurar la calidad y homogeneidad de los áridos en su fuente de producción, previo a su traslado al sector de fabricación de hormigón. Para esto se deberá solicitar la recepción de los áridos al Supervisor o Fiscalización presentando los análisis que correspondan por cada 500 m³ y por cada tipo de árido a emplear, salvo que el Proyecto indique lo contrario.

Para el objeto de estas especificaciones, se denominará agregado grueso la porción del agregado retenido en el tamiz de 4,75 mm (N° 4); agregado fino la porción pasante del tamiz de 4,75 mm. En caso se pretenda utilizar caliza se deberá controlar su variabilidad, al igual que el granito o basalto. Antes de comenzar las tareas de confección del hormigón, el Contratista deberá tener acopiada una cantidad suficiente material, que permita efectuar los trabajos sin interrupciones. Dichos acopios estarán separados en, al menos, dos fracciones de áridos gruesos; la primera, según grado 37,5-19mm y la segunda, según grado 19-4,75mm.

AGREGADO GRUESO

El agregado grueso deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. El tipo de Piedra podrá ser Granito, Basalto o Caliza, siempre y cuando se cumpla con los requerimientos (ver ensayos específicos reacción álcali agregado, desgaste, etc). Los agregados ocupan alrededor del 70 % del volumen por lo que se requerirá cumplir mínimamente con lo siguiente:

- El desgaste los Ángeles será de máximo 25% y:
- Realizarse los ensayos de Reacción álcali-agregado (RAS/RAC)

El agregado deberá ser de procedencia triturada a modo de garantizar la trazabilidad en la producción del hormigón, por lo que se exige en fase constructiva el uso de árido virgen de cantera (de preferencia granito, y pudiéndose usar basalto siempre y cuando se cumpla los requerimientos de agregado grueso, y en menor medida el uso de caliza sobre el que se deberá garantizar la confiabilidad o se eliminara la posible variabilidad que la misma ofrece en las canteras de la zona)

Para maximizar la relación compresión_flexotracción el porcentaje de piedra triturada será mínimo 100%. El tamaño nominal no podrá ser mayor a 37,5mm. Se deberá asegurar la calidad y homogeneidad de los áridos en su fuente de producción, por lo que previo a su traslado al sector de fabricación del hormigón, se deberá solicitar a la Fiscalización los análisis de requerimientos establecidos por cada 500 m3. De las fuentes de materiales, canteras, deberá garantizarse los siguientes valores respecto sulfatos, cloruros y arcillas:

Características	Norma MOPC	Norma de Ensayo	Masa total de la muestra
Terrones de Arcilla y partículas deleznales	-	I.N.V.E-211-07	0,25% máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ion $SO_4 =$	-	ENSAYO QUIMICO	0,06% máx.
Contenido de Cloruros, expresado como ion Cl	-	ENSAYO QUIMICO	0,10% máx.

AGREGADO FINO

El árido fino se acopiará por separado. Todos los materiales serán homogéneos en sus características. Se analizará la calidad de los áridos en acopio mediante los ensayos correspondientes y se tomarán las muestras respectivas para efectuar las dosificaciones. Los acopios de áridos se harán sobre canchas especialmente preparadas para este efecto, de manera que no se produzca contaminación ni segregación de los materiales. Los materiales provenientes de los acopios de cada una de las fracciones del árido grueso, así como también la arena y el filler de aportación, serán pesados en la planta dosificadora. Junto con la dosificación, el Contratista deberá presentar la certificación de calidad de los áridos que respalde el cumplimiento de los requisitos correspondientes.

Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables. Se indican mínimamente las siguientes consideraciones al agregado fino:

Terrones de Arcilla y partículas deleznales	1,00% máx.
Material que pasa el Tamiz de 75µm (N° 200)	5,00 % máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ion SO ₄	0,06% máx.
Contenido de Cloruros, expresado como ion Cl	0,10% máx.

Tabla 8.03_1 Características del agregado fino

Además, no se permitirá el empleo de arena que, en el ensayo colorimétrico para detección de materia orgánica, que según Normas Técnicas Paraguayas del INTN, produzca un color más oscuro que el de la muestra patrón.

i. Reactividad

El agregado fino no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO₂ y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma ASTM C84, se obtienen los siguientes resultados:

SiO₂ > R cuando R > 70
SiO₂ > 35 + 0,5 R cuando R < 70

El agregado fino estará constituido por agregado fino de trituración o una mezcla de ella con arena natural. La composición granulométrica de la fracción fina de los áridos, deberá cumplir con lo establecido en la Dosificación. El porcentaje que pasa por el tamiz 0,075 mm (ASTM N° 200) será máximo 5%. La frecuencia de controles granulométrica, finos, humedad se muestra la tabla siguiente.

Además de los ensayos antes mencionados para los agregados gruesos y finos, deberá cumplirse con los controles que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2-2: Frecuencia de control de agregados para el hormigón

Determinación	Frecuencia mínima		Requisito
	Fino	Grueso	
Granulometría	1/día o c/ 500 m ³	2/día o c/ 250 m ³	Cumplimiento faja de diseño
Contenido de humedad	3/día o c/ cambio evidente	1/día o c/ cambio evidente	Ajuste por humedad en planta
Contenido de finos	3/semana	3/semana	Ver apartado
Equivalente arena	1/semana	No aplica	Mayor a 75
Índice de Lajas	No aplica	1/semana	Máximo 35%
Desgaste Los Ángeles	No aplica	1/semana	Menor a 25%
Cara Fractura	No aplica	1/semana	Al menos 2 en el 80%
Reacción Alkali_Agregado		3 meses previo a la cantera a explorar y s/ origen del agregado	Ver RAC

En circunstancias en donde un hormigón contenga dos o más arenas y/o filler de aportación, se evaluará el cumplimiento de los requisitos de estos áridos en forma ponderada, de acuerdo a la dosificación.

Por ello, es fundamental el control permanente de la uniformidad de la calidad de los agregados, de ser posible, desde el momento de extracción en la cantera hasta su ingreso en la mezcladora de hormigón. Los trabajos correspondientes a la evaluación de la calidad de los agregados se deben iniciar con la mayor anticipación posible. Es recomendable analizar distintas fuentes de producción y realizar los ensayos de aptitud de los diferentes conjuntos de materiales seleccionados. Al finalizar la evaluación, se debe seleccionar la fuente de provisión que resulte técnica y económicamente más conveniente, pero **es de buena práctica contar con una fuente de provisión alternativa por cualquier contingencia** ya que, de otro modo, si la fuente principal no puede abastecer a la obra, se deben paralizar los trabajos hasta la realización y aprobación de todos los resultados de los ensayos de aptitud para la nueva cantera.

- **Humedad y Granulometría de los Agregados**

La humedad de los agregados influye en la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y la durabilidad del hormigón en la medida en que, si ésta no es tenida en cuenta, puede modificar la consistencia y, consecuentemente, la relación agua/cemento. En función de su contenido de humedad, los agregados pueden aportar o absorber agua de mezcla. Es por ello que debe conocerse su valor para ajustar el agua a incorporar. Los agregados finos son los que pueden producir más variaciones, ya que su humedad natural puede fluctuar generalmente entre un 2% a un 7%, mientras que en agregados gruesos dicho valor oscila entre aproximadamente el 0,5% a 3%. De aquí la trascendencia de determinar su valor, ya que, por ejemplo, cada 1% de humedad no contemplada en la arena se incorpora a través de ésta unos ocho (8) litros de agua por metro cúbico de hormigón.

Se exige el reporte de corrección por humedad de los agregados en cada jornada o preparación de mezcla.

2.1.2.3 Agua del mezclado del Hormigón

El agua de amasado puede tener influencia en la calidad del hormigón elaborado, ya que si contiene cantidades excesivas de impurezas puede afectar algunas propiedades como: el tiempo de fraguado, la ganancia de resistencia, la resistencia final alcanzada y la durabilidad. Además, en el caso de pavimentos con pasadores, barras de unión o armados, los contenidos elevados de cloruros pueden inducir la corrosión de las barras de acero.

Por ello, se debe verificar, previo al inicio de los trabajos, la aptitud del agua de mezclado según los criterios de la norma IRAM 1601. Los ensayos deben repetirse cada vez que se cambie la fuente de provisión.

El agua debe ser almacenada en estanques de capacidad suficiente (mínimo 120.000m³) para abastecer la producción diaria de hormigón, por lo que el contratista deberá prever los mismos; ellos deben ser estancos e impedir la contaminación. Pueden estar expuestos a cielo abierto sin inconvenientes, pero con la precaución de que si la obra se paralizase durante un plazo excesivo (mayor que 30 días), el mismo deberá permanecer vacío y se limpiará previo al reinicio de los trabajos. Si quedó agua acopiada en él, expuesta a eventuales contaminaciones, debe ser analizada mediante ensayos para evaluar su aptitud antes de ser usada para elaborar hormigón; en su defecto debe ser descartada.

Es recomendable que la planta cuente con un sistema de recuperación del agua de lavado de los camiones y del mezclador; en estos casos, la norma ASTM C1602 o IRAM 1601 establece las condiciones para el empleo de ésta como agua de mezclado. Junto con la dosificación, el Contratista deberá presentar la certificación de calidad del agua que respalde el cumplimiento de los requisitos correspondientes. Se considera el uso de agua no salada para el Hormigón (del Río Paraguay o lluvia almacenada), debiendo cumplir unos requerimientos detallados y que se menciona a continuación:

Tabla 2-3: Requisitos para el agua de mezclado y curado del hormigón

Requisitos Químicos para el Agua de Mezclado o Curado (Revisar Norma ASTM C1602)		Unidad	Mínimo	Máximo
Residuo sólido		mg/dm ³	-	5000
Materia orgánica, expresada como oxígeno consumido		mg/dm ³	-	3
PH		-	5.5	8
Álcali (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O) (ASTM C114)				600
Sulfato, expresado como SO ₄ ²⁻ (*ASTM C114)		mg/dm ³		Max 3000 Recomendado 1000
Cloruro, expresado como Cl	Para emplear en hormigón simple	mg/dm ³	-	2000
	Para emplear en hormigón convencional	mg/dm ³	-	700
	Para emplear en puentes o pretensado	mg/dm ³	-	500
Hierro, expresado como Fe		mg/dm ³	-	1

Tomándose como referencia la Norma ASTM C1602 de la PCA, y teniendo en cuenta que la probabilidad de presencia de sulfatos y cloruros en el Chaco Paraguayo es moderada_{alta}, se menciona la necesidad de exigencias especiales para el agua y al Hormigón ante posible ataque de sales en el mediano o largo plazo (no necesariamente de manera prematura).

2.1.2.4 Aditivos

Los requerimientos para los aditivos deben regirse por la norma ASTM C494. El uso o necesidad será previa prueba de mejorar en las propiedades del hormigón fresco y trabajabilidad se podrá usar, Son productos industrializados y, en general, no requieren mayores controles siempre que se empleen los de marca reconocida y cumplan con lo establecido en la norma mencionada. Deben ser identificados de modo indudable, con nombre, tipo, partida y fecha de vencimiento, empleándolos antes de esta última, y estibarse siguiendo las indicaciones del fabricante, siempre protegidos de la luz solar. Las dosis deben ajustarse en pastones a escala de obra a las condiciones de trabajo, y se repetirá la experiencia con cada nueva partida, con el cambio del proveedor de aditivo, del tipo o el proveedor del cemento y/o de las condiciones de obra; como el clima, distancias de transporte, entre otros factores.

Aun cuando la Dirección de Vialidad apruebe el uso de un determinado aditivo para ser incorporado al hormigón, la responsabilidad de su empleo permanecerá en el Contratista. Junto con la dosificación, el Contratista deberá presentar la certificación de calidad de los aditivos que respalde el cumplimiento de los requisitos correspondientes.

2.1.2.5 Fibra Sintética Estructural

La fibra estructural para el pavimento de hormigón deberá ser sintética. Estas deberán cumplir con la norma ASTM D7508 cuyos requerimientos obedecen a Macro fibras sintéticas y a su vez certificada según Norma EN 14889-2 Fibras poliméricas y equivalente Fibras tipo III según ASTM C1116 Especificación estándar para hormigón armado con fibras.

El Contratista deberá presentar al Inspector Fiscal la certificación de calidad que acredite que la fibra cumple con las normas mencionadas. El Contratista deberá presentar la documentación que acredite la adquisición de la cantidad de fibra a utilizar en todo el contrato. Cada unidad que contenga fibra (saco, caja u otra) deberá tener rotulada la marca, tipo de fibra y peso neto, que corresponda a lo acreditado por el Contratista. La fibra deberá ser recibida en obra o campamento con envoltorio y etiqueta original de fábrica y cuyas dosis mínimas serán de 2,5 kg/m³ en calzada y 2,0 kg/m³ en banquina y que a su vez cumpla con la resistencia residual 1MPa.

Cada unidad que contenga fibra deberá protegerse de daños durante su transporte, del agua, de la luz solar y contaminantes, debiéndose mantener la envoltura original sellada (saco, caja u otra) hasta que el material sea utilizado en la obra. El producto deberá ser almacenado en lugares protegidos del sol, libres de humedad y alta temperatura.

Serán requerimientos específicos los siguientes:

- Resistencia a la tensión de 500 MPa (mínimo, EN 14889-2)
- Módulo de Young 10 GPa (mínimo)
- Longitud 40 a 60mm $L \geq 1,5 \text{ TMNAG}$
- Rango de decitex (dtex) entre 3,200 y 3,800

Estos podrán ser ensayados en una Universidad acreditada con equipos para materiales plástico (tensión y modulo), recomendándose mínimamente su ensayo al menos una vez en cada marca o tipo de fibra a utilizar. Es obligatorio que además presentar los certificados del proveedor, se realicen los ensayos cuyos valores mínimos deberán cumplir los 4 mencionados anteriormente.

Además de las exigencias mínimas a las fibras, se deberá cumplir con las exigencias de resistencia mecánica definidas en los ensayos de resistencia residual.

Los controles de contenidos de fibras en el Hormigón pueden realizarse de varias maneras, siendo necesario la verificación en al menos una vez en la jornada.

La fibra debe contar con una certificación Ambiental EPD (Environmental Product Declaration) basada en las normas ISO 14025 y/o EN 15804, o contar con certificación europea EN 14889-2 Fibras poliméricas tipo II (y equivalentes Fibras tipo III según ASTM C1116).

La cantidad agregada fibras debe ser suficiente como para alcanzar una resistencia residual (R150, 3) de 1 MPa de rotura a flexión especificado (4,2 MPa). La determinación de la resistencia residual se debe realizar siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C 1609, por lo que el contratista deberá adquirir este equipo, que a su vez mide flexotracción y resistencia residual para evaluar hormigones con fibras (accesorios para ensayos de flexión en vigas reforzadas con fibra o flexión en concreto con fibra ASTM C1609, EN 14651), siendo necesario que la medición se realice adecuadamente. El equipo deberá ser de velocidad controlada. El proveedor de fibras deberá acompañar la evaluación de resistencia residual y juntamente

Una vez finalizado el contrato de construcción, el equipo mencionado quedaría operativo y a disposición del MOPC, por lo que el contratista debe prever la inversión de un equipo nuevo, no usado, cuyo mantenimiento y operatividad durante la obra estará a cargo y responsabilidad del contratista, que una vez finalizada el contrato cederá dicho equipo al MOPC.

La incorporación de fibras y mezclado se debe realizar ser de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Las fibras sintéticas serán Tipo III según la norma ASTM C1116, monofilamento y deben tener una relación de aspecto (longitud / diámetro equivalente). La longitud debe ser de al menos una vez y media el tamaño máximo del agregado, salvo que se demuestre mediante ensayos que con una longitud menor de las fibras se alcanza la resistencia residual especificada. Su dosificación no debe ser menor a 2,0 kg/m³ en banquina, y 2,5 kg/m³ en calzada, y en ningún caso superar los 5 kg/m³ al menos que el contratista pueda demostrar, mediante pruebas, que no se produce aglomeración de las fibras, y que el hormigón así obtenido presenta las características deseadas.

La dosificación del hormigón deberá indicar la identificación de la fibra y la cantidad de ésta que se utilizará para cumplir con la resistencia residual especificada.

2.1.2.6 Control de la dosis de Fibra

El control de ésta deberá ser realizado determinando el consumo diario de fibra al finalizar cada jornada de trabajo. Se aceptará la jornada de trabajo si el consumo real de fibra es mayor o igual a la cantidad teórica prevista según la dosificación. Estos controles junto con el ensayo de compresión simple son de control rutinario.

El Contratista deberá determinar la dosis de fibra cada **250 m³** de hormigón producido. Para esto deberá medir la cantidad de fibra en peso seco para un volumen conocido de hormigón no menor a 15 lts, según el siguiente procedimiento (para fibras no metálicas):

- Colocar el volumen conocido de hormigón fresco en un recipiente con agua.
- Agitar manualmente hasta disgregar el hormigón dentro del agua de modo que la fibra flote.
- Recuperar la fibra en suspensión y lavarla.
- Secar la fibra recuperada en horno de convección forzada a una temperatura no mayor a la especificada por el fabricante, hasta masa constante.
- Pesar la cantidad de fibra.
- Calcular contenido de fibra por m³ de hormigón e informar
- Esta medición podrá ser realizada en planta o en camión. Se deberá informar el origen del muestreo junto con los resultados.

Este procedimiento corresponde a prácticas de uso de fibras en pavimentaciones de Chile, siendo este la referencia en lo que respecta a control y evaluación de fibras, que a su vez considera normativa internacional.

2.1.2.7 Compuestos de Curado

Los compuestos para la formación de membrana de curado recomendados deberán cumplir con la Norma ASTM C309; al igual que los aditivos, son productos industriales de calidad controlada por el productor, y se deben seguir las indicaciones del mismo para su empleo y almacenamiento.

El pavimento deberá curarse aplicando compuestos líquidos que formen una película o membrana impermeable. De ser necesario, previo a la colocación de estos productos, se podrá utilizar otro procedimiento tal como neblina de agua, láminas impermeables, o reductores de evaporación (alcohol alifático). La membrana deberá ser de resina en base solvente o acuosa (compuestos según normativa ASTM C309) con una Dosis mínima de consumo: 0,2-0,3 lts/m² para base solvente y 0,4-0,6 lts/m² es suficiente para base acuosa.

Además de esta dosis mínima, la tasa de aplicación del compuesto deberá depender de los gráficos de tasa de evaporación (según Nomograma de Menzel).

En la pista de prueba se debe hacer una evaluación de la dosis efectiva de riego requerida para el compuesto de curado, interponiendo una placa de área conocida y luego chequear la superficie cubierta con el consumo total para la jornada, así como una comprobación visual de uniformidad de aplicación de riego mediante la homogeneidad del color. Para su acopio se los protege de la luz solar y las heladas, deben ser convenientemente identificados y empleados antes de su fecha de vencimiento. Previo a su uso, el compuesto siempre debe agitarse enérgicamente para homogeneizarlo y, durante su aplicación, el recipiente también debe mantener su contenido en movimiento para evitar que sedimente la pigmentación.

Se ha de poner énfasis en los controles referidos a la correcta aplicación de los compuestos, tanto en lo referente a la dosis efectivamente aplicada sobre el pavimento como a la homogeneidad de la cobertura. Para obtener buenos resultados, se debe realizar en laboratorio un conjunto de patrones de comparación visual para distintas dosis del compuesto curado pigmentado blanco aplicado sobre muestras de hormigón texturado. La estimación visual debe ser complementada comprobando periódicamente el rendimiento a través del consumo del producto sobre la superficie aplicada. El Contratista deberá presentar la certificación de calidad del compuesto formador de membrana de curado que respalde el cumplimiento de los requisitos correspondientes antes de su uso.

Todas las superficies del hormigón en contacto con el aire, incluso las paredes verticales del hormigón una vez removido el moldaje, deberán ser tratadas con un compuesto de curado que cumpla con lo dispuesto en la Norma ASTM C309. Asimismo, todas las hendiduras resultantes del aserrado, deberán ser tratadas una vez secas, con el compuesto de curado, incluso las superficies a ambos lados de éstas que hayan sido perturbadas por la jornada de aserrado.

2.1.2.8 Barras (aceros)

Si bien se minimiza su uso para su implantación en el Chaco Paraguayo se debe utilizar en las uniones de juntas frías, materiales diferentes o sectores que impliquen garantizar la unión de hormigones contruidos en tiempos diferentes.

2.1.2.9 Pasadores

Previstos para las juntas de construcción transversales. Estos deben estar constituidos por barras lisas de acero de sección circular de las dimensiones indicadas (32mm de diámetro) y deben contar con las características especificadas en la Norma IRAM - IAS U500-502 Barras de acero de sección circular, laminadas en caliente, de acero Tipo AL -220. Específicamente se requiere pasadores:

- Ø32 mm Acero 420_Longitud 45cm, colocados cada 30 cm

Los pasadores deben estar recubiertos en toda su longitud con un producto de consistencia líquida. con baja viscosidad (ej.: Aceites, agente desengrasante, etc.) que evite su adherencia al hormigón. No está permitido el empleo de grasa o brea para este fin.

Los pasadores deben presentar una superficie lisa, libre de óxido y no deben presentar irregularidades ni rebabas, para lo cual sus extremos se deben cortar con sierra y no con cizalla. Se deben suministrar directamente para su empleo, sin que sean necesarias manipulaciones dimensionales, ni superficiales posteriores.

2.1.2.10 Barras de unión o de Amarre

Cuyo uso está previsto en las juntas entre calzada y banquetas. Las barras de unión deben estar constituidas por barras de acero conformadas (corrugadas), laminadas en caliente que cumplan con los requisitos establecidos en las normas IRAM IAS U500-528, de aceros Tipo ADN -420 y ADM-420. Deben estar libres de grasa y suciedades que impidan o disminuyan su adherencia con el hormigón. Específicamente se requiere barras de amarre o unión:

- Ø12 mm Varillas conformadas ADN 420_Longitud 50cm, colocados cada 60 cm.

2.1.2.11 Material para el sellado de juntas

Las juntas de construcción o juntas frías deberán sellarse. El material utilizado para sellado de juntas se debe ser selladores de caucho de siliconas, suficientemente resistente a los agentes exteriores y capaz de asegurar la estanqueidad de las juntas, sin desprenderse de los bordes de las losas. Se debe utilizar selladores siliconado neutral autonivelante, previa apertura de grosor no menor a 5mm, limpieza y colocación, con ancho efectivo probable de 8mm.

El contratista debe presentar para su aprobación la hoja técnica del producto, la hoja de seguridad y un informe con los resultados de los ensayos físicos y mecánicos que demuestren la aptitud del mismo según los requisitos establecidos en la norma de aplicación en cada caso.

El tipo de material a emplear y forma de empleo, debe estar aprobado por la Fiscalización o Supervisor de Obra previo a su uso. La forma del sellador debe estar determinada por el ancho de la caja y la profundidad a la que se encuentre el cordón de respaldo.

La relación entre el espesor mínimo del sellador y su ancho debe estar comprendida entre 0,5 y 1,0, según el material utilizado; estando el espesor entre 6,5 mm y 12,7 mm, recomendado no mayor a 8 mm. La parte superior del sellador deberá ubicarse aproximadamente 4 mm por debajo del borde superior de la junta, para evitar el contacto con el neumático cuando se comprima el material. Véase figura siguiente. Requisitos:

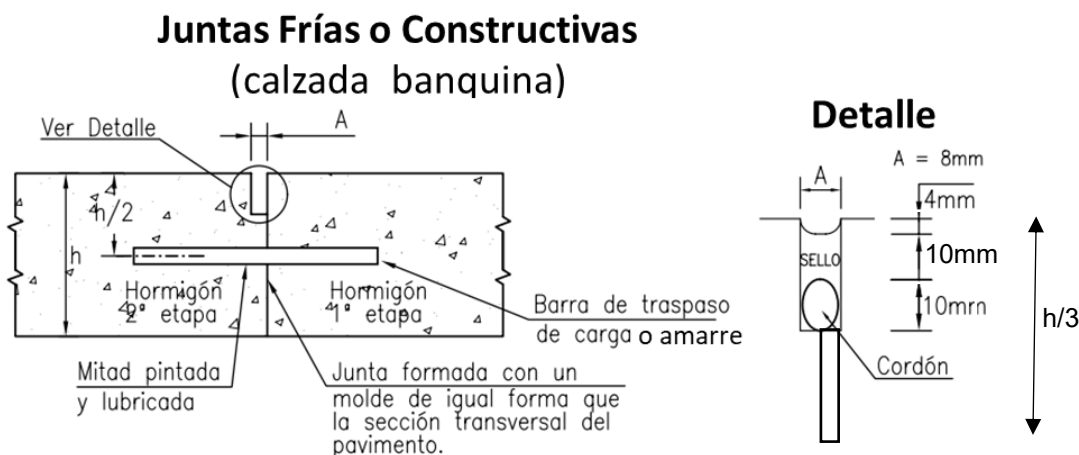
- Selladores de caucho de siliconas: Estos productos deben ajustarse a la Norma ASTM D5893, salvo indicación en contrario de la presente especificación. El Contratista debe presentar un informe con los ensayos de calidad que demuestren que el producto propuesto verifica los requisitos establecidos en la [Tabla 2-4](#). Las juntas a tratar serán de las de construcción tanto transversales y longitudinales entre calzada y banquetas. Estas últimas se recomienda sean tratadas luego de haber pasado un tiempo de acomodamiento (Ejemplo: 30 días).

Tabla 2-4: Requisitos de selladores de caucho de silicones para juntas

REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS SELLADORES DE CAUCHO DE SILICONAS	
Características	Requisitos
Módulo de deformación	< 0,3 MPa
Elongación de rotura	> 600%
Recuperación elástica luego de la compresión	> 90%
Resistencia al envejecimiento acelerado con exposición severa (ASTM C-793)	No debe presentar signos visibles de deterioro.
Dureza shore	Aprox 40 (luego de 21 días)
Resistencia a la Tracción	Aprox 0,7 MPa (100psi)
Capacidad de Movimiento	+100% / -50%

Estas juntas construcción laterales a la calzada o de unión entre banquina y calzada deberán ser tratadas con el sellador siliconado neutral autonivelante para pavimentos transcurridos un tiempo recomendado de 7 días o más de manera que el hormigón haya sufrido los cambios de volumen que hagan que el sellador pueda verse afectado. El tratamiento de estas juntas debe hacerse abriendo, limpiando y sellarse respectivamente según ancho y espesor establecido o recomendado por la Normativa ACI 302. Estas deben ser monitoreas y reselladas en caso se requiera.

A modo de identificación del elemento de juntas selladas se disponen la siguiente disposición:



2.1.3 DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO

La dosificación del hormigón es determinar las proporciones en que deben combinarse los diferentes materiales constituyentes de este, de modo de obtener un hormigón que cumpla con la resistencia, docilidad, durabilidad y restantes exigencias requeridas.

El Contratista deberá presentar la o las dosificaciones de hormigón de pavimento en un mismo documento dirigido simultáneamente a la Fiscalización o Supervisión del MOPC.

La Fiscalización deberá analizar y posteriormente aprobar la dosificación de la mezcla si corresponde, para luego remitir al CDTV (Centro Desarrollo Tecnológico Vial) del MOPC, ya que este será el responsable de rechazar o visar las dosificaciones presentadas.

El Contratista solo podrá comenzar con el hormigonado del pavimento si cuenta con la visación del CDTV o con la autorización de la Supervisión, según corresponda. En dicha dosificación se establecerá la banda de trabajo de acuerdo a las tolerancias señaladas en estas EETT. Mientras no se cambie la dosificación, la faja de trabajo establecida se cumplirá íntegramente.

En todo caso, cualquier estudio de dosificación estará respaldado por ensayos que acrediten una resistencia característica a la flexotracción de mínimo 4,2 MPa a los 28 días, y resistencia residual mínima de 1MPa como lo especifica el Proyecto. Para la resistencia a la compresión a los 28 días se requiere como mínimo 35 MPa, u otra resistencia que especifique el Proyecto.

Se deberá presentar un Informe completo donde se indique el cumplimiento de todos los parámetros que se indican en esta especificación.

El contenido mínimo de cemento será de 350 kg/m³ de hormigón elaborado en calzada y de 300 kg/m³ en banquina. La dosificación visada por CDTV o aprobada por el Supervisor MOPC no podrá ser modificada. En el caso que el Contratista requiera realizar algún cambio en la o las dosificaciones deberá realizar una nueva presentación de estas al Supervisor MOPC, para lo cual el Contratista deberá presentar nuevamente toda la documentación correspondiente que avale a cada dosificación y deberá informar la justificación del cambio.

2.1.3.1 Optimización de la granulometría mediante el método Shilstone

El hormigón deberá tener la trabajabilidad necesaria acorde al proceso constructivo (pavimentadora con encofrado deslizante y planta mezcladora), por lo que se deberá buscar la Optimización del Esqueleto Granular siendo la Metodología Shilstone la más aceptada y que también ha promovido el uso de un método de graduación representado mediante el uso de los retenidos individuales en cada tamiz (Composición agregados según criterio del gráfico Tarántula).

Por lo que se deberá optimizar la granulometría al hormigón basándose en el Método Shilstone y de acuerdo a los criterios que se encuentran en los siguientes apartados:

- Concrete Mixture Optimization 2, de 1990, y
- Performance-Based Concrete Mixtures and Specifications for Today 3, del 2002.

Según este método, se deberán determinar los siguientes dos factores derivados de la graduación de los áridos para predecir la trabajabilidad de la mezcla de hormigón.

El primer factor denominado CF o “factor de grosor” (“Coarseness Factor”), define la relación entre las partículas gruesas y las intermedias. Esta relación está expresada en porcentaje, según la siguiente fórmula:

$$CF = \left[\frac{Q}{Q + I} \right] \times 100$$

Dónde:

$Q = (100 - \% \text{ que pasa malla } 9,5 \text{ mm } (3/8"))$

$I = \% \text{ porcentaje que pasa malla } 9,5 \text{ mm } (3/8") - \% \text{ pasa malla } 2,36 \text{ mm } (N^{\circ}8)$

El valor “Q” representa las partículas gruesas y el valor de “I” representa al árido intermedio. Un CF de 100% indica que no existen áridos en la muestra entre los tamices N°8 y 3/8” y un CF de 0% puede indicar que no existe material que sea retenido en el tamiz 3/8”.

El segundo factor, W “factor de trabajabilidad” (“Workability Factor”), corresponde al porcentaje de material que pasa por el tamiz 2,36 mm (N°8).

$$W = \% \text{ que pasa en malla } 2,36 \text{ mm } (N^{\circ}8)$$

Los factores CF y W se calculan a partir del árido combinado, sin considerar el cemento, por lo que se deberá realizar una corrección basada en el contenido de cemento de la siguiente manera:

$$Adj = 2,5 (Cc - 335) / 56$$

Dónde: Cc es el contenido de cemento en kg.

$$\text{Por lo que: } W_{Adj} = W + Adj$$

Los valores de CF y W_{Adj} (factor de trabajabilidad ajustado), son las coordenadas que se deben analizar. De preferencia, el punto resultante deberá estar dentro de la zona sombreada, descrita como “Zona Óptima de Pavimentos”.

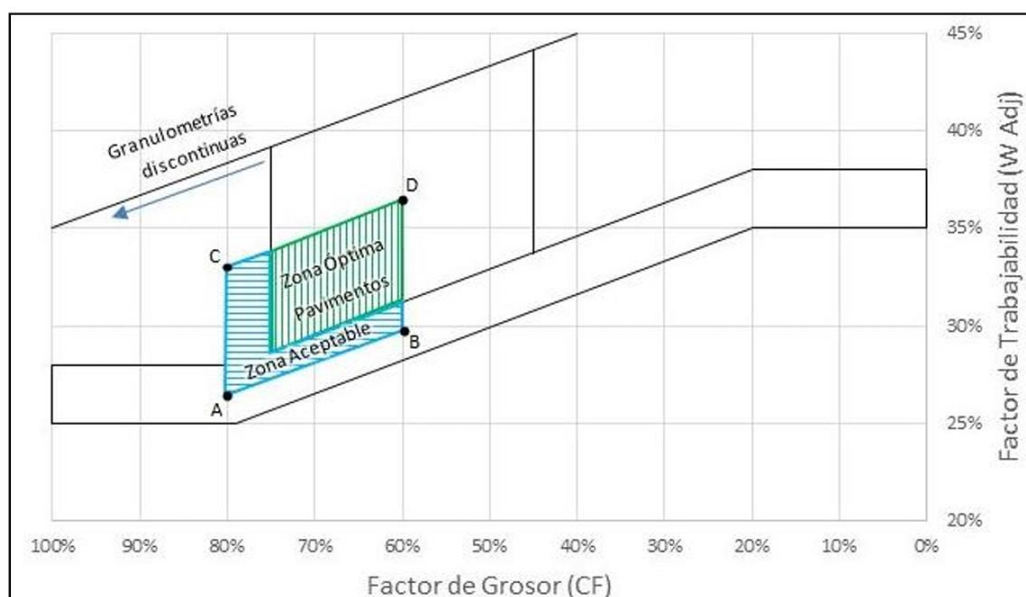


Diagrama Adaptado de Trabajabilidad según Método Shilstone (Tamaño Máximo Nominal de 37,5mm)

2.1.3.2 Resistencia a la Compresión

Las exigencias sobre el Hormigón serán resistencias mínimas a los 28 días como el Proyecto lo especifica mediante resistencia característica a la compresión de 35 MPa o 350kg/cm² en calzada, y 25 MPa o 250 kg/cm² en banquina, debiéndose elaborar probetas cilíndricas de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, las cuales serán confeccionadas según especifica el Manual de Carreteras. Se deberán obtener resistencias del hormigón en el tiempo, por lo que realizarán ensayos a distintas edades, 3, 7, 14, 28, 60 y 90 días. Estos resultados servirán para definir curvas de evolución de resistencias en el tiempo (se recomienda la utilización de la ecuación de Venuat). Estos requerimientos aplican para hormigones en calzada, por lo que, para las dosificaciones en hormigones para banquinas, se debe ejecutar como mínimo a los 7 y 28 días.

Para cada edad se deberá ensayar como mínimo 3 probetas en etapa de dosificación, siempre y cuando los coeficientes de variación sean menores al 10% en los resultados obtenidos.

2.1.3.3 Resistencia a Flexotracción (Módulo de Rotura)

El valor del módulo de rotura a la flexión (MR) es el parámetro empleado en el diseño estructural del pavimento y, en general se establece una resistencia (4,2MPa) a los 28 días, de esta variable para la aceptación de los pavimentos de hormigón. Sin embargo, presenta ciertas complicaciones para su determinación, sobre todo en un laboratorio de obra. Por ello, se debe prestar especial atención a los ensayos de resistencia a la flexión, ya que cambios menores en los procedimientos, la escala de la prensa o el empleo de dispositivos de apoyo no adecuados afectan los resultados obtenidos, aumentando la variabilidad y, en algunos casos, arrojando valores observados o defectuosos. En este sentido, se recomienda disponer de equipos de ensayo adecuados y correctamente calibrados; dado que para la resistencia residual también se debe obtener posterior al valor de Mr, que luego de fallado pasa a activar las fibras estructurales que definen la resistencia residual. Seguidamente a la medición de módulo de rotura o flexotracción se obtiene la resistencia residual en la misma probeta, por lo que la cantidad de estas está indicada en el siguiente apartado.

2.1.3.4 Resistencia Residual del Hormigón (Hormigón reforzado con Fibras)

Dado que se especifica hormigón con fibras, para medir la resistencia residual del hormigón, y para determinar la dosis de fibra a utilizar en el contrato, se deberán tomar 6 muestras prismáticas de hormigón fresco, las cuales serán ensayadas a flexotracción midiendo seguidamente en el mismo


ensayo la resistencia residual, 6 probetas a 28 días según 5.410.302 (7) “Determinación de la Resistencia residual del hormigón con Fibra” (Manual de Carreteras de Chile 2024) o ASTM 1609.

Estos ensayos deberán ser realizados tanto por el Contratista y Fiscalización, además los mismos tendrán que ser realizados por el CDTV o por una Universidad reconocida por la Supervisión MOPC. El CDTV también podrá verificar el cumplimiento de la resistencia con ensayos a edades anteriores en caso que la Fiscalización y/o Supervisión lo estime necesario. De cualquier modo, todo estudio de dosificación estará respaldado por ensayos que acrediten una resistencia residual de mínimo 1,0 MPa de acuerdo a la norma ASTM C-1609.

Las muestras deberán ser ensayadas en una prensa de ensayo de alta rigidez, con capacidad mínima de 100KN que tenga un equipo de prueba auxiliar para medición de deflexión, o transductores de desplazamiento de alta precisión (2 unidades), dispositivo de medio eléctrico para 2 transductores de desplazamiento, sistema de control servo hidráulico, control de adquisición de datos y barra de reforzamiento del marco para equipo de flexión que aumente la rigidez, si se requiere. En general, el equipo deberá cumplir con lo especificado en la norma ASTM C-1609-10 y encontrarse instalado en el laboratorio del campamento del Contratista.

El equipo deberá disponer de un software para control de pruebas y que guarde el archivo en medio magnético. El equipo deberá ser operado de modo que la deflexión neta de la muestra aumente a velocidad constante de 0,002 mm/min hasta que se alcance la deflexión $L/600$ o fisura de la probeta. Después de esto, se puede aumentar la velocidad a un rango entre a 0,2 – 0,5 mm/min, hasta que se alcance una deflexión $L/150$ mm, siendo “L” la luz de ensayo.

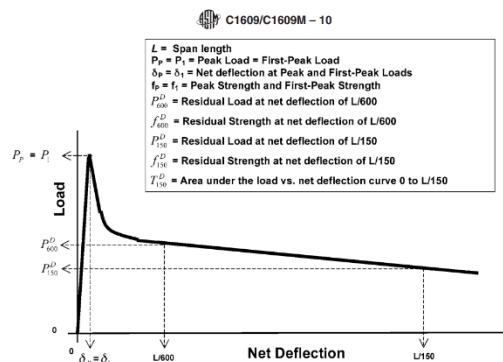
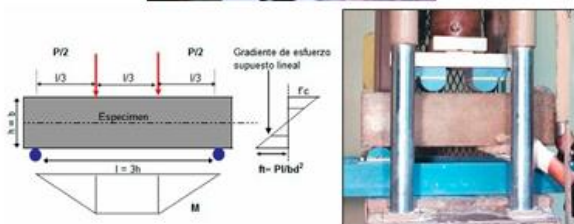
El equipamiento lo deberá prever y disponer el contratista, y una vez finalizada la construcción o contrato, deberá ceder dicho equipo al MOPC_CDTV. La máquina de ensayo debe cumplir con la normativa:



Designation: C 1609/C 1609M – 07

**Standard Test Method for
Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using
Beam With Third-Point Loading)¹**

This standard is issued under the fixed designation C 1609/C 1609M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ε) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.



2.1.3.5 Requisitos del Hormigón por Durabilidad

La durabilidad del hormigón depende de sus propiedades y de la presencia de agentes internos o externos que generen ataque al pavimento. Un hormigón con una baja permeabilidad incrementa su durabilidad. Este aspecto es crítico atendiendo la agresividad del Chaco Paraguayo por la presencia de sales. Para obtener un hormigón durable, resulta necesaria la implementación de medidas adecuadas en el diseño de la mezcla, fabricación, correctas prácticas de colocación, compactación, curado y protección. El uso de materiales adecuados y una correcta dosificación de ellos, no son suficientes para garantizar por si solo un hormigón durable. El hormigón deberá cumplir con los requisitos a agentes internos y externos que se indican a continuación:

Requisitos del Hormigón por Durabilidad debido a la Acción de Agentes Internos

i) Contenido Máximo de Sulfatos

El contenido máximo de sulfatos en el hormigón, expresados como SO_4 , deberá ser menor o igual que el 2% del peso del cemento y corresponde a la contribución total de los componentes del hormigón, excluyendo el cemento. Se deberá informar en unidades de masa. El contenido de sulfatos en los áridos se determinará según el Método 8.202.18 (Manual de Carreteras de Chile) y el contenido de sulfatos en el agua de amasado se determinará según NCh420, UNE 77048 o alguno de los métodos indicados en APHA, AWWA (1999)1.

Se pueden utilizar áridos y agua cuyos contenidos de sulfatos superen los valores máximos establecidos en la Especificación 8.201.1 y 8.401.1 del MC-V8, siempre que el contenido máximo de sulfatos en el hormigón sea menor que el 2%. El Contratista deberá presentar en la dosificación el contenido total de sulfatos en el hormigón.

ii) Contenido Máximo de Cloruros

En este caso, los requisitos indicados se mencionan en la Sección 5.1.5.3. de la Unidad 5_Manual de Carreteras del Paraguay, destacando que el valor de Cloruros debe ensayarse en agregados, agua y concreto, de manera similar a los Sulfatos.

2.1.4 ENSAYOS SOBRE EL HORMIGÓN FRESCO

Remitirse al CAPITULO 5.3.20 de la Unidad 5 - Construcción de Carreteras del Manual de Carreteras del Paraguay. Los ensayos sobre hormigón fresco, deberán incluir la evaluación de la consistencia por evaluación del asentamiento, el contenido de aire, P.U.V. y temperatura. También se recomienda determinar eventualmente el tiempo de fraguado y la exudación.

2.1.4.1 Pista de prueba para calibración, verificación y ajuste del proceso constructivo

Los primeros 100 m lineales a pavimentar en el contrato servirán de pista de calibración para el proceso constructivo, que considere la pavimentación en ancho completo de calzada (7,2m). En estos 100 m el Contratista deberá probar el funcionamiento de los equipos, proceso de colocación y compactación, metodología de trabajo y demás actividades asociadas a la construcción del pavimento de hormigón, como aserrado de las losas y métodos de curado, entre otros.

Además, deberá realizar al menos un control de uniformidad e IRI (perfilografo manual: Dipstick, walking profiler). Previo al inicio de la pavimentación del resto del contrato, el Contratista deberá resolver todos los incumplimientos de requisitos del hormigón y las observaciones que realice la Supervisión MOPC o Fiscalización, producto de la pavimentación de estos primeros 100 m y demostrar las mejoras en el procedimiento constructivo. La Supervisión juntamente con la Fiscalización podrá efectuar los ensayos que estime conveniente en esta cancha de calibración. En la pista de prueba se deberán realizar además los procedimientos de caracterización definitiva del hormigón.

La no aceptación de dicha pista, obliga al contratista a realizar una nueva pista de prueba hasta que cumpla con los requerimientos establecidos en estas EETT.

La Pista de Prueba podrá ser aceptada como parte del contrato siempre y cuando cumpla con todos los requerimientos indicados en el apartado **Controles de Recepción** de estas EETT.

2.1.4.2 Caracterización definitiva del hormigón

El contratista deberá caracterizar el hormigón producido en la planta que será utilizado para la fabricación del pavimento, esto se realizará al momento de construir pista de prueba descrita anteriormente.

Una vez aprobada la pista de prueba y durante la ejecución del contrato, se deberá caracterizar el hormigón a través de los 3 ensayos de propiedades mecánicas, los cuales se deben realizar cada 5.000 m³ o fracción de hormigón elaborado. También se deberá realizar la caracterización cada vez que haya un cambio de procedencia de algún material constituyente.

Para la caracterización del hormigón, se deberá preparar en planta y con suficiente hormigón para realizar los ensayos, descartando el primer cuarto del hormigón producido. Por lo tanto, la caracterización definitiva de las dosificaciones de los hormigones consistirá en medir los siguientes parámetros del hormigón:

Resistencia Compresión Simple según lo descrito en su correspondiente apartado, al igual que la Resistencia a Flexotracción y de Resistencia Residual. Debiéndose realizar una Correlación Flexotracción – Compresión.

Los pavimentos se diseñan para una resistencia a la flexotracción del hormigón. Esta propiedad al ser difícil de medir en terreno puede conllevar al aumento en la variabilidad de los resultados del muestreo. Es por esto que el control y la recepción del pavimento de hormigón deberán realizarse por probetas cilíndricas ensayadas a la compresión y correlacionarse con la resistencia de flexotracción, este factor de correlación se utilizará también para la recepción.

Para determinar el factor de correlación "C", al momento de realizar la pista de prueba, se tomarán muestras prismáticas para ensayo de flexotracción, con un mínimo de nueve probetas gemelas, las que serán ensayadas a la edad especificada del Proyecto (28 días). Simultáneamente se tomarán muestras cilíndricas para ensayo de compresión, de un mínimo de nueve probetas gemelas, de dimensión básica de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura., las que serán ensayadas a los 28 días.

Para el cálculo del factor de correlación "C" se considerarán todas las muestras ensayadas, tanto por el Laboratorios de la Contratista y Laboratorio de la Fiscalización, y en la pista de prueba se tendrá participación del Laboratorio CDTV de Vialidad.

La metodología para determinar el coeficiente de correlación "C", será la siguiente:

- Calcular la razón entre las resistencias de flexotracción y de compresión, de las probetas ensayadas a 28 días por cada par de muestras tomadas paralelamente, por todos los laboratorios.
- Calcular la media y la desviación normal del conjunto de resultados de "C" así obtenidos; Eliminar los valores inferiores a la media de los resultados menos dos veces la desviación normal y superiores a la media de los resultados más dos veces la desviación normal; y
- Con los valores que queden dentro de este rango, recalcular el valor medio de la razón entre las resistencias de tracción por flexión y por compresión, valor que se adoptará como coeficiente de correlación "C".

El cálculo del coeficiente de correlación "C" será para cada sector homogéneo dentro del sector representativo de 5.000 m³, o fracción en caso que el último sector del contrato tenga un volumen menor de 5.000 m³. El coeficiente de correlación "C" se deberá expresar con aproximación a dos decimales y la desviación normal con tres decimales.



2.1.4.3 Control del Hormigón durante la Ejecución

El control rutinario, podrá ejecutarse una vez caracterizado el Hormigón y determinado el respectivo valor C de correlación.

El tamaño del Lote será en 250m³ o fracción diaria. La muestra de cada lote estará compuesta por seis (6) probetas según el método, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a compresión, de las cuales se probarán tres (3) a siete (7) días y tres (3) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia de siete (7) días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de resistencia de las tres (3) probetas tomadas simultáneamente de la misma mezcla, se considera como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto será considerada satisfactoria, si ninguna probeta individual presenta una resistencia inferior en más de treinta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (35 kg/cm²) de la resistencia especificada y, simultáneamente, el promedio de tres (3) probetas consecutivas de resistencia igual o exceda la resistencia de diseño especificada en el proyecto.

Si alguna o las dos (2) exigencias así indicadas es incumplida, se debe aplicar lo definido en el apartado **Control de Recepción**.

La toma muestras deberá incluir moldeos para compresión simple, flexotracción y resistencia residual cada 5000m³. Sin embargo, para el control rutinario se deberá preparar y ensayar probetas para compresión simple y control de contenidos de fibras, ambos se realizarán en cada jornada de trabajo.

2.1.4.4 Elaboración de curva de madurez

Para determinar la curva de Resistencia a la Compresión del Hormigón vs. Madurez, se deberán moldear probetas cilíndricas de dimensión básica de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, las que serán confeccionadas y curadas según lo indicado en estas EETT y ensayadas a la compresión. Las edades de ensayo serán las siguientes: 2, 3, 5, 7, 14 y 28 días.

Salvo lo anterior, todo lo demás relacionado con la estimación de la resistencia mecánica se deberá considerar lo mencionado en el Manual de Carreteras del Paraguay, que a su vez utiliza la normativa ICPA para el Método de la Madurez, u otro método aprobado por la Fiscalización y Supervisión.



2.1.4.5 Ajuste de docilidad

La determinación del asentamiento (IRAM 1536) permitirá evaluar y ajustar la consistencia de los pastones a las condiciones de hormigonado (humedad de los agregados, distancias de transporte, temperatura del ambiente, etc.) para obtener la trabajabilidad requerida en el frente de pavimentación.

Tabla 2-5: Frecuencia de ensayos en hormigón fresco

Ensayos en Hº Fresco	Frecuencia	Norma
Asentamiento	3 al día	IRAM 1536
Temperatura (Hormigón en Planta)	Rutinario, para cada camión volquete o mixer se deberá realizar la medición en el Hormigón previo a su salida, no permitiéndose temperaturas de la mezcla por sobre 35 °C o bajo 5 °C	
Temperatura (Hormigón en Pista)	Rutinario, para cada camión volquete o mixer se deberá realizar la medición en el Hormigón en su llegada a pista, no permitiéndose temperaturas de la mezcla por sobre 35 °C o bajo 5 °C	
Contenido de Aire	1 cada 50 m3	
Tiempo de Fraguado	Con cada dosificación o variación de temperatura relevante	

Exigiéndose, además:

- Contenido de sulfatos en el hormigón 1 cada 5.000 m3 o cambio de insumo de mezcla
- Dosis de Fibra, 1 cada jornada de trabajo o cada 250 m3

2.1.5 REQUISITOS PARA LA FABRICACIÓN

2.1.5.1 Plantas Mezcladoras (dosificadora y elaboradora)

Las plantas dosificadoras y elaboradoras de hormigón se deben ajustar a los requisitos que se establecen en las Tablas siguientes, debiéndose evaluar y determinar la uniformidad según normativa.

Tabla 2-6: Requisitos que deben cumplir las plantas dosificadoras y elaboradoras de hormigón

Características	Requisitos
Capacidad de producción	Se indica una capacidad mínima de 60 m3/hr, en función del plan de trabajo.
Alimentación de agregados	La planta debe contar con una cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de los agregados que componen la Fórmula de Obra aprobada, y nunca inferior a dos (2). La planta debe contar con dispositivos que eviten la contaminación de las distintas fracciones entre tolvas al momento de efectuar la alimentación de las mismas. La planta debe contar con zaranda de

Características	Requisitos
	rechazo de agregados que excedan el tamaño máximo nominal establecido para el hormigón en proceso de elaboración
Alimentación del cemento y de las adiciones minerales	Debe contar con elementos precisos para calibrar y adicionar la cantidad de cemento y, eventualmente, adiciones minerales que se incorporan al hormigón.
Incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets	Si se previera la incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets a la mezcla, la planta debe poder dosificarlos con homogeneidad y precisión suficiente; y debe contar con silos de almacenamiento (para cada uno de estos materiales) destinados a tal fin. Se debe disponer en la planta de un vaso dosificador por cada aditivo a emplear. Los diferentes tipos de aditivos nunca deben mezclarse entre sí antes de su ingreso al hormigón.
Aspectos ambientales	La planta debe contar con elementos que eviten la emisión de gases nocivos a la atmósfera. La planta debe contar con elementos que permitan mitigar los impactos ambientales
Mezclado	La planta dosificadora y elaboradora de hormigón debe ser capaz de mezclar los agregados, el cemento, el agua, macrofibras y aditivos en forma tal de obtener una masa uniforme y homogénea, con las proporciones ajustadas a la Fórmula de Obra, dentro del período de mezcla especificado y permitir la descarga de la mezcla sin segregación. La planta debe contar con tambor para mezclado forzado, y ser capaz de realizar el mezclado de cada pastón en un tiempo mínimo de cuarenta (40) segundos, a partir del ingreso de todos los componentes, o el que se requiera para obtener un hormigón de características homogéneas. La planta debe contar con un amperímetro sensible o dispositivo similar que permita visualizar la potencia insumida por los motores de accionamiento de la amasadora y permita correlacionar la misma con la consistencia de la mezcla de hormigón.

Para la Planta Premezcladora de hormigón, el Contratista deberá presentar un informe del fabricante del equipo, o de un Ingeniero Mecánico de al menos 2 años de experiencia en producción de hormigón que verifique que la misma y cumpla con las exigencias al momento de iniciar la producción.

2.1.5.2 Mezclado del Hormigón

El orden de carga en la mezcladora de los materiales componentes del hormigón, deberá establecerse de acuerdo con los equipos disponibles. En todo caso, parte del agua de amasado se deberá cargar en primer lugar. Los aditivos y fibras se incorporarán de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

El tiempo de mezclado, contado desde el momento en que todos los materiales se encuentren dentro de la hormigonera hasta el instante en que se inicia la descarga, deberá ser superior a 1,5 minutos, salvo que el equipo cuente con dispositivos que aseguren la homogeneidad de la mezcla en un tiempo menor. En todo caso, el tiempo de amasado no deberá exceder de 5 minutos.

La incorporación de fibra al hormigón deberá realizarse en planta mediante un dosificador u otro medio mecánico que asegure una distribución homogénea de fibra dentro de la masa de hormigón. No serán aceptables erizos o acumulaciones de fibra.

2.1.5.3 Transporte

El transporte del hormigón se deberá efectuar en el lapso y con los equipos y procedimientos adecuados para mantener las características y homogeneidad que se obtuvo en el proceso de mezclado.

El hormigón podrá ser transportado en camiones agitadores o del tipo tolva. La tolva deberá ser metálica, lisa, estanca y no absorbente.

El hormigón transportado deberá protegerse adecuadamente de la influencia del clima, en especial de la lluvia y el viento y, además, cuando la temperatura ambiental supere los 30°C. En caso de usar camiones tolvas, el hormigón deberá ser transportado desde la hormigonera a su lugar de colocación definitivo, en un plazo menor que 45 minutos. Sin embargo, la Supervisión o Fiscalización podrá aceptar un plazo mayor, siempre que el hormigón mantenga la docilidad especificada sin agregar más agua, ya sea mediante el empleo de aditivos u otros métodos existentes previamente comprobados, y que las condiciones ambientales sean favorables.

2.1.5.4 Preparación de la capa subyacente

La capa de material que servirá de apoyo al pavimento de hormigón, tendrá las características señaladas en los antecedentes del Proyecto (subbase imprimada y geotextil correctamente extendido/sujetado). Esta deberá ser terminada de acuerdo a los procedimientos y tolerancias prescritos en la Sección respectiva. La superficie deberá conservarse limpia y compacta hasta que el hormigón sea vaciado sobre ella. Para protegerla y producir una separación clara del hormigón, y para evitar absorción del agua de amasado, se exige el tratamiento: la misma deberá disponer del riego de curado o imprimación de manera homogénea, además del geotextil mencionado con sus respectivos solapes. Una vez terminada la cancha, no se transitará sobre ella con excepción de los camiones con hormigón, inmediatamente al frente de la pavimentadora.

En caso de que el Contratista no disponga de camiones de volteo lateral, éste tomará todas las precauciones necesarias para que, al efectuar los vaciados del hormigón, el camión no produzca daños ni deformaciones en la cancha.

2.1.5.5 Colocación, esparcido y compactación

Pavimentación con Equipo de Molde Deslizante

El hormigón deberá ser esparcido, enrasado y compactado por una o más máquinas diseñadas para distribuir y compactar el hormigón en forma uniforme, de manera que el pavimento quede terminado con un trabajo manual adicional mínimo, en los anchos, espesores y pendientes transversales y longitudinales indicadas en el Proyecto. Se exige una pavimentadora (molde deslizante) de capacidad mínima 30 m³/hora con velocidad de avance de 1 m/min (en la ejecución puede darse variaciones que permita avances de hasta 0,8 m/min). Cada vez que el hormigonado deba detenerse por más de 45 minutos, deberá materializarse una junta de construcción.

Todo hormigón deberá colocarse y compactarse antes del inicio del fraguado. La operación de pavimentación deberá avanzar en forma tan continua como sea posible, para lo cual, todas las operaciones de mezclado, transporte, colocación, esparcido y compactación del hormigón deberán ser coordinadas de manera que permitan un avance uniforme, reduciendo al mínimo las paradas y arranques.

El Contratista deberá tener presente las condiciones climáticas del sector donde se ubica el contrato de modo de pavimentar cuando las condiciones de temperatura ambiente, humedad relativa del aire y velocidad del viento sean favorables para ello. Además, deberá tomar todas las precauciones constructivas para disminuir el alabeo de construcción.

La parte del equipo pavimentador que sea soportado por el pavimento existente, deberá estar provisto de protecciones o ruedas neumáticas, según corresponda, a una distancia suficiente del borde para evitar quebraduras o grietas en esa área.

Cuando se pavimente una pista adyacente a otra recientemente construida, el borde de esta última, deberá ser protegido, y el hormigón deberá haber alcanzado al menos una resistencia a la compresión de 75% del valor teórico estimada mediante el Método de la Madurez.

Única y exclusivamente, cuando la pavimentación sea en espacios reducidos o de anchos inferiores a los de una pista, se podrán utilizar equipos más pequeños y una terminación manual más intensa, como por ejemplo la banquina. La compactación en estos espacios reducidos o de anchos inferiores a los de una pista, podrá realizarse con vibradores de inmersión manuales, siempre que ello se realice antes de 15 minutos después de vaciado el hormigón. En todo caso, se deberán utilizar procedimientos que den por resultado hormigones uniformes, sin nidos de piedras, con la mínima resistencia característica especificada y de forma que se ajusten al perfil transversal del Proyecto.

Las pavimentadoras de moldes deslizantes deberán estar provistas de moldes de las dimensiones, formas y características adecuadas al espesor del pavimento por construir. Estos equipos deberán esparcir, enrasar y compactar el hormigón de manera que, posteriormente, se requiera un mínimo de trabajo manual adicional. La guía de estos equipos deberá garantizar que no existirán desviaciones superiores a 30 mm respecto del eje del camino en el sentido horizontal. Como recomendación, la distancia entre los elementos que sostienen la lienza o guía de la pavimentadora, se ubicarán entre sí a un máximo de 10 m en recta y a 5 m entre sí en curvas de radio inferior a 500 m y en curvas verticales con parámetros menores que 2.000 m. La lienza se tensará de modo que la flecha entre dos guías sea inferior a 1 mm. En todo caso, el ancho final del pavimento deberá ser el mínimo establecido en el Proyecto.

El hormigón deberá ser debidamente compactado en todo su ancho, por medio de vibradores de inmersión de alta frecuencia, los que podrán estar montados con sus ejes paralelos o normales al eje del camino. Cuando estén montados con sus ejes paralelos al eje del camino, su espaciamiento no deberá ser superior a 0,75 m entre ejes. Los vibradores montados con sus ejes normales al eje del pavimento, deberán espaciarse de manera que la distancia entre unidades no sea superior a 0,15 m.

Durante el esparcido y la compactación del hormigón, las unidades vibratoras deberán operar dentro del hormigón fresco y en una posición tal, que garantice la adecuada vibración de toda la masa de hormigón. El eje longitudinal de los elementos vibradores no deberá quedar a más de 0,15 m sobre la superficie subyacente.

La frecuencia de vibración deberá ser igual o superior a 5.000 ciclos por minuto y el radio de acción deberá ser igual o superior a 0,30 m. El Contratista deberá tener disponible un tacómetro u otro elemento adecuado para medir la frecuencia de las vibraciones.

Cuando sea necesario detener la pavimentadora, los vibradores deberán detenerse de inmediato mediante un interruptor automático. A la máquina no se le deberá aplicar ninguna fuerza de tracción, excepto aquella que sea controlada desde la misma pavimentadora.

Previo a la colocación del hormigón, el Contratista deberá presentar un informe del fabricante del equipo, o de un Ingeniero Mecánico de al menos 2 años de experiencia en equipos pavimentadores que verifique que la pavimentadora a utilizar cumpla con las siguientes exigencias al momento de iniciar la pavimentación:

- Pavimentadora funcionando en buen estado, sin pérdidas de aceite ni líquidos hidráulicos.
- Sensores en buen funcionamiento y con sensibilidad de fábrica.
- Sistema hidráulico de nivelación en funcionamiento, de acuerdo con especificaciones del fabricante.
- Sistema de reparto frontal del hormigón en buen funcionamiento, de acuerdo con especificaciones del fabricante.
- Cantidad de vibradores según fabricante y en buen estado de funcionamiento.
- Frecuencia y amplitud de vibradores acordes a la recomendación del fabricante.

En caso de que la pavimentadora no cumpla con las exigencias indicadas anteriormente, el Contratista deberá presentar un informe que avale las reparaciones realizadas, el cual deberá ser aprobado por el Ingeniero Mecánico e informado a la Fiscalización y a la Supervisor MOPC. Si se utiliza más de una

pavimentadora, se deberá aplicar el procedimiento antes señalado a cada equipo de modo de verificar que cumplen con las exigencias antes señaladas.

El hormigón deberá ser trasladado desde la planta a la pavimentadora mediante camiones tolva o mixer convenientemente preparados para ello. Durante los trabajos de pavimentación, se deberá tener la capacidad para proporcionar una cantidad mínima de hormigón en el frente de pavimentación establecido anteriormente.

Terminaciones

El trabajo de terminación superficial deberá ejecutarse mientras el hormigón se encuentre en estado fresco. Inmediatamente después de esparcido y compactado el hormigón, el pavimento deberá terminarse con el equipo apropiado, del tipo autopropulsado, el que deberá dejar la superficie pareja y uniforme con un mínimo de pasadas. El equipo terminador deberá disponer de uno o más tubos metálicos flotantes o similar, los cuales se podrán girar a la posición deseada con respecto al eje del camino. Dada la exigencia de trabajar en la pavimentación mediante el uso de pavimentadoras de moldes deslizantes, es posible realizar la terminación superficial en forma automática y, en el caso que sea necesario, complementar con procedimientos de terminación a mano que aseguren una adecuada regularidad y terminación del pavimento.

Los procedimientos de terminación a mano solo podrán emplearse cuando esté expresamente autorizado por la Fiscalización o Supervisión, o cuando se produzca una falla en los equipos de terminación mecánicos, en este último caso solo hasta completar el trabajo de terminación sobre el hormigón ya esparcido.

La secuencia ideal del proceso de terminación del pavimento de hormigón puede ser descrita básicamente en los siguientes pasos:

- Enrazar con regla en el caso de ser necesario.
- Aplanado con el “Cortador” o Perfil de canal (Channel Float) de 3 m, se pasa en forma transversal al eje del pavimento, dejando una superficie plana y regular.
- Tiempo de espera para sedimentación y exudación del hormigón.
- Corrección del aplanado, se puede utilizar platacho (Bull Float) de al menos 1,5 m o Perfil de canal (Channel Float) de 3 m.

Se prohíbe añadir agua a la superficie del hormigón para ayudar en las operaciones de terminación.

Cualquier desplome o asentamiento del borde del pavimento, se corregirá antes de que el hormigón haya endurecido.

Después de la terminación, los bordes o canto exterior (hacia la banquina) del pavimento deberán ser redondeados con un radio de 6 mm a 10 mm. Esta operación se efectuará cuidadosamente, de manera de obtener un borde redondeado y parejo, sin nidos de piedras ni depresiones. La terminación final de la superficie consistirá en obtener una textura suavemente estriada, paralela al eje del camino. Solo en el caso que lo especifique el Proyecto o lo ordene la Fiscalización, la textura se ejecutará en el sentido transversal al eje del camino.

En ambos casos, ello se podrá conseguir mediante una operación mediante el equipo aprobado por la Supervisión o Fiscalización, de manera que los surcos tengan una profundidad entre 1,0 y 1,5 mm, u otra profundidad que establezca el MOPC. El barrido deberá ejecutarse mientras el hormigón se encuentre en estado fresco. La superficie deberá quedar sin áreas ásperas, porosas, irregulares o con depresiones y con una terminación pareja y uniforme que se ajuste a los requerimientos en cuanto a irregularidades y rugosidades que se indican más adelante.

La herramienta de terminación que se utilizará será la siguiente:

- Terminador superficial (bull float): Herramienta para dar terminación a grandes superficies de un pavimento de hormigón. Se debe tener cuidado mientras flota sobre la superficie del hormigón, para evitar la distorsión de la superficie. Además, puede producir una depresión si

se utiliza en exceso en un solo lugar. Los de mayores dimensiones producirán mejores resultados.

- Cortador de golpe (bump cutter): Es una llana de perfil rectangular, hecho de magnesio, que debe tener un largo no menor a los 3 m. Su función es cortar la superficie, sin sellarla, para corregir las irregularidades que quedan luego de pasar la regla. Esta herramienta se debe pasar en forma transversal al eje del pavimento, empujándola desde el borde más cercano al operador hasta el borde más lejano, deteniendo el avance.
- Perfil canal de mayor alma (channel float): La allanadora formado por un perfil de magnesio de por lo menos 3 m de longitud, y un mango largo que permite su maniobrabilidad. Su función es aplanar la superficie que dejó el tratamiento con el cortador de golpe. Esta herramienta se debe pasar en sentido transversal al eje del pavimento, empujando con un ángulo adecuado a la plasticidad del hormigón fresco. Se requiere un menor ángulo a medida que el hormigón está más fresco. Se comienza pasando desde el borde más cercano hasta el más lejano. Al llegar al extremo, se detiene la maniobra y se hace rotar el mango, cambiando el sentido del ángulo de avance, para luego jalarlo y continuar con el alisado, cuidando traslapar cada pasada con la anterior, en a lo menos unos 10 cm, para evitar dejar partes sin alisar.

Complementaria o adicionalmente podrá realizarse correcciones con equipos de operación manual como:

- Regla o enrasadora: Es un perfil de sección rectangular, fabricado con aleación de aluminio y magnesio. Su función es enrasar el hormigón para extraer el exceso de la superficie y dejar el hormigón nivelado. El proceso de enrasar con regla se debe realizar mediante un movimiento de aserrado largo y continuo en el mismo sentido de avance en que se utilizó la cercha y en una posición perpendicular al eje del pavimento.
- Aplanadora de mango corto: Llamada también “llana” de mango corto, sirve para dar terminación en áreas pequeñas, especialmente en los bordes junto a los moldajes. Pueden ser de madera o de aluminio.
- Bordeadora o rodón: Es una herramienta que sirve para suavizar los bordes del hormigón, de manera que no queden cantos de 90° en la orilla del pavimento, ya que se rompen al retirar los moldajes, afectando la terminación estética del pavimento.

Elementos de Protección del Hormigón

El Contratista deberá proveer un techo que proteja el pavimento recién colocado y terminado contra el sol y el viento. La protección deberá ser tanto superior como lateral, para impedir la formación de corrientes de aire que puedan producir túneles de secado u otros efectos perjudiciales. La protección lateral podrá ser mediante el uso de pantallas o barreras que corten el viento.

Atomizador de Agua

Se deberá tener disponible, en todo momento, un equipo atomizador de agua que produzca una llovizna tenue. Los pavimentos terminados podrán ser humedecidos con este procedimiento, en el caso de ser necesario para el curado del hormigón cuando se presenten las situaciones que se mencionan o presentan en el siguiente párrafo.

El procedimiento se podrá usar, además, cuando por cualquier motivo se presente una falla en cualquiera de los métodos o secuencia de los trabajos de protección y curado. La llovizna no deberá aplicarse con presión directamente sobre el hormigón, así como tampoco se deberá permitir que se produzcan acumulaciones de agua en cantidades suficientes como para provocar escurrimientos superficiales o lavado del hormigón.

Membrana de Curado en Calzada y Banquinas.

Todas las superficies del hormigón en contacto con el aire, incluso las paredes verticales del hormigón deberán ser tratadas con un compuesto de curado que cumpla con lo dispuesto en estas EETT. Asimismo, todas las hendiduras resultantes del aserrado, deberán ser tratadas una vez secas, con el

compuesto de curado, incluso las superficies a ambos lados de estas que hayan sido perturbadas por la ejecución del aserrado.

El compuesto deberá aplicarse utilizando un atomizador con motor, que disponga de un manómetro y de elementos para controlar la presión. El compuesto deberá aplicarse inmediatamente después de concluida la faena de terminación del pavimento. Este deberá haber sido completamente mezclado previamente, no debiendo quedar rastros de decantación de pigmentos en el momento de su uso. Para el mezclado se deberá utilizar un agitador mecánico.

El procedimiento de aplicación deberá asegurar la correcta aplicación de la dosis, aceptándose una tolerancia de $\pm 5\%$. El Contratista deberá mantener, durante todo el período de curado, una constante observación del pavimento y estar atento para reparar cualquier área en que la membrana de curado haya sufrido deterioros.

Procedimientos Alternativos de Curado

El Supervisor o Fiscalización podrá autorizar otros procedimientos para el curado del hormigón, según las condiciones particulares de la obra, pudiendo ser algunos de los especificados como Curado y Protección. No obstante, será responsabilidad del Contratista, que el procedimiento elegido sea capaz de entregar al hormigón un adecuado curado.

2.1.5.6 Juntas de Construcción Transversales

Este tipo de junta deberá coincidir en lo posible con la posición de otra junta de contracción, y se construirá cada vez que finalice una jornada de hormigonado o cuando, durante la ejecución, se produzcan paralizaciones por un lapso mayor que 45 minutos. En el centro del espesor del pavimento, deberán insertarse barras de acero de Grado ADN-420, de sección circular, lisas y espaciadas cada 300 mm entre sí. Para el pavimento cuyo espesor es de 18 cm, el diámetro de las barras será de 32 mm y 450 mm de longitud. Previo a continuar con la pavimentación, el extremo de la barra que quedará inserto en el hormigón fresco deberá cubrirse con un elemento o material que impida la adherencia entre el acero y el hormigón.

Las barras deberán colocarse perfectamente alineadas en el sentido longitudinal del camino.

2.1.5.7 Juntas de Contracción Transversal y Longitudinal

El distanciamiento de las juntas de contracción será 1,8m, con una geometría cuadrada de las losas.

La distancia entre juntas no deberá variar en ± 50 mm respecto a lo especificado y deberán ser perpendiculares al eje del pavimento y como se indica en los planos, paralelos al eje en la mitad de cada carril o pista. A no ser en sectores especiales que se indiquen en los planos, en general, las juntas de contracción no se construirán con dispositivos de traspaso de carga.

Las juntas se deberán ejecutar con cortadoras mecánicas, mediante el aserrado de una hendidura en el pavimento, utilizando discos de diamante para hormigón. Las juntas se aserrarán con disco con un grosor no mayor a 3 mm, y una profundidad mínima de un tercio del espesor del pavimento, con un valor medio de 60 mm ($1/3$ del 18cm). Este procedimiento podrá ser complementado con dispositivos inductores de grietas, espaciados cada tres juntas o con un espaciamiento mayor. Obligatoriamente se deberá usar discos menores y cortadoras autopropulsadas para edad temprana del hormigón.

La oportunidad en que deberá procederse con el aserrado, será de exclusiva responsabilidad del Contratista, el que deberá estudiar y programar la secuencia de aserrado de manera de evitar la formación de grietas incontroladas de retracción de fraguado debido a aserrado tardío y prevenir cualquier daño que la sierra pudiera infringir al hormigón en las zonas de corte por aserrado prematuro.

No se podrá construir pavimento de hormigón, si no se cuenta con unidades suficientes de cortadoras mecánicas autopropulsadas (3 como mínimo) y con las hojas de sierra que garantice el aserrado oportuno de las juntas de contracción.

En sectores de curva, el Contratista deberá presentar un diagrama de cortes, el cual deberá ser aprobado por la Fiscalización o Supervisión.

2.1.5.8 Juntas de Construcción y Frías en banquetas

Son las juntas de unión entre calzada y banquina.

En todas las juntas longitudinales de construcción se deberán colocar barras de amarre en forma perpendicular a la junta longitudinal y en el centro del espesor del hormigón, con una tolerancia en cualquier sentido de hasta 10 mm. El diámetro de las barras, su longitud y espaciamiento entre sí, están establecidos en el Proyecto:

- Varillas de acero corrugadas de mínimo 500 mm de longitud, mínimo 12 mm de diámetro y con un espaciamiento entre sí de 600 mm, u otra cuantía equivalente aprobada por la Fiscalización. El acero será de Grado (ADN420).

2.1.5.9 Sellado de Juntas

En las juntas de construcción (transversales o longitudinales) deberá cumplirse con lo señalado a continuación. Previo al sellado, todas las juntas transversales o longitudinales de construcción, serán aserradas de manera a formar la disposición indicada en el apartado **Material para Sellado de Juntas**, según el tipo de sellante y material de respaldo a emplear. Asimismo, para las juntas longitudinales de construcción con las dimensiones de la caja establecidas en el detalle del apartado **Material para Sellado de Juntas** indicado anteriormente.

Una vez formada la caja, se procederá a eliminar completamente los desechos en toda la longitud y profundidad de la junta y de la caja, para luego proceder a barrer con una escobilla de acero y terminar con un soplado con aire comprimido que elimine todo vestigio de material contaminante, incluso polvo. Antes de utilizar el equipo de aire comprimido se deberá constatar que el aire que expulsa está completamente libre de aceite. Después de la limpieza de la junta y caja, las superficies de esta última deberán tratarse con imprimante si corresponde. En el fondo de la caja se deberá colocar un cordón de características adecuadas (Cordón limitador de profundidad) para quedar perfectamente ajustado dentro de la caja, y construido de un material que no se adhiera con el sello a emplear. Este cordón deberá ser un cordón macizo de espuma de polietileno no reticulado especialmente concebido para su aplicación como limitador de profundidad en todo tipo de sellados y juntas frías de dilatación (hasta +90°C). Este material debe cumplir con las especificaciones técnicas exigidas en las normas DIN 18540 y ASTM C1330 respecto a los materiales de relleno para sellado de juntas frías

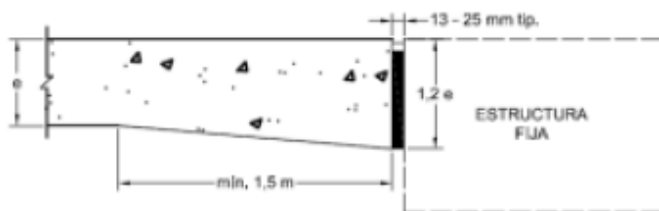
El cordón de respaldo deberá ser ligeramente más ancho que la caja a sellar y deberá quedar perfectamente alineado a la profundidad establecida, sin pliegues o curvaturas. Las operaciones de mezclado o preparación de las mezclas de sellado deberán efectuarse con equipos mecánicos adecuados, que aseguren productos homogéneos y de características constantes.

La mezcla y homogeneización de productos líquidos se deberán efectuar con equipos mecánicos de agitación. Los productos de aplicación en caliente deberán utilizar calentadores que cuenten con dispositivos que permitan controlar la temperatura, que posea sistema mecánico de agitación y que a la vez disponga de un elemento que mantenga la temperatura requerida en forma continua en la boquilla de aplicación del sellante. El sellado deberá realizarse con equipos adecuados para asegurar un vaciado continuo y uniforme que no deje espacios intermedios sin rellenar. La profundidad del material sellante para todas las juntas longitudinales y transversales, se indican en el apartado **Material para Sellado de Juntas**.

Todo material de sellado que manche zonas del pavimento fuera de la junta deberá ser completamente retirado. Solo se deberá sellar cuando la temperatura ambiente sea superior a 5°C e inferior a 30°C. Las juntas deberán encontrarse perfectamente secas antes de iniciar la faena de sellado.

2.1.5.10 Detalle de Juntas entre Losas de Pavimento y Estructura de los Puentes.

El tratamiento de juntas a realizar, en las llegadas del pavimento rígido a las estructuras de puentes, se deberá tener en cuenta un sobreespesor gradual como se indica en la imagen siguiente, o ensanche de espesor de losas con juntas de aislación entre puente-losa del pavimento:



**JUNTA DE AISLACIÓN CON
SOBRE-ESPESOR**

Detalle de llegada de losas a puentes existentes

La junta puede ser un punto complicado por alguna filtración de agua la cual podría producir una socavación en el extremo del pavimento y con el tiempo una fractura en la cara superior. Se prevé un buen tratamiento de junta según:

- Limitador de espuma en el fondo de la junta.
- Sellador del tipo acrílico o similar hasta aproximadamente 7cm de la cara superior.
- Junta elastomérica en la cara superior (ancho a determinar por la longitud del paño hormigonado)

La Contratista deberá presentar el detalle de juntas a utilizar (material, diseño, etc), el cual deberá ser aprobado por la fiscalización para su implementación.

2.1.6 PROTECCIÓN DEL PAVIMENTO Y APERTURA AL TRÁNSITO

El Contratista deberá proveer todos los medios para proteger el pavimento, tanto de sus propios equipos como del público en general. Deberá disponer vigilantes y colocar la señalización y barreras que resulten necesarias. Cuando los trabajos se realicen en tramos con tránsito, el Contratista deberá tener presente las Disposiciones de Seguridad Vial requeridas. El pavimento solo podrá ser entregado al tránsito cuando la superficie se encuentre limpia y la resistencia a la compresión cilíndrica medida por el Método de Madurez del último camión colocado en el tramo que se abrirá a tránsito sea de acuerdo a los siguientes criterios:

- Cuando la resistencia a la compresión medida por madurez sea igual o superior a 28 MPa o
- Cuando la resistencia del hormigón especificada en compresión, alcance una resistencia igual a la especificada menos 5 MPa (igual 30MPa).

El Contratista deberá colocar un sensor para medir madurez en el hormigón vaciado por el último camión de cada una de las jornadas de pavimentación. Estos sensores deberán ubicarse al menos 20 cm alejados del borde, en la mitad del espesor de la losa y alejado de cualquier enfierradura.

El Contratista deberá informar al Supervisor o Fiscalización la ubicación de cada uno de los sensores de madurez (kilómetro y carril). En todo caso, la apertura al tránsito solo podrá realizarse con la aprobación del Inspector Fiscal. Será responsabilidad del Contratista conservar todas las juntas perfectamente limpias, retirando cualquier material incompresible que hubiere penetrado, desde el momento en que el pavimento se haya entregado al tránsito y hasta la recepción provisoria de las obras.

2.1.7 CONTROLES DE RECEPCIÓN

Además de los controles de compresión, flexotracción y resistencia residual se deberá medir el IRI, lisura y levantamiento de fallas prematuras.

En el caso de toma de testigos, los agujeros producidos se deben rellenar con hormigones de la misma calidad que el utilizado en el resto del pavimento, el cual debe ser correctamente compactado, enrasado y aprobado por la Fiscalización.

2.1.7.1 Recepción por Compresión

La extracción y preparación para ensayo de testigos se hará según lo establecido según el Método descrito y se ensayarán a la compresión a la edad especificada, 28 días.

Los testigos serán extraídos como lo indica el MCPy 2019 CAPITULO 5.3.22. ENSAYO DE TESTIGOS, el cual describe a continuación. En esta toma de muestras (testigos) se deberá determinar el espesor de la capa de rodadura, su densidad y su resistencia a la compresión en los cilindros extraídos.

Se define Lote como el menor que resulte de los dos criterios siguientes:

- Por jornada de producción diaria
- Por cada 1000 m³ de hormigón colocado o fracción.

Por lo que en cada Lote se deberá extraer (6) seis testigos, por cada tipo de hormigón (calzada - banquina). Cada Lote se subdividirá en 3 Sub-lotes. Cada sub-lote tendrá un tamaño del tercio del lote, por lo que en cada sub-lote se deberá tomar 2 testigos.

Ante la obtención de valores defectuosos, se debe incrementar esta frecuencia al doble hasta lograr confiabilidad en el proceso.

Criterios aplicables para la resistencia a la compresión

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los testigos, si el promedio de la resistencia de los seis (6) testigos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en estas EETT, siempre que ningún testigo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia.

En caso de incumplimiento de las condiciones mencionadas anteriormente se demolerá el sector que incumpla, re-ejecutará, según determine el Fiscal o Supervisión.

Criterios aplicables para la determinación de espesores.

Sobre la base de las perforaciones efectuadas (testigos en cada lote y respectivo sublote), la Fiscalización determinará el espesor medio de la capa extraída (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed):

$$em > ed$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, por lo menos, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño (ed):

$$ei > 0.95 \text{ ed}$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos traerá como consecuencia el rechazo del tramo.

2.1.7.2 Criterios aplicables para el Control del Hormigón durante la Ejecución

Si se da el incumplimiento de cualquiera de los dos criterios establecidos en "**Control del Hormigón durante la Ejecución**", será rechazado el Lote en cuestión.

2.1.7.3 Control de Rugosidad (IRI)

Será obligatorio realizar el control receptivo de IRI al contrato.

La medición del IRI la hará el Contratista mediante su Autocontrol, según lo especificado. En primera instancia, el Contratista calculará el IRI teórico y lo entregará a la Fiscalización. Los resultados de las

mediciones deberán ser informados en un plazo máximo de 30 días, contados desde el término de la ejecución de pavimentación de la superficie de rodadura o de un sector que pueda ser auscultado por el Autocontrol. Esta se realizará mediante IRI con medias fijas (cada kilómetro de obra o parte de ella).

Se entenderá que la superficie del pavimento tiene una rugosidad aceptable, si todos los promedios de 10 (diez) tramos consecutivos de 100 m o fracción tienen un valor de IRI igual o inferior a 2,5 m/km y ninguno de los valores individuales supere 3,5 m/km.

Respecto a los **Requerimientos** o parámetros IRI se establecen dos criterios (para unidad de muestra de 100m y promedios de 1000m):

- $IRI\ 100m \leq 3,5m/km$
- $IRI\ 1000m \leq 2,5m/km$ (promedios de 10 unidades de 100 o redondo de progresiva de obra) y,

Debiéndose:

- Controlar cada 10% de avance (mínimo), pudiéndose realizar con equipos manuales
- Para recepción de obra según los dos parámetros establecidos, realizar con equipo de alto rendimiento (perfilometro laser)

En caso de incumplimiento de la exigencia de los valores individuales (IRI 100m), el Contratista deberá efectuar las reparaciones necesarias para llegar a un valor del IRI bajo 3,5 m/km, previa consulta al Supervisor o Fiscalización, quien estará facultado para autorizar o rechazar la metodología de reparación propuesta por el Contratista. Las reparaciones deberán considerar tramos completos de 100 m por el ancho de la pista o fracción como en el caso de inicio o término del contrato. Si hay deficiencias en las medias fijas (IRI promedio 1000m), el Contratista podrá solicitar al Fiscal autorización para reparar el tramo afectado, quien, al igual que en el caso de los valores individuales, estará facultado para autorizar o rechazar estas reparaciones, las que deberán considerar el o los tramos completos de 100 metros por el ancho de la pista o fracción como en el caso de inicio o término del contrato.

Una vez finalizadas las reparaciones, en caso de que las haya, el Contratista deberá realizar una nueva medición en los sectores reparados e informarlos al Fiscal en un plazo no superior a 30 días de efectuadas las reparaciones. No habrá exigencia de cumplir con el control de Rugosidad en las banquetas, ni en otras singularidades, entendiéndose como ellas, todas aquellas alteraciones del perfil longitudinal del camino que no provengan de fallas constructivas, y que incrementen el valor de IRI en el tramo en que se encuentren. Se considerarán como singularidades los cuellos de empalme, accesos, puentes, badenes, peajes, puentes u otros, autorizados por el Supervisor o Fiscal, previa consulta a la Dirección de Vialidad.

2.1.7.4 Lisura

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua, ni irregularidades mayores de diez milímetros (10 mm) en capas de rodadura o quince milímetros (15 mm) en capas de base y bacheos, cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja la Fiscalización, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

Sobre las juntas transversales de construcción, se deben realizar mediciones con la regla de 3,0 m apoyada con un extremo sobre la junta, hacia atrás y hacia delante de la misma, además con la regla colocada simétricamente sobre la junta. Estas operaciones se deben realizar en tres posiciones: una en cada huella y otra en la interhuella, siendo la exigencia a cumplir, apartamientos menores o iguales a 8 mm, entre el borde inferior de la regla y la superficie de rodamiento.

2.1.7.5 Textura Superficial

La superficie de la losa deberá presentar una macrotextura y coeficiente de resistencia al deslizamiento considerando como umbrales los siguientes valores:

Textura Superficial	Umbral
Macrotextura (MPD) Cada 100m	<p>Requerimiento: La profundidad promedio de textura del lote debe estar comprendida entre sesenta y cien centésimas de milímetro (0,6 mm – 1,0 mm), sin que ningún valor individual se encuentre por debajo de cuarenta centésimas de milímetro (0,4 mm).</p> <p>Frecuencia: El número mínimo de puntos que se van a controlar uno cada 100m. Debe medirse al día siguiente del hormigonado.</p> <p>Equipos: Perfilómetro Láser (para Recepción según promedios de tramos 100m con mediciones c/10m)</p> <p>Circulo de Arena ASTM E 965 / IRAM 1850 (para Autocontrol en tramos ejecutados, al menos uno cada 100m)</p>
Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento Cada 100m	<p>0,45 en rectas y 0,55 curvas mayores R 600</p> <p>Metodología de bajo rendimiento Péndulo Británico o alto rendimiento (equipo de rueda bloqueada)</p>

Se define Lote como el menor que resulte de los dos criterios siguientes:

- Por jornada de producción diaria
- Por cada 1000 m³ de hormigón colocado o fracción

En caso de incumpliendo de alguno de los parámetros definidos, se deberá realizar las correcciones necesarias con metodologías aprobadas por la Fiscalización y el MOPC. En ningún caso deberá verse afectado las condiciones estructurales del pavimento.

2.1.7.6 Ancho y perfil transversal (cada 100 m)

Ancho

La determinación del ancho de la capa de hormigón se debe verificar en perfiles transversales cada cien metros (100 m). El ancho considerado, en ningún caso debe ser inferior al ancho teórico indicado en los Planos de Proyecto.

Perfil transversal

La verificación del perfil transversal se debe efectuar en perfiles transversales cada cien metros (100 m). La pendiente de cada perfil transversal no debe ser inferior a dos décimas por ciento (0,2 %) ni superior a cuatro décimas por ciento (0,4 %) de la pendiente transversal establecida en los planos del proyecto.

En caso de incumpliendo de alguno de los parámetros definidos, se deberá realizar las correcciones necesarias con metodologías aprobadas por la Fiscalización y el MOPC.

2.1.7.7 Defectos e imperfecciones a edades tempranas (lote de obra)

Todos los descascaramientos, saltaduras y nidos de abeja de la superficie deben ser reparados antes de la recepción provisoria de la obra a satisfacción de la Fiscalización y el Supervisor de Obra, empleando técnicas que aseguren la durabilidad de las reparaciones. La recepción de una losa fisurada y no demolida se efectúa si, al final del periodo de recepción provisoria, las fisuras no se han agravado ni han originado daños a las losas vecinas. En caso contrario, la Fiscalización y el Supervisor de Obra pueden ordenar la total demolición, remoción y posterior reconstrucción de las losas afectadas.

Las fisuras deben ser tratadas, según sea el caso, de acuerdo con lo indicado a continuación:

Fisuras plásticas (lote de obra)

Las fisuras plásticas que se produzcan, cuya abertura no supere los 0,2 mm, no requieren ningún tipo de reparación. En aquellas fisuras cuya abertura supere los 0,2 mm, se debe extraer un testigo de aquélla que presente una mayor longitud, para determinar la profundidad de penetración. Si dicho valor no supera la mitad del espesor de la losa, las fisuras deben rellenarse con metacrilato de alto peso molecular u otro material de baja viscosidad que permita el relleno de la junta por inyección a gravedad. En caso contrario, queda a criterio de la Fiscalización y el Supervisor de Obra el tipo de intervención a realizar (el cual puede ser la demolición y reposición de la losa en estudio).

Fisuras transversales no controladas (lote de obra)

En el caso de que existan tres o más (≥ 3) fisuras transversales que comprometan todo el espesor del pavimento, y se encuentren en el tercio central de la losa, se acepta el lote de obra, por cada una de las mencionadas fisuras. Las fisuras transversales que comprometan todo el espesor y se ubiquen en el tercio central de la losa deben cajearse (abrirse mediante correcto aserrado) y sellarse. Si además se trata de un pavimento con pasadores, debe restaurarse la transferencia de carga mediante la colocación tres (3) pasadores por cada zona de huellas. Aquellas fisuras que crucen o terminen en una junta transversal y se desarrollen sobre la zona de influencia de los pasadores (si cuenta con los mismos), deben cajearse y sellarse, y se debe rellenar con epoxi la porción no fisurada de la junta aserrada. A las fisuras que se desarrollen en forma relativamente paralela y dentro del tercio central de la losa, se les debe realizar una reparación en espesor total para reemplazar el sector afectado por la fisura.

Daño en la junta aserrada o fisura transversal (lote de obra)

Cuando existan despostillamientos, de entre treinta milímetros (30 mm) y setenta y cinco milímetros (75 mm) de ancho, que se encuentren en los bordes de las juntas o fisuras, se acepta el lote de obra, por cada una de las juntas y/o fisuras afectadas. Los despostillamientos, de entre treinta milímetros (30 mm) y setenta y cinco milímetros (75 mm) de ancho, que se encuentren en los bordes de las juntas, deben repararse mediante la técnica de reparación en espesor parcial. Lo mismo ocurre con los despostillamientos presentes en las fisuras, siempre que éstas no sean reparadas por otro motivo. Aquéllos despostillamientos de menos de treinta milímetros (30 mm) de ancho deben ser rellenados con material de sellado o, a criterio de la Fiscalización y el Supervisor de Obra, reparados mediante la técnica de reparación en espesor parcial.

Fisuras longitudinales no controladas (lote de obra)

En el caso de que existan fisuras longitudinales relativamente paralelas a la junta longitudinal, y se encuentren a menos de treinta centímetros (30 cm) de ella, pudiendo cruzar o terminar en dicha junta, se acepta el lote de obra, por cada una de las losas afectadas por dichas fisuras.

Aquellas fisuras que sean relativamente paralelas a la junta longitudinal y se encuentren a menos de treinta centímetros (30 cm) de ella, pudiendo cruzar o terminar en dicha junta, deben ser cajeadas y selladas, así como también se debe rellenar con epoxi la porción no fisurada de la junta longitudinal. En los casos que las fisuras que se encuentren en zona de huellas y sean relativamente paralelas a la junta, se debe remover y reemplazar la losa, salvo que la Fiscalización y el Supervisor de Obra decida que se realice en su lugar una reparación con la técnica de cosido cruzado. Cuando las fisuras se encuentren a más de 0,6 m de la junta, se debe realizar el cosido cruzado de ella y el sellado de la junta longitudinal.

Daño en junta aserrada o fisura longitudinal (lote de obra)

Los despostillamientos que se encuentren en los bordes de las juntas, deben repararse mediante la técnica de reparación en espesor parcial. Lo mismo ocurrirá con los despostillamientos presentes en las fisuras, siempre que éstas no sean reparadas por otro motivo.

Fisuras no controladas diagonales (lote de obra)

Aquellas losas que presenten una fisura que comprometa todo el espesor de la losa y que no califique como fisura transversal o longitudinal, deben repararse con la técnica de reparación en espesor total.

Fisuras múltiples no controladas (lote de obra)

Las losas que presenten más de una fisura en profundidad total que dividan a la losa en tres o más (≥ 3) partes deben ser reemplazadas en su totalidad. Dicha reparación debe efectuarse con la técnica de reparación en espesor total.

2.1.7.8 Reparaciones

No se aceptarán losas con deficiencias, tales como agrietamientos, desconches de juntas, desgaste prematuro de la superficie u otros; estas deberán ser demolidas y repuestas por cuenta del Contratista. La reposición deberá cumplir con las EETT establecidas en este contrato.

El supervisor o Fiscalización podrá autorizar un procedimiento de reparación alternativo al anterior, para lo cual el Contratista deberá presentar un informe de un profesional externo, especialista en pavimentos, con experiencia comprobable en la materia, el que debe ser aprobado, y cuyo informe debe indicar el tipo de deficiencia producida, su severidad, las causas de origen y la propuesta de reparación, debiendo asegurar igual o mejor desempeño durante la vida útil del pavimento. El Supervisor o Fiscalización, si lo estima conveniente, podrá solicitar al Contratista que se realicen modificaciones a la propuesta de reparación o también podrá rechazar la propuesta.

2.1.8 CONSERVACIÓN

Consistirá en el mantenimiento en condiciones óptimas de la superficie de losa terminada puesta en servicio, y la reparación inmediata de cualquier falla que se produzca, dentro del periodo de recepción provisoria.

El Contratista deberá disponer en obra de los elementos, mano de obra, herramientas, equipos y materiales que permitan efectuar la conservación efectiva del trabajo ejecutado.

2.1.9 MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla suministrada y pavimentada en obra a satisfacción de la Fiscalización, de acuerdo con lo exigido por la especificación respectiva.

El volumen se determinará multiplicando la superficie en donde la Fiscalización haya autorizado el trabajo, por el espesor compacto promedio en que se haya colocado la mezcla. No se medirá ningún volumen por fuera de tales límites.

2.1.10 PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico, para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por la Fiscalización.

El precio unitario deberá incluir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de licencias ambientales para la explotación de los agregados y la elaboración de las mezclas; las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos relacionados con la explotación, selección, trituración, lavado, suministro de los materiales pétreos, desperdicios, elaboración de las mezclas, cargas, transporte interno y descargas de agregados y mezclas; así como el transporte al punto de aplicación, la colocación, nivelación y compactación de las mezclas elaboradas, además de las juntas a realizar entre losas y las estructuras de los puentes.

Además, deberá incluir todos los costos correspondientes a los equipos necesarios, para realizar la fabricación, colocación, terminación, y ensayos de control para hormigones con fibras.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de la definición de la fórmula de trabajo, del tramo de prueba y todo costo relacionado con la correcta ejecución de cada trabajo, incluyendo el Autocontrol.

Se incluyen al precio unitario el suministro del cemento para la mezcla. En caso de requerirse aditivos o adiciones adicionales, también estará incluido en el precio unitario de la mezcla.

Tabla 2-7: Forma de pago ítem Losa de Hormigón con Fibras

Ítem de Pago	Forma de Pago
Losa de Hormigón con Fibras en Banquina	Metro cúbico (m ³)
Losa de Hormigón con Fibras en Calzada	Metro cúbico (m ³)

2.2 RELLENO GRANULAR CON COMPACTACIÓN MANUAL

2.2.1 DESCRIPCIÓN

Esta Sección corresponde al material de relleno granular de granulometría abierta que se colocara manualmente y lateral al pavimento en banquetas y habiendo cumplido un periodo de endureciendo prudente del hormigón de la banqueta (no menor a 3 días).

Este material debe cumplir con los requisitos de una base granular de $CBR \geq 80\%$, el Índice de Plasticidad máximo de 6%, además del Tamiz ASTM N°200 no mayor a 5% y curva granulométrica definido en el Manual, como A, B o C. Adicionalmente se deberá tener agregados cuya capacidad de desgaste debe ser máximo 25% determinado mediante Los Ángeles.

La compactación o colocación podrá realizarse manualmente sin afectar el pavimento rígido en banqueta (dañándolo o perjudicando los bordes). En caso se afecte al pavimento rígido, el contratista deberá reparar a su costo.

La compactación podrá ser mediante equipamiento manual (ancho mínimo), con la conformación detallada en la sección transversal de proyecto, debiéndose lograr un 95% de la DMCS.

ENSAYE	EXIGENCIA
Límite Líquido	Máx. 25%
Índice de Plasticidad	Máx. 6%
Desgaste Los Angeles	Máx. 25%
Sales Solubles	Máx. 4%
Poder de Soporte (CBR)	Mín. 80%
Medido al 95% de la D.M.C.S.	

Finalizado el relleno granular compactado deberá aplicarse un riego de imprimación reforzada según se indica en el ítem "**Riego de Imprimación en Relleno Granular Lateral**", para mayor durabilidad y empaquetamiento del mismo.

2.2.2 CONTROLES

El espesor de la capa compactada no podrá diferir, en más o en menos, un (1) centímetro del espesor indicado en los planos. Inmediatamente después de la compactación y corte final se controlarán con nivelaciones geométricas transversales cada veinte (20) metros. A la presente información se adjuntará los espesores de la densidad "in situ" del sector evaluado.

Cada cincuenta metros (50 m) se realizarán mediciones para controlar el ancho resultante. No se tolerarán diferencias en defectos con respecto al ancho indicado en los planos.

Densidad

La densidad a aprobarse será aquella equivalente al 95% del grado de compactación de la energía T-180, este control de densidad "in situ" se efectuará como mínimo 1 (uno) cada 100 m, por lado. El incumplimiento de dicho requisito trae como consecuencia el rechazo del tramo.

La densidad de las capas compactadas se determinará por el método del Cono de Arena, en espesores de hasta 20 cm. Pueden emplearse otros procedimientos como los densímetros nucleares y/o no nucleares (haciendo las correcciones correspondientes), u otros métodos modernos de determinación del grado de compactación.

La perforación de hoyos de prueba y su relleno con el mismo material, adecuadamente compactado, será efectuada por el Contratista bajo el control de la Fiscalización.

- **Espesor**

Sobre la base de las perforaciones efectuadas para el control de la densidad correspondiente a una pista de trabajo, la Fiscalización determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed):

$$em > ed$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (ei) de la capa compactada no podrá diferir, en más o en menos, un (1) centímetro del espesor de diseño (ed).

El incumplimiento de alguno de estos requisitos traerá como consecuencia el rechazo del tramo.

- **Ancho y perfil transversal (cada 100 m por cada lado)**

Ancho

La determinación del ancho de la capa de subrasante de ripio se debe verificar en perfiles transversales cada cien metros (100 m por lado). El ancho considerado, en ningún caso debe ser inferior al ancho teórico indicado en los Planos de Proyecto.

Perfil transversal

La verificación del perfil transversal se debe efectuar en perfiles transversales cada cien metros (100 m por lado). La pendiente de cada perfil transversal no debe ser inferior al establecido en la capa vecina correspondiente a la banquina de hormigón, de manera a no acumular agua.

En caso de incumpliendo de alguno de los parámetros definidos, se deberá realizar las correcciones necesarias con metodologías aprobadas por la Fiscalización y el MOPC

2.2.3 CONSERVACIÓN

La conservación, consistirá esencialmente en reconformación para no perder la geometría establecida, evitar su deformación y pérdida de densificación. Las zonas que se deterioren durante el plazo de conservación, serán reparadas utilizando materiales similares a los utilizados en la construcción.

2.2.4 MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico (m³) aproximado entero, del ítem colocado y compactado, a satisfacción de la Fiscalización. El volumen se determinará por el sistema del promedio de las áreas extremas, utilizando las secciones transversales y de longitud real, medida a lo largo del eje del Proyecto.

2.2.5 PAGO

La cantidad de Relleno Granular con Compactación manual, medida conforme al método de medición, será pagada al precio unitario contractual correspondiente al presente ítem, una vez aceptada por la Fiscalización siempre que se hayan cumplido con la verificación de densidad, anchos, espesores, etc

Este precio y pago significarán la compensación total por el suministro de toda la planta de trabajo, mano de obra, equipos, incluyendo los trabajos de compactación del apoyo, su transporte, costo de adquisición, el riego con agua, servicios, supervisión, imprevistos y otros incidentales necesarios, e inherentes para dar por completado el ítem.

Tabla 2–8: Forma de pago ítem relleno granular con compactación manual

Ítem de Pago	Forma de Pago
Relleno granular con compactación manual	Metro cúbico (m ³)

2.3 RIEGO DE CURADO

2.3.1 DESCRIPCIÓN

El RIEGO DE CURADO referido al material bituminoso sobre la Subbase granular cementada que forma parte de la estructura del camino, preparada con anterioridad, de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos. Consiste en la incorporación de asfalto a la superficie de una SubBase, a fin de prepararla para recibir una capa de pavimento rígido.

2.3.2 MATERIALES

El material bituminoso a aplicar en este trabajo será el siguiente:

- Emulsiones Asfálticas de curado rápido (CRS-1, CRS-2) diluido con agua, de acuerdo a la textura de la SubBase o Base.
- Podría ser admitido el uso de Asfalto líquido, de grados MC-30, MC-70 ó MC-250

El material debe ser aplicado tal como sale de planta, sin agregar ningún solvente o material que altere sus características.

La cantidad por m² de material bituminoso, debe estar comprendido entre 0,7 - 1,5 l/m² para una penetración dentro de la capa granular cementada y apoyo de losa, exigiéndose de 7 mm por lo menos, verificándose esto cada 25m.

Antes de la iniciación del trabajo, la Fiscalización aprobará la tasa de aplicación del material de acuerdo a los resultados del tramo de prueba. La condición y aplicación sobre la superficie deberá estar mantenida hasta antes de la colocación del hormigón, sin peladuras ni faltantes, para que la misma sirva de superficie y evite absorción excesiva de agua de la pasta de hormigón y a su vez disminuya la fricción entre subbase y losa de hormigón reforzado con fibras. Se tiene previsto el uso de un geotextil de interfaz entre losa y subbase.

2.3.3 EQUIPOS

Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza y camión regador de agua y asfalto.

El equipo para limpieza estará constituido por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o arrastre con tractor. Como equipo adicional podrán utilizarse compresores, escobas, y demás implementos que la Fiscalización autorice.

El camión imprimador de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante.

El vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s), o pies por segundo (pie/s), visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del asfalto en sentido longitudinal.

El camión regador deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

Para áreas inaccesibles al equipo irrigador y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará un calentador regador portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del camión regador con una boquilla de expansión que permita un riego uniforme. Por ningún motivo se permitirá el empleo de regaderas u otros dispositivos de aplicación manual por gravedad.

2.3.4 REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

2.3.4.1 Clima

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra este por encima de los 10°C y la superficie del camino esté razonablemente seca y las condiciones climáticas, en la opinión de la Supervisión, se vean favorables (no lluviosos, ni muy nublado).

2.3.4.2 Preparación de la Superficie

La superficie de la subbase que debe ser imprimada (impermeabilizada) debe estar en conformidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas mostradas en los planos y con los requisitos de las Especificaciones relativas a la SubBase Granular Cementada.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño debe ser eliminado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario. Las concentraciones de material fino deben ser removidas por medio de la cuchilla niveladora o con una ligera escarificación. Cuando lo autorice la Fiscalización, la superficie preparada puede ser ligeramente humedecida por medio de rociado, inmediatamente antes de la aplicación del material de imprimación.

2.3.4.3 Aplicación de la Capa de Imprimación

Durante la ejecución el Contratista debe tomar las precauciones necesarias para evitar incendios, siendo el responsable por cualquier accidente que pudiera ocurrir.

El material bituminoso de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, o un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente. El Contratista dispondrá de cartones o papel grueso que acomodará en la Base antes de imprimir, para evitar la superposición de riegos, sobre un área ya imprimada, al accionar la llave de riego debiendo existir un empalme exacto. El material debe ser aplicado uniformemente a la temperatura y a la velocidad de régimen especificada por la Fiscalización. En general, el régimen debe estar entre 0,7 a 1,5 l/m², dependiendo de cómo se halle la textura superficial de la base.

La temperatura del material bituminoso en el momento de aplicación debe estar comprendida dentro de los límites establecidos y será aplicado a la temperatura que apruebe la Fiscalización. Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un filo marcado para mantener una línea recta de aplicación. El Contratista debe determinar la tasa de aplicación del ligante y hacer los ajustes necesarios. Algún área que no reciba el tratamiento debe ser inmediatamente imprimada usando una manguera conectada al distribuidor.

Si las condiciones de tránsito lo permiten, la aplicación debe ser hecha sólo en la mitad del ancho de la SubBase. Debe tenerse cuidado de colocar la cantidad correcta de material bituminoso a lo largo de la junta longitudinal resultante. Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, ésta debe ser protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante el período de curado. Este curado se mantendrá como mínimo durante 7 días, no permitiéndose tránsito durante ese lapso, salvo equipo de construcción, después de las 72 horas del término de la compactación, siempre que se trate de la construcción de la capa superior. Se tomarán todas las precauciones necesarias para que el equipo de construcción se apoye a suficiente distancia de los bordes para no dañarlos.

2.3.4.4 Protección de las Estructuras Adyacentes

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta a tratamiento, deben ser protegidas de manera tal, que se eviten salpicaduras o manchas. En caso de que esas salpicaduras o manchas ocurran, el Contratista deberá, por cuenta propia, retirar el material y reparar todo daño ocasionado.

2.3.4.5 Emulsiones asfálticas

De acuerdo con la aplicación y según lo establezca la respectiva especificación, se utilizarán emulsiones catiónicas de rotura rápida, media o lenta, cuyas características básicas se presentan en la [Tabla 2–9](#). Las emulsiones catiónicas podrán ser modificadas mediante polímeros, en tal caso las

Especificaciones de calidad, dosificación y dispersión del producto deberán ser aprobado por la Fiscalización.

Tabla 2–9: Especificaciones para emulsiones catiónicas (ASTM D-2397)

TIPO DE EMULSIONES	ROTURA RÁPIDA				ROTURA MEDIA				ROTURA LENTA			
	CRS – 1		CRS – 2		CMS – 2		CMS -2h		CSS – 1		CSS – 1h	
1. ENSAYO SOBRE EMULSIONES	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad												
• Saybolt Furol a 25 C Seg	20	100							20	100	20	100
• Subolt Furol a 50 C Seg			100	400	50	450	50	450				
Estabilidad de Almacenamiento												
• Sedimentación a los 7 días %		1		1		1		1		1		1
Destilación												
• Contenido de asfalto residual %	60		65		65		65		57		57	
• Contenido de disolventes %		3		3		12		12		0		0
Tamizado												
• Retenido T 20 (850 mm)		0,1		0,1		0,1		0,1		0,1		0,1
Rotura												
• Dioctilsulfosuccinato sódico %	40		40									
• Mezcla con cemento %												
Carga Partícula	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
Recubrimiento del agregado y resistencia de desplazamiento												
• Con agregado seco					Buena							
• Con agregado seco y acción del					Satisfactoria							
• Con agregado húmedo					Satisfactoria							
• Con agregado húmedo y acción					Satisfactoria							
DESTILACIÓN												
Penetración (25°C, 100 gr, 5 seg) 0,1mm	100	250	100	250	100	250	40	90	100	250	40	90
Ductilidad (25°C, 5cm/m)cm	40		40		40		40		40		40	
Tricloroetileno %	97,5		97,5		97,5		97,5		97,5		97,5	

2.3.4.6 Asfaltos diluidos (Tipo Cutback)

Se aplicarán en determinados casos, según lo establezca la respectiva Especificación. Estos asfaltos pueden ser de curado medio (MC) o curado rápido (RC). Los asfaltos de curado medio responderán a los requisitos de calidad que se indican en la tabla siguiente.

Tabla 2–10: Requisitos de material bituminoso diluido de curado medio

Características	Ensayo	MC-30		MC-70		MC-250	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60°C, mm 2/s	MTC E 301	30	60	70	140	250	500
Punto de Inflamación (TAG, Capa abierta) °C	MTC E 312	38		38		66	
Destilación, volumen total destilado hasta 360°C, %Vol	MTC E 313						
➤ A 190°C		40	25	0	20	0	10
➤ A 225 °C		75	70	20	60	15	55
➤ A 260 °C			93	65	90	60	87
➤ A 315 °C							
Residuo de la destilación a 315 °C		50		55		67	
Pruebas sobre el residuo de la destilación	MTC E 306 MTC E 304 MTC E 302						
➤ Ductilidad a 25 °C, 5 cm/min, cm.		100	-	100		100	-
➤ Penetración a 25 °C, 100gr., 5 seg. ⁽¹⁾		120	250	120	250	120	250
➤ Viscosidad absoluta a 60 °C, Pa.s		30	120	30	30	30	120
➤ Solubilidad en tricloroetileno, %		99		99	99	99	
Contenido de agua, % del volumen		-	0,2	-	0,2	-	0,2

Tabla 2–11: Requisitos de material bituminoso diluido de curado rápido (AASHTO M-81)

Características	RC-70		RC-250		RC-800	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60°C, mm 2/s	70	140	250	500	800	1600
Punto de Inflamación (TAG, Capa abierta) °C	-	-	27	-	27	-
Destilación, volumen total destilado hasta 360°C, %Vol						
➤ A 190°C	10	-	-	-	-	-
➤ A 225 °C	50	-	35	-	15	-
➤ A 260 °C	70	-	60	-	45	-
➤ A 316 °C	85	-	80	-	75	-
Residuo de la destilación a 360 °C	55		65		75	
Pruebas sobre el residuo de la destilación						
➤ Ductilidad a 25 °C, 5 cm/min, cm.	100	-	100	-	100	-
➤ Penetración a 25 °C, 100gr., 5 seg. (*)	80	120	80	120	80	120
➤ Viscosidad absoluta a 60 °C, Pa.s	60	240	60	240	60	240
➤ Solubilidad en tricloetileno, %	99	-	99	-	99	-
Contenido de agua, % del volumen	-	0,2	-	0,2	-	0,2

(*) Opcionalmente se puede reportar penetración en vez de viscosidad.

2.3.4.7 Apertura al Tránsito y Mantenimiento

El área imprimada debe airearse, sin ser arenada por un término de 24 horas, a menos que lo ordene de otra manera la Fiscalización. Si el clima es frío o si el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base, un período más largo de tiempo podrá ser necesario. Cualquier exceso de material bituminoso que quede en la superficie después de tal lapso debe ser retirado usando arena, u otro material aprobado que lo absorba y como lo ordene la Fiscalización, antes de que se reanude el tránsito.

La labor de conservación debe incluir, el extender cualquier cantidad adicional de arena u otro material aprobado necesario para evitar la adherencia de la capa de imprimación a las llantas de los vehículos y parchar las roturas de la superficie imprimada con mezcla bituminosa. En otras palabras, cualquier área de superficie imprimada que resulte dañada por el tránsito de vehículos o por otra causa, deberá ser reparada antes de que la capa superficial sea colocada, a costo del Contratista.

2.3.5 ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

2.3.5.1 Calidad del material asfáltico

A la llegada de cada camión termotanque con cemento asfáltico o emulsión asfáltica para el riego, el Contratista deberá entregar a la Fiscalización un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que éste cumple con las condiciones especificadas según el material bituminoso que se esté utilizando.

La Fiscalización se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de material bituminoso que no se encuentren respaldados por la certificación de calidad del fabricante. En el caso de empleo de asfalto diluido, la Fiscalización comprobará mediante muestras representativas (mínimo una muestra por cada 30.000 litros o antes si el volumen de entrega es menor), el grado de viscosidad cinemática del producto, mientras que, si está utilizando emulsión asfáltica, se comprobará su tipo, contenido de agua y penetración del residuo. En todos los casos, guardará una muestra para ensayos ulteriores de contraste, cuando el Contratista o el fabricante manifiesten inconformidad con los resultados iniciales. En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la siguiente.

2.3.5.2 Dosificación

La Fiscalización se abstendrá de aceptar áreas imprimadas donde la dosificación varíe de la aprobada en más de diez por ciento (10%).

2.3.6 MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción de la Fiscalización, de acuerdo a lo exigido en la especificación respectiva.

El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho especificado en los planos u ordenado por la Fiscalización. No se medirá ninguna área por fuera de tales límites. El precio incluye la aplicación de arena cuando sea requerido.

2.3.7 PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado, para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por la Fiscalización.

También, deberá incluir los costos de la definición de la fórmula de trabajo cuando se requiera, los del tramo de prueba y todo costo relacionado con la correcta ejecución de cada trabajo.

En todos los casos, el precio deberá incluir el suministro en el sitio, almacenamiento, desperdicios y aplicación de agua y aditivos mejoradores de adherencia y de control de rotura que se requieran; la protección de todos los elementos aledaños a la zona de los trabajos y que sean susceptibles de ser manchados por riegos de asfalto, así como toda labor, mano de obra, equipo o material necesarios para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Se incluye el costo de suministro y aplicación en el sitio de los materiales bituminosos.

Tabla 2-12: Forma de pago ítem Riego de Curado

Ítem de Pago	Forma de Pago
Riego de Curado	Metro cuadrado (m ²)

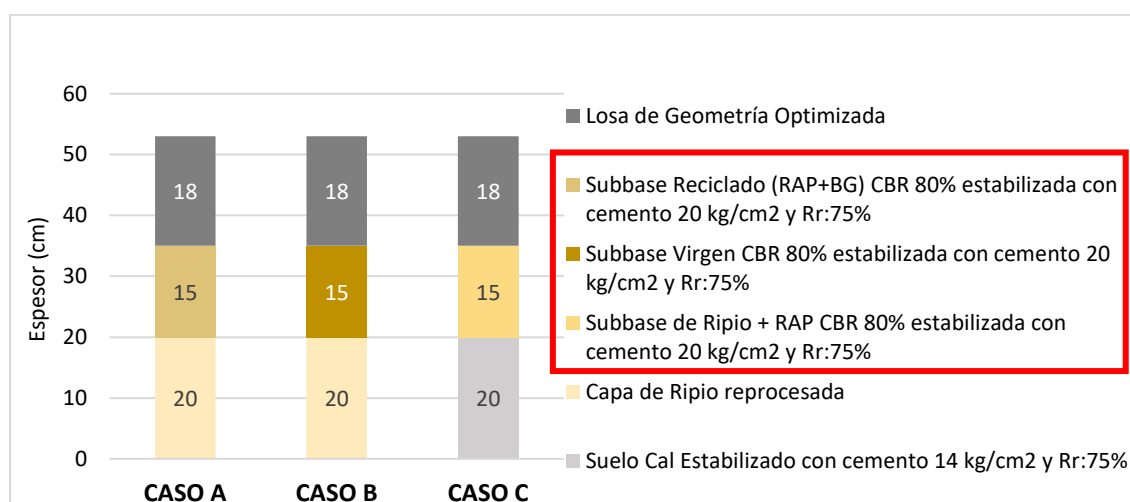
2.4 SUB BASES GRANULARES ESTABILIZADAS CON CEMENTO

2.4.1 DESCRIPCIÓN

Esta especificación presenta las disposiciones que son generales a los trabajos sobre el apoyo (base) del pavimento rígido, denominados subbases granulares estabilizadas con cemento.

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de la capa de subbase granular estabilizado con cemento, elaborada con una mezcla homogénea de suelo-agregado _CBR 80% (material granular reciclado y/o virgen), cemento portland y agua, en una proporción seca en peso de suelo-agregado, que mezclado con cemento portland al porcentaje requerido mínimo (en peso), obtenga resultado en un ensayo de resistencia a la compresión simple no confinada, a los 7 días, mayor o igual a 20 kg/cm² y durabilidad para desempeño a largo plazo. El material granular sin cementar deberá cumplir un valor soporte mínimo CBR 80%.

Para la construcción de subbases granulares estabilizadas con cemento como apoyo de losa, los materiales tienen tres orígenes como se muestra en la siguiente gráfica:



Atendiendo que se trata de una reconstrucción, las propuestas de intervención y reutilización de los materiales fueron definidas según las diferentes estructuras de pavimento existentes, siendo el objetivo de la estabilización o cementado, la homogenización de la capa para la construcción mediante una nueva capa recuperada para la subbase de la estructura.

En la memoria de ingeniería de este proyecto se esquematiza el procedimiento constructivo general detallando el paso a paso, y teniendo en cuenta las 3 condiciones de pavimento existente, resaltando que las capas asfálticas deterioradas, base granular o ripio existente deben reutilizarse, para generar la nueva capa de subbase granular estabilizada con cemento con requerimientos granulométricos, de resistencia mecánica a la compresión simple (UCS: Unconfined Stress) de 20 kg/cm² o 2MPa, y de susceptibilidad a la humedad con una exigencia de resistencia retenida (Rr) mínima del 75%. Este último debe entenderse como un requerimiento que evalúa al material en su pérdida de resistencia ante presencia de agua, obteniéndose de la relación entre compresión simple saturada/seca y de fácil ejecución. Las dosis de cemento previstas en ningún caso serán menores a 2,5%, en caso de requerirse mayores dosis, se deberá evaluar la presencia o generación de fisuras tales que no excedan límites tolerables y compatibles con las sub-bases granulares de apoyo de losa, a definir según criterios de los especialistas del contratista, fiscalización y supervisión.

2.4.2 MATERIALES

2.4.2.1 Granulometría

La composición de agregados reciclados o vírgenes deberá cumplir con una granulometría continua y bien graduada (sin inflexiones notables) cuya verificación deberá realizarse rutinariamente en cada

jornada atendiendo que la trituración se realiza en un 1er paso. Luego del reprocesamiento de la capa adyacente se colocará el material reciclado o virgen triturado según sea el caso, pero ya con la adición del cemento. Motivo por el cual se puede adicionar, considerar o complementar el material granular cuya dosificación debe ser aprobada por la Fiscalización y según uno de los requisitos granulométricos que se indican en la [Tabla 2-13](#), debiéndose cumplir la Gradación A, B y C:

Tabla 2-13: Requerimientos granulométricos para subbase granular (ASTM D 1241)

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	-	-
25 mm (1")	-	75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4,75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2,0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4,25 um (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

El material de SubBase Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

- Valor de Soporte CBR mínimo del 80% del suelo-agregado previa adición del cemento.
- Valor de Desgaste de los Ángeles máximo de 35%.
- Valor del Índice de Lajas máximo 35%.
- Contenido máximo de finos (pasante tamiz 200) será del 8%

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente o viceversa.

El material estabilizado a ser empleados en la ejecución de la capa de subbase granular serán materiales seleccionados, que hayan sido previamente analizados dado que inicialmente debe triturarse y que hayan dado resultados satisfactorios para los ensayos de durabilidad y resistencia a la compresión simple. Se podrá incorporar al material cal hidratada y/u otros aditivos a la dosificación del suelo-cemento para obtener los parámetros solicitados

Agregado Grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla Nº 4 (4,75 mm), los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes. Deberán cumplir las siguientes características:

Tabla 2-14: Requerimientos de agregado grueso para subbase granular

Ensayo	Norma AASHTO	Requerimientos
Sales solubles totales	T 104	0,55% máx.
Índice de durabilidad	T 104	35% mín.
Caras fracturadas	VER_(*)	VER_(*)

*: El agregado pétreo a incorporar será el producto de la trituración de rocas y deberá presentar un mínimo del 75% de sus partículas con dos o más caras de fracturas con el 25% restante por lo menos una.

Agregado Fino

Se denominará así a los materiales pasantes la Malla N° 4 (4,75 mm), que podrá provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

Tabla 2-15: Requerimientos de agregado fino para subbase granular

Ensayo	Norma MOPC	Norma	Requerimientos
Índice Plástico	SO305	T 89 – T 90	6% máx.
Equivalente de arena	AO509	T 176	35% mín.
Sales solubles totales	AO514	SABS M 849	0,55% máx.
Índice de durabilidad	-	T 210	35% mín.

2.4.2.2 Cemento Portland

El cemento Portland será del tipo CP-32 o superior, y deberá responder a los requisitos de las Normas Técnicas del Instituto Nacional de Tecnología y Normalización (INTN).

2.4.2.3 Agua

El agua utilizada para la construcción de suelo-agregado debe estar libre de aceites, ácidos y álcalis perjudiciales, y deber considerarse en un análisis en conjunto y de manera rutinaria, **al menos una vez al mes y por cada fuente de provisión**, en los ensayos mínimos definidos en la mezcla. Aguas de pozos profundos con contenidos altos de sulfatos no podrán utilizarse, salvo que demuestren potencialidad para su uso en obra y requerirá aprobación de la Fiscalización. Se prioriza la evaluación en la mezcla **suelo-agregado-agua** sin embargo, en el PH del agua no debe ser menor a 5,5 o ser mayor 8.

El contratista podrá realizar tajamares para acumular agua superficial, en cuyo caso debe determinarse el contenido de materia orgánica de la **mezcla suelo-agregado-agua** y no superar los límites establecidos:

- Materia orgánica por el método calcinación máximo 1%
- Sulfatos en la mezcla expresada en SO₂ MAXIMO 0.8% o 3000ppm según norma AASHTO T290. Si contenido de sulfatos es menor que 0,3% (3000 ppm) entonces se puede proceder normalmente con los ensayos de laboratorio de resistencia o trabajabilidad. Si el contenido es mayor que 0,3%, entonces se deben realizar una serie de acciones previas, las cuales se detallan en documento "Report to Support the Development of Stabilizing of Sulfate Rich Subgrade Soils and To Support the Revision of AASHTO Test Method T290"

(+1) Capítulo S0309 *Determinación del contenido orgánico en suelos mediante pérdida por ignición (AASHTO T267)*, Manual de Carreteras del Paraguay.

(+2) UNE 103201:2019 *Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos solubles en agua que hay en un suelo*.

Podrá utilizarse cualquier fuente de agua, siempre que cumplan los requerimientos citados anteriormente y se encuentre dentro de los límites establecidos anteriormente.

Sin embargo, esta alternativa debe estar respaldada por antecedentes, pruebas y ensayos que demuestren que el agua propuesta no será perjudicial ni comprometerá la estructura y su durabilidad. Además, esta propuesta debe estar respaldada por un informe técnico avalado por especialistas de la Fiscalización.

2.4.3 DISEÑO DE LA MEZCLA

El Contratista deberá presentar a la Fiscalización la dosificación, con antelación de 30 días del inicio de los trabajos indicados en el Cronograma de Trabajo, esta fórmula deberá cumplir con los requisitos establecidos en el presente documento.

Con la antelación indicada, el Contratista entregará a la Fiscalización, para su verificación, muestras representativas de los materiales y el cemento que se propone utilizar, avaladas por los resultados de los ensayos de laboratorio que demuestren la conveniencia de utilizarlos en la mezcla e igualmente presentará el diseño de la misma.

Si a juicio de la Fiscalización, los materiales, el equipo o el diseño de la mezcla resultan objetables, el Contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias puntualizadas por la Fiscalización.

Una vez que la Fiscalización manifieste su conformidad con los materiales y el diseño de la mezcla, ésta podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los componentes que intervienen en ella.

La mezcla se debe diseñar mediante los ensayos de resistencia a compresión simple, durabilidad (humedecimiento-secado) y resistencia retenida (Rr). En el primero de ellos, se deberá garantizar una resistencia a compresión simple no confinada (ASTM 1633) mayor o igual 20 kg/cm² a los siete (7) días de curado húmedo, mientras que, en el segundo, el contenido de cemento deberá ser tal, que la pérdida de peso de la mezcla compactada, al ser sometida al ensayo de durabilidad (humedecimiento-secado) según Norma AASHTO T-135 / ASTM D560 no supere el límite de 14%, siendo que el valor requerido para la resistencia retenida es de $R_r \geq 75\%$.

La mezcla de suelo seleccionado a utilizar (antes de cementar) deberá cumplir que la fracción inferior (pasante) de la malla 425µm (tamiz N°40) deberá presentar un Límite Líquido inferior a veinte y cinco por ciento ($LL \leq 25\%$) y un Índice Plástico menor o igual a seis por ciento ($IP \leq 6\%$), determinados según normas de ensayo. La construcción de la subbase granular estabilizada con cemento, no se podrá iniciar hasta que la mezcla se encuentre diseñada y cuente con la aprobación de la Fiscalización y Supervisión. La aprobación se realizará comprobando el cumplimiento de la dosificación y del tramo de prueba.

Se adoptará como valor mínimo de contenido de cemento el 2,5% en peso, y en caso de requerirse mayores dosis, se deberá evaluar la presencia o generación de fisuras tales que no excedan límites tolerables y compatibles con las sub-bases granulares de apoyo de losa, a definir según criterios de los especialistas del contratista, fiscalización y supervisión.

Debe cumplirse:

- CBR sin cementar, en condición de material granular (CBR mínimo 80%)
- resistencia a compresión simple (granular cementado mínimo 20kg/cm²)
- durabilidad (humedecimiento-secado) y
- resistencia retenida (saturado/seco mínimo de 75%)

2.4.4 PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

2.4.4.1 Preparación del área de apoyo

Antes de iniciar cualquier tarea de colocación de materiales tratados con cemento, el estado del área de apoyo, ya sea ésta la subrasante mejorada de ripio u otra capa especificada, deberá satisfacer los requerimientos establecidos en el Proyecto.

Sera obligatorio que la capa de apoyo de la subbase sea homogenizada en un espesor mínimo de 20 cm, puesto en densidad exigida y con nivelación según cotas de proyecto. Las exigencias de esta

capa de apoyo están enmarcadas en las EETT de los ítems Subrasante de Ripio Virgen CBR $\geq 20\%$, y Subrasante de Ripio Reprocesada CBR $\geq 20\%$.

2.4.4.2 Preparación de la mezcla

En las mezclas para sub bases granulares tratadas con cemento, el mezclado deberá realizarse en el sitio según el tipo de mezcla estipulada en el Proyecto. El material se deberá acopiar lateralmente en canchas habilitadas especialmente para este efecto, de manera que no se produzca contaminación ni segregación de los materiales. Al ser un material reciclado en la mayoría de los casos, la obtención del material granular podrá realizarse a través de la trituración de capas asfálticas deterioradas únicamente mediante dos maneras:

- Fresado y acopio lateral en cancha preparada.
- Trituración mediante recicladora o estabilizadora de suelos con remoción y acopio lateral.

En ambos casos se verificará la granulometría y otros parámetros antes de ser mezclado con el cemento. El Contratista deberá agregar el material virgen necesario para cumplir con los parámetros establecidos en estas EETT. Una vez acopiado el material antes mencionado se deberá homogenizar y reprocesar la capa de apoyo de la subbase según los lineamientos indicados en las EETT de los ítems Subrasante de Ripio Virgen CBR $\geq 20\%$, y Subrasante de Ripio Reprocesada CBR $\geq 20\%$.

Una vez preparada la pista de trabajo con el material granular, homogéneo en una humedad requerida, se esparcirá el cemento que luego se integrará al material granular mediante equipo del tipo estabilizadora de suelo o recicladora (no se aceptará motoniveladora).

2.4.4.3 Colocación

Antes de comenzar a esparcir el material de la capa de subbase, la superficie de apoyo deberá ser ligeramente humedecida, pero evitando que se formen charcos o barro.

El material acopiado lateralmente deberá extenderse sobre la plataforma del camino, incluyendo áreas de banquetas si corresponde, mediante máquinas distribuidoras autopropulsadas, debiendo quedar la mezcla lista para ser compactada, sin necesidad de mayor manipuleo del material colocado para obtener el espesor, ancho y bombeo deseado. Donde se requiera la construcción de juntas longitudinales entre pistas, éstas no deberán quedar a una distancia superior a 0,30 m del eje de las pistas de rodadura.

En casos especiales, la Fiscalización podrá autorizar que la mezcla debidamente preparada se deposite formando pilas a lo largo de la superficie a cubrir. El volumen apilado deberá ser uniforme y calculado para obtener el espesor, ancho y bombeo especificado. En este caso, la mezcla deberá ser esparcida de inmediato, mediante una motoniveladora acondicionada especialmente para dicha tarea.

La motoniveladora para la conformación del material granular deberá estar equipada con un sistema de control automático u otro que permita obtener el espesor y bombeo deseado y con pletinas metálicas en los extremos de la pala, la cual quedará trabada en posición normal al sentido de desplazamiento. La mezcla que deba colocarse en áreas inaccesibles para el equipo de colocación y compactación, podrá ser esparcida y compactada de manera que se cumpla con la compactación y terminación establecida. El material extendido deberá ser homogéneo sin presentar bolsones o nidos de materiales finos o gruesos.

Las estabilizaciones con cemento sólo se podrán llevar a cabo cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a diez grados (10°C) y cuando no haya lluvia o temores fundados de que ella se produzca.

Los sectores de camino donde se coloquen materiales tratados con cemento deberán estacarse emplazando puntos de referencia altimétrica y de ubicación del eje y bordes, a distancias no superiores a 20 m entre sí. Deberán estaquearse, además, todos los puntos singulares del trazado. En zonas de transición de peraltes las estacas se deberán colocar a 10 m de distancia entre sí, como máximo.

2.4.4.4 Compactación y terminación de la superficie

Deberán utilizarse equipos de compactación adecuados para alcanzar la densidad requerida, dentro de los tiempos de operación establecidos, menor a 2 horas.

La compactación se realizará de preferencia con rodillos lisos metálicos. El rodillado deberá iniciarse inmediatamente después de concluido el esparcido del material.

El rodillo deberá progresar en forma gradual desde el punto bajo de los costados, hacia el centro de la vía en construcción, traslapando cada pasada con la precedente en por lo menos la mitad del ancho del rodillo. Después de haber completado a lo menos una pasada de rodillo sobre la superficie expuesta, se procederá a rebajar cualquier zona con puntos altos mediante motoniveladora, no aceptándose el relleno de puntos bajos con el material proveniente de rebajas de zonas altas.

La motoniveladora deberá circular a suficiente distancia de los bordes de la subbase, de manera de no dañarlos. Después de perfilada la superficie, se retirará todo el material suelto y se procederá a la compactación final del material, hasta alcanzar la mínima densidad especificada más adelante.

Tan pronto como terminen las operaciones de compactación, se procederá a controlar el espesor y el grado de compactación alcanzado. La densidad deberá alcanzar como mínimo 98% de la densidad de diseño.

En general, el nivel de compactación se determinará con una muestra cada 50 m, alternando eje y bordes. En caso de incumplimiento, se deberá continuar con el rodillado hasta alcanzar el mínimo grado de compactación exigido, dentro de los tiempos de operación establecidos (máximo 2hs).

Las áreas con cotas inferiores a 1,0 cm respecto de las establecidas en el Proyecto serán reemplazadas por cuenta del Contratista en todo el espesor de la capa, con mezcla que deberá ser reprocesada.

Por otra parte, dado el pavimento de hormigón sobre los materiales granulares tratados con cemento, los puntos bajos podrán ser rellenados con mezcla de hormigón colocada simultáneamente con el hormigón de las tareas de pavimentación programadas.

No obstante, que se acepten las tolerancias de terminación antes señaladas, el Contratista tomará todas las precauciones necesarias para que en las capas de rodadura a construir sobre los materiales granulares tratados con cemento se cumplan los requisitos de espesor, lisura y otros que les sean exigidos.

Los trabajos de compactación deberán ser terminados en un lapso no mayor de dos (2) horas desde el inicio del mezclado, ya que el cemento inicia su proceso de fraguado inmediatamente después de aplicada la humedad, y si se continúa compactando llegará a romper la estructura endurecida del suelo-agregado-cemento. Si durante dicho plazo, no se logran las condiciones de compactación exigidas más adelante (compactación) de esta especificación, el tramo se pondrá en observación y se considerará separadamente a los fines de los controles de la Fiscalización. La compactación deberá ser el 98% como mínimo, del ensayo Proctor Modificado.

En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por la lluvia, y el contratista deba retirar la mezcla afectada, esta debe ser trasladada a un lugar de disposición de desechos adecuado para este tipo de residuo, según lo indique la Fiscalización.

2.4.4.5 Juntas de construcción

Las juntas transversales de construcción se deberán ejecutar al final de cada día de trabajo y cuando las operaciones de colocación se paralizen por más de 2 horas. Las juntas consistirán en un corte vertical sobre material completamente compactado.

Una vez terminada la compactación de la base, se procederá a cortar verticalmente la junta longitudinal de construcción entre pistas, según lo descrito en el párrafo anterior. Cuando lo ordene el

Inspector Fiscal, también se cortará verticalmente el borde adyacente a la banquina. Todo material producto de los cortes deberá ser retirado de la obra.

La colocación de bases o granulares tratados con cemento sólo deberá reiniciarse después que el Inspector Fiscal hubiere aprobado la disposición de las juntas de construcción. Las caras verticales, producto de los cortes, deberán humedecerse antes de continuar con la colocación del material en áreas adyacentes.

2.4.4.6 Curado, mantención y construcción de la Capa Superior

El curado se iniciará tan pronto se termine y sea aprobada la perfiladura y compactación de la base, debiéndose cumplir con los requisitos establecidos. Esta tarea se establece en el Ítem Riego de Curado. Este curado se mantendrá como mínimo durante 7 días, no permitiéndose tránsito durante ese lapso, salvo equipo de construcción, después de las 72 horas del término de la compactación, siempre que se trate de la construcción de la capa superior. Se tomarán todas las precauciones necesarias para que el equipo de construcción se apoye a suficiente distancia de los bordes para no dañarlos.

El Contratista deberá mantener las bases granulares tratados con cemento en condiciones satisfactorias hasta la construcción de la capa superior. Si la Fiscalización constata deterioro o deformaciones, ordenará al Contratista ejecutar las reparaciones que estime necesarias, como requisito previo para autorizar la colocación de la capa superior. Cualquier daño producido a las bases granulares tratados con cemento por efecto de precipitaciones u otras condiciones climáticas adversas, deberá ser reparado por cuenta del Contratista a entera satisfacción de la Fiscalización.

2.4.5 TRAMO DE PRUEBA

A fin de ajustar la dosificación, todos los parámetros constructivos de espesor suelto, humedad, número de pasadas de las compactadoras, cantidad de equipos, será ejecutada una pista de prueba, previa aprobación del Dosaje por parte de la Fiscalización. La longitud del tramo de prueba será definida por la Fiscalización, al menos 100m y para cada tipo de condición de apoyo de losa (caso A, B y C según memoria de ingeniería).

Para tal efecto, construirá uno o varios tramos de prueba de ancho y longitud definidos de común acuerdo con la Fiscalización, no menor a 100m y en ellas se someterán a aprobación el equipo y el proceso completo de ejecución. La Fiscalización tomará muestras de la capa en cada caso y las ensayará para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, resistencia a la compresión simple, modulo superficial LWD, resistencia retenida y durabilidad, caracterización del material granular (CBR sin cemento, IP, Granulometría, etc).

Una vez obtenido y analizado los resultados la Fiscalización puede decidir:

- Si es aceptable o no la dosificación de obra. En el primer caso se debe iniciar la elaboración y colocación de la subbase granular con Cemento.

Para las capas cementadas debe evaluarse el uso del LWD como ensayos de recepción de campo.

En el segundo caso, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la misma, correcciones en el proceso de elaboración y compactación, etc.), de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba hasta su conformidad.

Si el tramo de prueba es ejecutado en un sector de la carretera y cumple las condiciones de dosificación y ejecución, como así también se verifican los requisitos de la unidad terminada, puede ser aceptado como parte integrante de la obra. Por el contrario, si el tramo de prueba defectuoso ha sido efectuado sobre un sector de la carretera proyectada, todo el material colocado será totalmente

removido y transportado al lugar de disposición final de materiales excedentes, según lo indique la Fiscalización a costo del Contratista.

2.4.6 EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD

Los trabajos para su aceptación (elaborado por la Contratista y la Fiscalización) deben cumplir con la frecuencia mínima establecida en el siguiente cuadro:

Etapa de Control	Ensayos	Frecuencia
Controles mínimos	Granulometría	c/ 1000 m ³
	Proctor Modificado	c/ 1000 m ³
	Índice de plasticidad y Límite Líquido	c/ 1000 m ³
	Equivalente de Arena	c/ 2000 m ³
	Índice de CBR	c/ 2000 m ³
	Caras de fractura	c/ 2000 m ³
	Partículas chatas y alargadas	c/ 2000 m ³
	Desgaste Los Ángeles	c/ 2000 m ³
	Índice de durabilidad	c/ 2000 m ³
	Sales Solubles	c/ 2000 m ³

2.4.6.1 Calidad del cemento

Cada vez que lo considere necesario, la Fiscalización efectuará los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento, debiendo ser por lo menos a la llegada a obra de un lote y cada 500 bolsas (50kg) de un apilamiento.

Por ningún motivo se permitirá el empleo del cemento endurecido o con fraguado prematuro o cuya fecha de vencimiento haya sido superada.

2.4.6.2 Calidad del agua

Siempre que tenga alguna sospecha sobre la calidad del agua empleada, la Fiscalización verificará su pH (debe ser entre 5,5 y 8) y su contenido de sulfatos. Se recomienda la medición de Conductividad Eléctrica, previo a su uso en pista ante posible presencia de sales, debiéndose gestionar o construir tajamares para captar aguas de lluvias.

Aguas de pozos profundos con contenidos altos de sulfatos no podrán utilizarse, salvo que demuestren potencialidad para su uso en obra y requerirá aprobación de la Fiscalización.

2.4.6.3 Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales empleados en la estabilización y según la frecuencia indicada en la tabla antes indicada, se tomará al menos 1(una) muestra o según indique la Fiscalización.

Durante la etapa de producción, la Fiscalización examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los suelos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica. Además, podrá verificar las pruebas adicionales que le permitan tener certeza de la calidad de los suelos por estabilizar, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación

2.4.6.4 Calidad de la mezcla

Con un mínimo de dos (2) muestras diarias de la mezcla elaborada en la obra se moldearán probetas (tres por muestra) con la energía del ensayo de compactación para verificar en el laboratorio su resistencia a compresión simple luego de siete (7) días de curado, de conformidad con el procedimiento realizado durante el diseño de la mezcla. La preparación de los testigos, así como el ensayo, será de acuerdo a las normas. Las probetas se moldearán empleando el molde Proctor.

La resistencia media de las seis (6) o más probetas diarias (R_m) deberá ser igual o superior al cien por ciento (100%) de la resistencia correspondiente al diseño presentado por el Contratista (R_d), conforme se describe en el apartado "Diseño de la Mezcla" de esta especificación:

$$R_m > R_d$$

A su vez, la resistencia de cada probeta (R_i) debe ser igual o mayor al noventa y cinco por ciento (95%) del valor de diseño (R_d):

$$R_i > 0,95 R_d$$

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazará el tramo al cual representan las muestras.

El contenido de cemento deberá ser tal, que la pérdida de peso de la mezcla compactada, al ser sometida al ensayo de durabilidad (humedecimiento-secado) según norma (AASHTO T-135 / ASTM D560), no supere los límites de acuerdo a la Sección "Diseño de la mezcla", de estas especificaciones.

2.4.6.5 Calidad del producto terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se está construyendo, no podrá ser menor que la señalada en los planos aprobados. La cota de cualquier punto de la capa compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada por debajo, ni en más de cero milímetros (0 mm) por encima de la cota de proyecto.

El espesor de la capa compactada no podrá diferir, en más o en menos, un (1) centímetro del espesor indicado en los planos. Inmediatamente después de la compactación y corte final se controlarán con nivelaciones geométricas transversales cada veinte (20) metros. A la presente información se adjuntará los espesores de la densidad "in situ" del sector evaluado.

2.4.6.6 Control de pista terminada

Densidad

La densidad a aprobarse será aquella equivalente al 98% del grado de compactación de la energía T-180, Este control de densidad "in situ" se efectuará como mínimo 1 (uno) cada 50 m, alternando centro y bordes.

La perforación de hoyos de prueba y su relleno con el mismo material, adecuadamente compactado, será efectuada por el Contratista bajo el control de la Fiscalización.

Deflectometría de Impacto Liviano

Debe determinarse el módulo de la capa empleando un deflectómetro de impacto liviano (LWD) de precisión. Se obtendrán no menos de 9 (nueve: 3 en borde izquierdo, 3 centro y 3 borde derecho) determinaciones por sección de control o pista de trabajo, distanciados entre ellos no más de 20 m según progresivas de obra y se registrará para determinar el módulo de referencia de la sección. El LWD debe cumplir con la norma ASTM E2583, en el cual la carga aplicada junto con la deflexión es medida sobre la placa, no directamente sobre el suelo (evitar errores en las mediciones). El valor de referencia deberá obtenerse de la Aplicación de la Norma ASTM E3331 (Standard Test Method for Measuring Target Modulus Using Light Weight Deflectometer (LWD) on Compacted Proctor Mold Samples).

Su uso deberá calibrarse en la Pista de Prueba, siempre que la misma haya sido aprobada en parámetros por densidad convencional, CBR y prueba de carga, debiendo replicar el valor de medio obtenido en dicha pista de prueba y que a su vez cumpla con la Norma ASTM E3331.

Otros Controles

Los trabajos para su aceptación (elaborado por la Contratista y la Fiscalización) deben cumplir con la frecuencia mínima establecida en el siguiente cuadro:

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se efectuarán con la frecuencia que se indica en la [Tabla 2–16](#). Los sitios para las mediciones se escogerán al azar.

Tabla 2–16: Frecuencia de ensayos en sub bases cementadas

Material o Producto	Propiedad y Característica	Frecuencia (1)	Lugar del Muestreo
SubBase Granular Estabilizado con Cemento	Compresión Simple	6 o más muestras por día por pista ejecutada	Pista
	Compactación	1 cada 50m	Pista
	Durabilidad	cada 3 Pistas (al menos 6 probetas)	Pista
	LWD (modulo superficial)	9 puntos (mínimo 6 golpes por punto)	Pista
	Resistencia Retenida	cada 3 Pistas (al menos 6 probetas)	Pista

Frecuencia (1) o antes, si por su génesis existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas del suelo. En caso de que las cantidades del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o característica.

La densidad será como mínimo el noventa y ocho por ciento (98%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo de compactación del diseño. El incumplimiento de dicho requisito trae como consecuencia el rechazo del tramo.

La densidad de las capas compactadas se determinará por el método del Cono de Arena, en espesores de hasta 20 cm. Pueden emplearse otros procedimientos como los densímetros nucleares y/o no nucleares (haciendo las correcciones correspondientes), u otros métodos modernos de determinación del grado de compactación.

- **Espesor**

Sobre la base de las perforaciones efectuadas para el control de la densidad correspondiente a una pista de trabajo, la Fiscalización determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed):

$$em > ed$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (ei) de la capa compactada no podrá diferir, en más o en menos, un (1) centímetro del espesor de diseño (ed).

El incumplimiento de alguno de estos requisitos traerá como consecuencia el rechazo del tramo.

- **Control de durabilidad y resistencia retenida**

Los valores de la media de las seis (6) o más probetas diarias (Pm) deberá ser igual o superior al cien por ciento (100%) de la correspondiente a los valores exigidos en esta EETT (Pd),

$$Pm > Pd$$

A su vez, el valor de cada probeta (Pi) debe ser igual o mayor al noventa y cinco por ciento (95%) del valor de diseño (Pd):

$$Pi > 0,95 Pd$$

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazará el tramo al cual representan las muestras.

- **Lisura**

La superficie acabada no podrá presentar, en ningún punto irregularidades mayores de diez milímetros (10 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) colocada tanto paralela como

perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que señala la Fiscalización, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

Todas las áreas de subbase estabilizada con cemento donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones de la Fiscalización y a plena satisfacción de éste. No se admite la superposición de capas de espesor parcial para regularizar déficit de cualquier naturaleza. Toda intervención requiere la actuación en todo el espesor de la capa.

- **Ancho y perfil transversal (cada 100 m)**

Ancho

La determinación del ancho de la capa de sub base granular se debe verificar en perfiles transversales cada cien metros (100 m). El ancho considerado, en ningún caso debe ser inferior al ancho teórico indicado en los Planos de Proyecto.

Perfil transversal

La verificación del perfil transversal se debe efectuar en perfiles transversales cada cien metros (100 m). La pendiente de cada perfil transversal no debe ser inferior a dos décimas por ciento (0,2 %) ni superior a cuatro décimas por ciento (0,4 %) de la pendiente transversal establecida en los planos del proyecto.

En caso de incumpliendo de alguno de los parámetros definidos, se deberá realizar las correcciones necesarias con metodologías aprobadas por la Fiscalización y el MOPC.

2.4.7 CONSERVACIÓN

El Contratista deberá conservar la sub base granular estabilizada en las condiciones que posibilitaron su aprobación, hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del proyecto. Todo daño que se presente, deberá corregirlo, a su costo, a plena satisfacción de la Fiscalización.

2.4.8 MEDICIÓN

La unidad de medida será de m³ de subbase granular estabilizada con cemento suministrada, colocada y compactada, a satisfacción de la Fiscalización. El volumen se determinará por el sistema del promedio de las áreas extremas, utilizando las secciones transversales y de longitud real, medida a lo largo del eje del Proyecto. No se medirán cantidades en exceso de las especificadas en las secciones de los planos de proyecto, especialmente cuando ellas se produzcan por sobre-excavaciones de la subrasante por parte del Contratista.

2.4.9 PAGO

El pago se hará por metro cúbico al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo tanto con el método de medición, como con la especificación respectiva y aceptada a satisfacción por la Fiscalización y una vez que se hayan cumplido verificación de los parámetros según los ensayos de la [Tabla 2–16, espesores, anchos, etc.](#) El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, lavado, transportes, almacenamiento, clasificación, desperdicios, carga, transporte al punto de aplicación, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte y distribución del agua requerida.

Para los casos donde se exista base granular y/o concreto asfáltico (RAP) a reutilizar, el precio incluye las tareas de fresar o triturar, reciclar, acopiar, mezclar/cementar y compactar dichos materiales para su reutilización como componente de la Sub Base Granular estabilizada con cemento.

Tabla 2–17: Forma de pago ítems Sub Base Granular estabilizado con cemento

Ítem de Pago	Forma de Pago
Sub Base Granular Reciclada (RAP + BG Existente) CBR 80% Estabilizado c/ Cemento 20kg/cm ² Rr>75%	Metro cúbico (m ³)
Sub Base Granular Virgen CBR 80% Estabilizado c/ Cemento 20kg/cm ² Rr>75%	Metro cúbico (m ³)
Sub Base Reciclada (Base Granular Virgen + RAP) CBR 80% Estabilizado c/ Cemento 20kg/cm ² Rr>75%	Metro cúbico (m ³)

2.5 SUB RASANTE DE RIPIO VIRGEN Y REPROCESADA CBR $\geq 20\%$

2.5.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la provisión, excavación, carga, transporte, colocación y compactación de los suelos tipo ripio (canto rodado) aptos provenientes de los lugares de préstamos, previamente aprobados por la Fiscalización necesarios para la construcción de la subrasante de ripio virgen con $\text{CBR} \geq 20\%$ o para el reprocesamiento de la capa de ripio existente con requerimiento mínimo de $\text{CBR} \geq 20\%$ de acuerdo con estas Especificaciones y en conformidad a las alineaciones, cotas, secciones transversales y dimensiones dadas en los Planos y/u Órdenes de Servicio.

En general, la disposición del material tipo ripio debe reutilizarse en caso se disponga, y en caso que no, se deberá incorporar ripio virgen, sin embargo ambos deben cumplir con los requerimientos que se establecen a continuación en estas EETT.

Para el caso en el que el ripio existente reprocesado no cumpla con la granulometría, IP, CBR, espesor, ancho, etc, el Contratista deberá prever la incorporación del material necesario para dar cumplimiento a los parámetros establecidos en estas EETT.

2.5.2 MATERIALES

2.5.2.1 Ripio

El ripio deberá provenir de yacimientos naturales o de canteras de canto rodado, debiendo ser el diámetro de los agregados menor a dos pulgadas (2,0"). Además, el material pasante del tamiz N°40 deberá tener un Índice de Plasticidad menor a 10 %. El material deberá presentar una compactación de al menos 98% a la energía T-180 y estar libre de impurezas. El CBR mínimo para el material o capas a ejecutar es de 20%, Limite Liquido menor a 35% e hinchamiento menor a 1,5%.

El material Ripio deberá en su disposición sea virgen o reprocesada deberá cumplir y ser verificada aprobada por la Fiscalización y según uno de los requisitos granulométricos que se indican en la [Tabla 2-13](#), debiéndose cumplir la Gradación A, B, C y D:

Tabla 2-18: Requerimientos granulométricos para material granular (ASTM D 1241)

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	-	-
25 mm (1")	-	75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4,75 mm (N° 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2,0 mm (N° 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4,25 um (N° 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (N° 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

2.5.2.2 Agua

El agua utilizada para la construcción de sub rasante de ripio debe estar libre de aceites, ácidos y álcalis perjudiciales, y deber considerarse en un análisis en conjunto y de manera rutinaria, **al menos una vez al mes y por cada fuente de provisión**, en los ensayos mínimos definidos en la mezcla. Aguas de pozos profundos con contenidos altos de sulfatos no podrán utilizarse, salvo que demuestren potencialidad para su uso en obra y requerirá aprobación de la Fiscalización. Se prioriza la evaluación en la mezcla **ripio-agua** sin embargo, en el PH del agua no debe ser menor a 5,5 o ser mayor 8.

El contratista podrá realizar tajamares para acumular agua superficial, en cuyo caso debe determinarse el contenido de materia orgánica de la **mezcla ripio-agua** y no superar los límites establecidos:

- Materia orgánica por el método calcinación máximo 1%

- Sulfatos en la mezcla expresada en SO₂ MAXIMO 0.8% o 3000ppm según norma AASHTO T290. Si contenido de sulfatos es menor que 0,3% (3000 ppm) entonces se puede proceder normalmente con los ensayos de laboratorio de resistencia o trabajabilidad. Si el contenido es mayor que 0,3%, entonces se deben realizar una serie de acciones previas, las cuales se detallan en documento “Report to Support the Development of Stabilizing of Sulfate Rich Subgrade Soils and To Support the Revision of AASHTO Test Method T290”

(+1) Capítulo S0309 *Determinación del contenido orgánico en suelos mediante pérdida por ignición (AASHTO T267)*, Manual de Carreteras del Paraguay.
(+2) UNE 103201:2019 *Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos solubles en agua que hay en un suelo*.

Podrá utilizarse cualquier fuente de agua, siempre que cumplan los requerimientos citados anteriormente y se encuentre dentro de los límites establecidos anteriormente.

Sin embargo, esta alternativa debe estar respaldada por antecedentes, pruebas y ensayos que demuestren que el agua propuesta no será perjudicial ni comprometerá la estructura y su durabilidad. Además, esta propuesta debe estar respaldada por un informe técnico avalado por especialistas de la Fiscalización.

2.5.3 EQUIPOS

La elección del tipo de equipo a ser empleado será de la entera responsabilidad del Contratista, a los fines de obtener tanto la perfecta ligación del material existente con el nuevo, como las densidades requeridas en esta Especificación.

El Contratista empleará el número suficiente de equipo apropiado para las operaciones de esparcido y compactación del material aprobado para la ejecución camadas uniformes y homogéneamente compactadas hasta la densidad especificada. Los equipos estarán en perfectas condiciones técnicas, sin pérdidas de aceite ni derrames de combustible

El equipo de compactación deberá satisfacer los requisitos individuales de construcción relativos al tipo, peso y cualquier otra característica específica requerida para el trabajo a ejecutar. Deberá presentar características y condiciones técnicas adecuadas para producir la compactación y densidad exigidas, sin causar exfoliaciones, desplazamientos, surcos, aflojamiento y empujes adversos.

2.5.4 PROCESO CONSTRUCTIVO

2.5.4.1 Explotación

La explotación de los préstamos, yacimientos y canteras de ripio será efectuada por el Contratista, observando cuidadosamente la elección de las zonas a explotar a fin de que se obtenga el material más adecuado para la construcción de la capa de subrasante de ripio.

Todo ripio que se emplee en la construcción deberá ser verificado por la Fiscalización según lo especificado, antes de retirarlo del yacimiento, préstamo o cantera. Por lo menos de cada 1000 metros cúbicos de suelo acopiado se tomarán muestras para ensayos de granulometría y plasticidad.

2.5.4.2 Transporte

Para el caso de ripio virgen o de cantera, al realizar el transporte de los materiales hasta su sitio de colocación, se recomienda que los vehículos empleados no circulen sobre materiales ya colocados anteriormente para no producir un principio de compactación en éstos.

2.5.4.3 Colocación

La Fiscalización verificará si el ripio tiene el contenido de humedad adecuado previo a su distribución. En ningún caso se autorizará la iniciación de este trabajo cuando el contenido de humedad del ripio,

exceda el dos por ciento (2%) del óptimo indicado en el ensayo de Humedad-Densidad. Se recomienda el control de humedad con alta frecuencia cuando se tengan condiciones climáticas o de ambiente húmedo, este material es sensible a la humedad en exceso.

Se distribuirá el suelo en la plataforma en todo el ancho indicado en los Planos y en espesor uniforme.

No se permitirá el paso de ninguna máquina sobre la capa en construcción, a excepción de los implementos que se utilicen para efectuar su distribución y mezcla.

Si fuese necesario agregar agua a la mezcla en pista, la humectación se efectuará empleando equipos que distribuyan el agua con uniformidad. La Fiscalización controlará la cantidad de agua de regado, tomando como base el ensayo de Humedad-Densidad especificado. El contenido de humedad se uniformizará convenientemente por medio del empleo de equipos apropiados.

En tal caso, se realizará la aplicación de agua con riegos parciales y en las cantidades fijadas por la Fiscalización. Cada aplicación de agua será seguida por el paso de rastras de discos de dientes flexibles o del equipo mezclador móvil, evitándose la concentración de agua en la superficie. El contenido de humedad antes de comenzar la compactación no deberá diferir en más del dos por ciento (2%) con respecto al "óptimo" determinado según ensayo de Humedad-Densidad.

2.5.4.4 Extendido y compactación por amasado

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el equipo propuesto por el Contratista y aprobado por la Fiscalización. La compactación deberá ser el 98% como mínimo. Se procederá a extender la mezcla hasta obtener un espesor esponjado uniforme en el ancho indicado en los Planos. La compactación se comenzará con rodillos "pata de cabra", los cuales actuarán sobre la totalidad del espesor de la capa, iniciando en los bordes y prosiguiendo paulatinamente hacia el centro.

En caso de que la subrasante mejorada se vaya a realizar con el suelo existente, éste se deberá escarificar en todo el ancho de la capa que se va a mezclar, hasta una profundidad suficiente para que una vez compactada, la capa estabilizada alcance el espesor señalado en los planos.

Si se contempla la adición de un suelo de aporte para mejorar el existente, ambos se deberán mezclar uniformemente antes de iniciar la distribución del suelo mejorado.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta actividad deben ser colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente y debidamente habilitados para este tipo de residuos o cuando sea el caso serán reutilizados. El espesor de compactación será tal que se verifique la capacidad de compactación del equipo a utilizar para tal efecto.

2.5.4.5 Perfilado y compactación final

Después de terminado el pasaje de los rodillos "pata de cabra" (cuando las huellas dejadas por los mismos sean aproximadamente de 0,04 m), se hará un perfilado con motoniveladora con la finalidad de retirar el material suelto y efectuar cualquier corrección al perfil transversal compactado, luego se darán dos pasadas completas de rodillo neumático múltiple de modo que cada una abarque el ancho total de la Plataforma se perfilará la superficie compactada y banquetas, empleando motoniveladoras hasta obtener el perfil indicado en los planos.

En estas condiciones se continuará la compactación con rodillo neumático y rodillo liso vibrantes hasta obtener una superficie lisa y firme. Finalmente se efectuarán pasadas del rodillo liso, previo perfilado con motoniveladora si fuera necesario. Durante las operaciones de compactación descritas en este párrafo se compensarán las pérdidas de humedad, si las hubiera, mediante oportunos riegos de agua ordenados por la Fiscalización.

De no efectuarse en forma continuada las operaciones constructivas de tramos sucesivos, el Contratista deberá cortar en forma vertical el borde del tramo terminado antes de iniciar el tramo siguiente.

2.5.5 TRAMO DE PRUEBA

A fin de ajustar la dosificación, todos los parámetros constructivos de espesor suelto, humedad, número de pasadas de las compactadoras, cantidad de equipos, será ejecutada una pista de prueba, previa aprobación del Dosaje por parte de la Fiscalización. La longitud del tramo de prueba será definida por la Fiscalización, al menos 100m y para cada tipo de subrasante (Sub Rasante de Ripio Reprocesada CBR > 20% y Sub Rasante de Ripio Virgen CBR > 20%).

Para tal efecto, construirá uno o varios tramos de prueba de ancho y longitud definidos de común acuerdo con la Fiscalización, no menor a 100m y en ellas se someterán a aprobación el equipo y el proceso completo de ejecución. La Fiscalización tomará muestras de la capa en cada caso y las ensayará para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, modulo superficial LWD, caracterización del material granular (CBR, IP, Granulometría, etc).

Una vez obtenido y analizado los resultados la Fiscalización puede decidir:

- Si es aceptable o no la dosificación de obra. En el primer caso se debe iniciar la elaboración y colocación de la subrasante ripio CBR 20%.

Para las capas de ripio debe evaluarse el uso del LWD como ensayos de recepción de campo.

En el segundo caso (cuando no es aceptable), el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la misma, correcciones en el proceso de elaboración y compactación, etc.), de modo a dar cumplimiento a las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba hasta su conformidad.

Si el tramo de prueba es ejecutado en un sector de la carretera y cumple las condiciones de dosificación y ejecución, como así también se verifican los requisitos de la unidad terminada, puede ser aceptado como parte integrante de la obra. Por el contrario, si el tramo de prueba resulto defectuoso se deberá realizar todos los ajustes necesarios para dar cumplimiento a los requerimientos establecidos en estas EETT.

2.5.6 CONTROLES

Una vez terminados los trabajos de la subrasante de ripio, y esparcido según lo indicado en el método más arriba, se efectuará el control de cotas cada 20 (veinte) metros según se especifique, determinándose el espesor promedio.

La cota de cualquier punto de la capa compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada por debajo, ni en más de cero milímetros (0 mm) por encima de la cota de proyecto.

El espesor de la capa compactada no podrá diferir, en más o en menos, un (1) centímetro del espesor indicado en los planos. Inmediatamente después de la compactación y corte final se controlarán con nivelaciones geométricas transversales cada veinte (20) metros. A la presente información se adjuntará los espesores de la densidad “in situ” del sector evaluado.

Cada cincuenta metros (50 m) se realizarán mediciones para controlar el ancho resultante. No se tolerarán diferencias en defectos con respecto al ancho indicado en los planos.

Densidad

La densidad a aprobarse será aquella equivalente al 98% del grado de compactación de la energía T-180, este control de densidad “in situ” se efectuará como mínimo 1 (uno) cada 50 m, alternando centro y bordes. El incumplimiento de dicho requisito trae como consecuencia el rechazo del tramo.

La densidad de las capas compactadas se determinará por el método del Cono de Arena, en espesores de hasta 20 cm. Pueden emplearse otros procedimientos como los densímetros nucleares y/o no nucleares (haciendo las correcciones correspondientes), u otros métodos modernos de determinación del grado de compactación.

La perforación de hoyos de prueba y su relleno con el mismo material, adecuadamente compactado, será efectuada por el Contratista bajo el control de la Fiscalización.

- **Espesor**

Sobre la base de las perforaciones efectuadas para el control de la densidad correspondiente a una pista de trabajo, la Fiscalización determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d):

$$e_m > e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i) de la capa compactada no podrá diferir, en más o en menos, un (1) centímetro del espesor de diseño (e_d).

El incumplimiento de alguno de estos requisitos traerá como consecuencia el rechazo del tramo.

- **Ancho y perfil transversal (cada 100 m)**

Ancho

La determinación del ancho de la capa de subrasante de ripio se debe verificar en perfiles transversales cada cien metros (100 m). El ancho considerado, en ningún caso debe ser inferior al ancho teórico indicado en los Planos de Proyecto.

Perfil transversal

La verificación del perfil transversal se debe efectuar en perfiles transversales cada cien metros (100 m). La pendiente de cada perfil transversal no debe ser inferior a dos décimas por ciento (0,2 %) ni superior a cuatro décimas por ciento (0,4 %) de la pendiente transversal establecida en los planos del proyecto.

En caso de incumpliendo de alguno de los parámetros definidos, se deberá realizar las correcciones necesarias con metodologías aprobadas por la Fiscalización y el MOPC

Deflectometría de Impacto Liviano

Debe determinarse el módulo de la capa empleando un deflectómetro de impacto liviano (LWD) de precisión. Se obtendrán no menos de 9 (nueve: 3 en borde izquierdo, 3 centro y 3 borde derecho) determinaciones por sección de control o pista de trabajo, distanciados entre ellos no más de 20 m según progresivas de obra y se registrará para determinar el módulo de referencia de la sección. El LWD debe cumplir con la norma ASTM E2583, en el cual la carga aplicada junto con la deflexión es medida sobre la placa, no directamente sobre el suelo (evitar errores en las mediciones). El valor de referencia deberá obtenerse de la Aplicación de la Norma ASTM E3331 (Standard Test Method for Measuring Target Modulus Using Light Weight Deflectometer (LWD) on Compacted Proctor Mold Samples).

Su uso deberá calibrarse en la Pista de Prueba, siempre que la misma haya sido aprobada en parámetros por densidad convencional, CBR y prueba de carga, debiendo replicar el valor de medio obtenido en dicha pista de prueba y que a su vez cumpla con la Norma ASTM E3331.

2.5.7 CONSERVACIÓN

La conservación, consistirá esencialmente en perfilados livianos y riegos de agua periódicos para evitar su deformación y pérdida de densificación. Las zonas que se deterioren durante el plazo de conservación, serán reparadas utilizando materiales similares a los utilizados en la construcción.

2.5.8 MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3) aproximado entero, del ítem colocado y compactado, a satisfacción de la Fiscalización. El volumen se determinará por el sistema del promedio de las áreas extremas, utilizando las secciones transversales y de longitud real, medida a lo largo del eje del Proyecto.

2.5.9 PAGO

La cantidad de subrasante de ripio reprocesado/virgen, medida conforme al método de medición, será pagada al precio unitario contractual correspondiente a los ítems: Sub Rasante de Ripio Reprocesada CBR > 20% y Sub Rasante de Ripio Virgen CBR > 20%, una vez aceptada por la Fiscalización siempre que se hayan cumplido con la verificación de densidad, anchos, espesores, etc

Este precio y pago significarán la compensación total por el suministro de toda la planta de trabajo, mano de obra, equipos, incluyendo los trabajos de compactación de la base de asiento del terraplén, excavación del suelo en préstamos y su transporte, costo de adquisición del suelo, el riego con agua, el perfilado, servicios, supervisión, imprevistos y otros incidentales necesarios, e inherentes para dar por completado el ítem.

Tabla 2–19: Forma de pago ítem subrasante de ripio CBR 20%

Ítem de Pago	Forma de Pago
Sub Rasante de Ripio Reprocesada CBR > 20%	Metro cúbico (m ³)
Sub Rasante de Ripio Virgen CBR > 20%	Metro cúbico (m ³)

2.6 SUELO CAL EXISTENTE ESTABILIZADO CON CEMENTO 14 KG/CM²

2.6.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la estabilización de la capa de suelo cal existente en la estructura del pavimento antiguo sin intervención, una vez retirado el RAP, estabilizando el material con cemento portland y agua, en una proporción seca en peso de suelo, que mezclado con cemento portland al porcentaje requerido mínimo (en peso), obtenga resultado en el ensayo de resistencia a la compresión simple no confinada, a los siete (7) días una resistencia mayor o igual a 14 kg/cm² y resistencia retenida mínimo del 75%. El contenido mínimo de cemento debe ser de 4%.

La estabilización se realizará de acuerdo a la presente especificación y en conformidad con los alineamientos, los alineamientos, pendientes longitudinales y transversales, espesores y demás detalles indicados la sección transversal del Proyecto.

2.6.2 MATERIALES

2.6.2.1 Cemento Portland

El cemento Portland será del tipo CP-32 o superior, y deberá responder a los requisitos de las Normas Técnicas del INTN (Instituto Nacional de Tecnología y Normalización).

Si el contenido porcentual de sulfatos solubles en el material a mezclar "in situ" con cemento, fuera superior al medio por ciento (0,5 %) debe emplearse un cemento tipo “PZ” cemento puzolánico.

2.6.2.2 Agua

El agua utilizada para la construcción del presente ítem debe estar libre de aceites, ácidos y álcalis perjudiciales, y deber considerarse en un análisis en conjunto y de manera rutinaria, **al menos una vez al mes y por cada fuente de provisión**, en los ensayos mínimos definidos en la mezcla. Aguas de pozos profundos con contenidos altos de sulfatos no podrán utilizarse, salvo que demuestren potencialidad para su uso en obra y requerirá aprobación de la Fiscalización. Se prioriza la evaluación en la mezcla **suelo-agua** sin embargo, en el PH del agua no debe ser menor a 5,5 o ser mayor 8.

El contratista podrá realizar tajamares para acumular agua superficial, en cuyo caso debe determinarse el contenido de materia orgánica de la **mezcla suelo-agua** y no superar los límites establecidos:

- Materia orgánica por el método calcinación máximo 1%
- Sulfatos en la mezcla expresada en SO₂ MAXIMO 0.8% o 3000ppm según norma AASHTO T290. Si contenido de sulfatos es menor que 0,3% (3000 ppm) entonces se puede proceder normalmente con los ensayos de laboratorio de resistencia o trabajabilidad. Si el contenido es mayor que 0,3%, entonces se deben realizar una serie de acciones previas, las cuales se detallan en documento “Report to Support the Development of Stabilizing of Sulfate Rich Subgrade Soils and To Support the Revision of AASHTO Test Method T290”

(+1) Capítulo S0309 *Determinación del contenido orgánico en suelos mediante pérdida por ignición (AASHTO T267), Manual de Carreteras del Paraguay.*
(+2) UNE 103201:2019 *Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos solubles en agua que hay en un suelo.*

Podrá utilizarse cualquier fuente de agua, siempre que cumplan los requerimientos citados anteriormente y se encuentre dentro de los límites establecidos anteriormente.

Sin embargo, esta alternativa debe estar respaldada por antecedentes, pruebas y ensayos que demuestren que el agua propuesta no será perjudicial ni comprometerá la estructura y su durabilidad. Además, esta propuesta debe estar respaldada por un informe técnico avalado por especialistas de la Fiscalización.

2.6.3 SUELO

Los suelos a ser empleados en la ejecución de este ítem, para la obtención del suelo cemento serán materiales existentes en el sitio de obra. Deberá evaluarse en laboratorio su aptitud para su uso

2.6.4 EQUIPO

Deberá preverse un conjunto balanceado, racional y suficiente para la perfecta ejecución de los servicios.

Todos los equipos serán mantenidos en condiciones satisfactorias hasta el final de la obra.

Para la ejecución de la mezcla del suelo y el cemento se utilizarán equipos mezcladores en pista tipo recicladora, estabilizadora o mezcladora autopropulsada con caja cerrada de tambor de mezclado, o cualquier otro conjunto de equipos similar que garanticen la homogeneidad de la mezcla.

El número y capacidad de los equipos deberá ser tal, que permita la ejecución de los trabajos dentro del plazo previsto en el cronograma de trabajo.

2.6.5 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

2.6.5.1 Diseño de la mezcla

El Contratista deberá presentar a la Fiscalización la dosificación con antelación de 30 días del inicio de los trabajos de estabilización para su aprobación. Esta fórmula deberá cumplir con los requisitos establecidos en el presente documento.

Con la antelación indicada, el Contratista entregará a la Fiscalización, para su verificación, muestras representativas de los materiales y el cemento que se propone utilizar, avaladas por los resultados de los ensayos de laboratorio que demuestren la conveniencia de utilizarlos en la mezcla e igualmente presentará el diseño de la misma.

Si a juicio de la Fiscalización, los materiales, el equipo o el diseño de la mezcla resultan objetables, el Contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias puntualizadas por la Fiscalización.

Una vez que la Fiscalización manifieste su conformidad con los materiales y el diseño de la mezcla, ésta podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los componentes que intervienen en ella.

La mezcla se debe diseñar mediante los ensayos de resistencia a compresión simple y resistencia retenida. En ellos se deberá garantizar una resistencia a compresión simple no confinada (ASTM 1633) mayor o igual 14 kg/cm², luego de siete (7) días de curado húmedo. El segundo referido la susceptibilidad a la humedad, deberá ensayar probetas saturadas y su relación con las probetas secas para determinar la resistencia retenida, debiendo ser mayor al 75%.

La mezcla de suelo seleccionado con cemento de proyecto deberá cumplir que la fracción inferior de la malla 425µm (tamiz N°40) deberá presentar un Límite Líquido inferior a veinte y cinco por ciento ($LL \leq 25\%$) y un Índice Plástico menor de seis por ciento ($IP \leq 6\%$), determinados según normas de ensayo.

La construcción de suelos estabilizados con cemento no se podrá iniciar hasta que la mezcla se encuentre aprobada por la Fiscalización. La aprobación se realizará comprobando el cumplimiento de la dosificación y del tramo de prueba.

El porcentaje, en peso de cemento a ser utilizado para conseguir la resistencia a la compresión simple requerida en estas Especificaciones Técnicas, para la mezcla en pista será la que asegure el cumplimiento de las exigencias de resistencias, según los ensayos realizados en laboratorio.

2.6.5.2 Preparación de la superficie existente

El suelo cal existente se deberá escarificar en todo el ancho de la capa que se va a mezclar, hasta una profundidad suficiente para que, una vez compactada, la capa estabilizada alcance el espesor señalado en los planos aprobados.

En caso de adición de un suelo de aporte para mejorar el existente, ambos se deberán mezclar uniformemente antes de iniciar la distribución del estabilizante.

2.6.5.3 Aplicación del cemento

El cemento podrá aplicarse en bolsas o a granel. En cualquier caso, se esparcirá sobre el suelo a reciclar (recicladora de suelos) y conformar, empleando el procedimiento aceptado por la Fiscalización durante la fase de prueba, de manera que se disperse la cantidad requerida según el diseño más la cantidad prevista por desperdicios, a todo lo ancho de la capa por estabilizar. El cemento debe conformar una distribución uniforme en toda la superficie a estabilizar. Durante la aplicación del cemento, la humedad del suelo no podrá superar en más de dos (2%) por ciento la definida durante el proceso de diseño como la adecuada para lograr una mezcla íntima y uniforme del suelo con el cemento. Sobre el cemento esparcido sólo se permitirá el tránsito del equipo que lo va a mezclar con el suelo.

El cemento sólo podrá extenderse en la superficie que pueda quedar terminada en la jornada de trabajo.

Durante estas obras se tomará en cuenta que el cemento esparcido no exceda el área de trabajo. Los residuos y excedentes se colocarán en lugares de disposición de desechos adecuados para este tipo de materiales.

2.6.5.4 Mezcla

Inmediatamente después de ser esparcido el cemento, se efectuará la mezcla, empleando el equipo aprobado, en todo el espesor establecido en los planos. El equipo de mezclado debe tener la aptitud de producir la mezcla en una sola pasada en cada franja de actuación. En caso de que se requiera, previamente al mezclado se añadirá el agua faltante y se continuará mezclando hasta que la masa resultante presente completa homogeneidad. La humedad de la mezcla deberá ser la óptima del ensayo Proctor Modificado, con una tolerancia en exceso de hasta dos (2%) por ciento y cero (0%) por ciento en defecto.

Durante esta actividad se tendrá cuidado para evitar los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar. El área de trabajo será limpiada y los residuos o excedentes se colocarán en lugares de disposición de desechos adecuados para este tipo de materiales.

2.6.5.5 Compactación

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el equipo propuesto por el Contratista y que hayan presentado un rendimiento adecuado durante la ejecución del tramo de prueba.

El proceso de compactación deberá ser tal, que evite la formación de una costra o capa superior delgada, débilmente adherida al resto del suelo estabilizado. En caso de que ella se produzca, deberá ser eliminada hasta obtener una capa uniforme y compacta, en todo el espesor proyectado.

Los trabajos de compactación deberán ser terminados en un lapso no mayor de dos (2) horas desde el inicio del mezclado, ya que el cemento inicia su proceso de fraguado inmediatamente después de aplicada la humedad, y si se continúa compactando llegará a romper la estructura endurecida del suelo-cemento. Si durante dicho plazo, no se logran las condiciones de compactación exigidas más adelante (compactación) de esta especificación, el tramo se pondrá en observación y se considerará separadamente a los fines de los controles de la Fiscalización. La compactación deberá ser el 95% como mínimo, del ensayo Proctor Modificado.

No se podrán realizar pistas de suelo-cemento con longitudes mayores a aquellas que sobre pasen las 2 horas definidas anteriormente.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado durante la fase de prueba, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, aprobados por la Fiscalización, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

Una vez terminada la compactación, la superficie deberá mantenerse húmeda hasta que se coloque la capa superior o siguiente.

2.6.5.6 Juntas de trabajo

Las juntas entre trabajos realizados en días sucesivos deberán cuidarse para proteger la capa construida cuando se vaya a esparcir y compactar la adyacente.

Al efecto, al término de la jornada de trabajo se formará una junta transversal haciendo un corte vertical en el material compactado.

Si el suelo estabilizado no se construye en todo el ancho de la calzada sino por franjas, deberán disponerse también, mediante un procedimiento aceptable para la Fiscalización, juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada. Dichas juntas no deben ubicarse en la posición que ocuparán las huellas del tránsito.

2.6.5.7 Mantenimiento de la Humedad Superficial

La capa de suelo cemento debe ser mantenida con abundante humedad superficial mediante riegos de agua, aplicada inmediatamente luego de terminar el rodillado final. La superficie debe mantenerse húmeda, pero no encharcada.

Entre la finalización de la compactación y el curado la superficie se deberá mantener húmeda.

No se permitirá el tránsito sobre la capa terminada hasta después de transcurrido un periodo de 7 días.

2.6.5.8 Tramo de prueba

A fin de ajustar la dosificación, todos los parámetros constructivos de espesor suelto, humedad, número de pasadas de las compactadoras, cantidad de equipos, será ejecutada una pista de prueba, previa aprobación del Dosaje por parte de la Fiscalización. La longitud del tramo de prueba será definida por la Fiscalización, al menos 100m.

Para tal efecto, construirá uno o varios tramos de prueba de ancho y longitud definidos de común acuerdo con la Fiscalización, no menor a 100m y en ellas se someterán a aprobación el equipo y el proceso completo de ejecución. La Fiscalización tomará muestras de la capa en cada caso y las ensayará para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, resistencia a la compresión simple, resistencia retenida y caracterización del material existente (CBR, IP, Límites Atterberg, etc para definir aptitud del material a Reciclar).

Una vez obtenido y analizado los resultados la Fiscalización puede decidir:

- Si es aceptable o no la dosificación de obra. En el primer caso se debe iniciar la elaboración y colocación de la capa de suelo cal existente con Cemento.

En el segundo caso, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la misma, correcciones en el proceso de elaboración y compactación, etc.), de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba hasta su conformidad.

Si el tramo de prueba es ejecutado en un sector de la carretera y cumple las condiciones de dosificación y ejecución, como así también se verifican los requisitos de la unidad terminada, puede ser aceptado como parte integrante de la obra. Por el contrario, si el tramo de prueba defectuoso ha sido efectuado sobre un sector de la carretera proyectada, todo el material colocado será totalmente

removido y transportado al lugar de disposición final de materiales excedentes, según lo indique la Fiscalización a costo del Contratista.

2.6.5.9 Ejecución de la capa superior

La capa de suelo cemento podrá habilitarse al tránsito de los equipos a efectos de la construcción de la capa superior, habiendo secado el curado definitivo.

2.6.5.10 Limitaciones en la ejecución

Las estabilizaciones con cemento sólo se podrán llevar a cabo cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a diez grados (10 °C) y cuando no haya lluvia o temores fundados de que ella se produzca. En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por agua de lluvia y como resultado de ello la humedad de la mezcla supere la tolerancia especificada, el Contratista deberá, a su costo, retirar la mezcla afectada y reconstruir el sector deteriorado a satisfacción de la Supervisión.

En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por la lluvia, y el contratista deba retirar la mezcla afectada, esta debe ser trasladada a un lugar de disposición de desechos adecuado para este tipo de residuo, según lo indique la Fiscalización.

2.6.5.11 Ajustes debidos al suministro de materiales nuevos

No se hará ningún cambio en el origen ni en las características de los materiales sin previa aprobación de la Fiscalización, y no se usará ningún material nuevo hasta que la Fiscalización haya aceptado tal material y aprobado la nueva fórmula de obra verificando el estricto cumplimiento de lo requerido en esta especificación.

2.6.6 EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD

Los trabajos para su aceptación (elaborado por la Contratista y la Fiscalización) deben cumplir con la frecuencia mínima establecida en el siguiente cuadro:

Etapas de Control	Ensayos	Frecuencia
Controles mínimos	Granulometría	c/ 1000 m ³
	Proctor Modificado	c/ 1000 m ³
	Índice de plasticidad y Límite Líquido	c/ 1000 m ³
	Equivalente de Arena	c/ 2000 m ³
	Índice de CBR	c/ 2000 m ³

2.6.6.1 Calidad del cemento

Cada vez que lo considere necesario, la Fiscalización efectuará los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento, debiendo ser por lo menos a la llegada a obra de un lote y cada 500 bolsas (50kg) de un apilamiento.

Por ningún motivo se permitirá el empleo del cemento endurecido o con fraguado prematuro o cuya fecha de vencimiento haya sido superada.

2.6.6.2 Calidad del agua

Siempre que tenga alguna sospecha sobre la calidad del agua empleada, la Fiscalización verificará su pH (debe ser entre 5,5 y 8) y su contenido de sulfatos. Se recomienda la medición de Conductividad Eléctrica, previo a su uso en pista ante posible presencia de sales, debiéndose gestionar o construir tajamares para captar aguas de lluvias.

Aguas de pozos profundos con contenidos altos de sulfatos no podrán utilizarse, salvo que demuestren potencialidad para su uso en obra y requerirá aprobación de la Fiscalización.

2.6.6.3 Calidad de los suelos

De cada pista se verificarán los materiales empleados en la estabilización y según la frecuencia indicada en la tabla antes indicada, se tomará al menos 1(una) muestra o según indique la Fiscalización.

Además, podrá verificar las pruebas adicionales que le permitan tener certeza de la calidad de los suelos por estabilizar, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación

2.6.6.4 Calidad de la mezcla

Con un mínimo de dos (2) muestras diarias de la mezcla elaborada en la obra se moldearán probetas (tres por muestra) con la energía del ensayo de compactación para verificar en el laboratorio su resistencia a compresión simple luego de siete (7) días de curado, de conformidad con el procedimiento realizado durante el diseño de la mezcla. La preparación de los testigos, así como el ensayo, será de acuerdo a las normas. Las probetas se moldearán empleando el molde Proctor.

La resistencia media de las seis (6) o más probetas diarias (R_m) deberá ser igual o superior al cien por ciento (100%) de la resistencia correspondiente al diseño presentado por el Contratista (R_d), conforme se describe en el apartado "Diseño de la Mezcla" de esta especificación:

$$R_m > R_d$$

A su vez, la resistencia de cada probeta (R_i) debe ser igual o mayor al noventa y cinco por ciento (95%) del valor de diseño (R_d):

$$R_i > 0,95 R_d$$

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazará el tramo al cual representan las muestras.

2.6.6.5 Calidad del producto terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se está construyendo, no podrá ser menor que la señalada en los planos aprobados. La cota de cualquier punto de la capa compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada por debajo, ni en más de cero milímetros (0 mm) por encima de la cota de proyecto.

El espesor de la capa compactada no podrá diferir, en más o en menos, un (1) centímetro del espesor indicado en los planos. Inmediatamente después de la compactación y corte final se controlarán con nivelaciones geométricas transversales cada veinte (20) metros. A la presente información se adjuntará los espesores de la densidad "in situ" del sector evaluado.

2.6.6.6 Control de pista terminada

Densidad

La densidad a aprobarse será aquella equivalente al 98% del grado de compactación de la energía T-180, Este control de densidad "in situ" se efectuará como mínimo 1 (uno) cada 50 m, alternando centro y bordes.

La perforación de hoyos de prueba y su relleno con el mismo material, adecuadamente compactado, será efectuada por el Contratista bajo el control de la Fiscalización.

Otros Controles

Los trabajos para su aceptación (elaborado por la Contratista y la Fiscalización) deben cumplir con la frecuencia mínima establecida en el siguiente cuadro:

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se efectuarán con la frecuencia que se indica en la siguiente tabla. Los sitios para las mediciones se escogerán al azar.

Tabla 2–20: Frecuencia de ensayos en suelo cal cementado

Material o Producto	Propiedad y Característica	Frecuencia (1)	Lugar del Muestreo
Capa de Suelo Cal Existentes Cementados	Compresión Simple	6 o más muestras por día por pista ejecutada	Pista
	Compactación	1 cada 50m	Pista
	Resistencia Retenida	cada 3 Pistas (al menos 6 probetas)	Pista

Frecuencia (1) o antes, si por su génesis existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas del suelo. En caso de que las cantidades del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o característica.

La densidad será como mínimo el noventa y ocho por ciento (98%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo de compactación del diseño. El incumplimiento de dicho requisito trae como consecuencia el rechazo del tramo.

La densidad de las capas compactadas se determinará por el método del Cono de Arena, en espesores de hasta 20 cm. Pueden emplearse otros procedimientos como los densímetros nucleares y/o no nucleares (haciendo las correcciones correspondientes), u otros métodos modernos de determinación del grado de compactación.

- **Espesor**

Sobre la base de las perforaciones efectuadas para el control de la densidad correspondiente a una pista de trabajo, la Fiscalización determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed):

$$em > ed$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (ei) de la capa compactada no podrá diferir, en más o en menos, un (1) centímetro del espesor de diseño (ed).

El incumplimiento de alguno de estos requisitos traerá como consecuencia el rechazo del tramo.

- **Control de resistencia retenida**

Los valores de la media de las seis (6) o más probetas diarias (Pm) deberá ser igual o superior al cien por ciento (100%) de la correspondiente a los valores exigidos en esta EETT (Pd),

$$Pm > Pd$$

A su vez, el valor de cada probeta (Pi) debe ser igual o mayor al noventa y cinco por ciento (95%) del valor de diseño (Pd):

$$Pi > 0,95 Pd$$

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazará el tramo al cual representan las muestras.

- **Ancho y perfil transversal (cada 100 m)**

Ancho

La determinación del ancho de la capa del presente ítem se debe verificar en perfiles transversales cada cien metros (100 m). El ancho considerado, en ningún caso debe ser inferior al ancho teórico indicado en los Planos de Proyecto.

Perfil transversal

La verificación del perfil transversal se debe efectuar en perfiles transversales cada cien metros (100 m). La pendiente de cada perfil transversal no debe ser inferior a dos décimas por ciento (0,2 %) ni superior a cuatro décimas por ciento (0,4 %) de la pendiente transversal establecida en los planos del proyecto.

En caso de incumpliendo de alguno de los parámetros definidos, se deberá realizar las correcciones necesarias con metodologías aprobadas por la Fiscalización y el MOPC.

2.6.7 CONSERVACIÓN

El Contratista deberá conservar el suelo estabilizado en las condiciones que posibilitaron su aprobación, hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del proyecto. Todo daño que se presente deberá corregirla a su costo y a plena satisfacción de la Fiscalización.

2.6.8 MEDICIÓN

Una vez aprobada la capa de suelo cal estabilizado con cemento, con la resistencia a la compresión simple no confinada a los siete días, mayor o igual a 14 kg/cm² y resistencia retenida del 75%, así como el cumplimiento de los otros controles establecidos en la presente EETT, se medirá en volumen por la cantidad de metros cúbicos (m³) de material compactado, determinado por el producto de la longitud del tramo concluido y aprobado, medido a lo largo del eje, por el ancho medio y el espesor de la capa, indicados en los planos con las tolerancias establecidas en la presente especificación.

2.6.9 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado serán pagadas a los precios unitarios contractuales correspondiente al ítem “Suelo Cal Existente Estabilizado con Cemento 14 kg/cm²”, ponderadas según su porcentaje de incidencia en cada Tramo.

Dicho precio y pago será la compensación total por el trabajo descrito en estas Especificaciones, incluyendo, el suministro de los materiales componentes de la mezcla en caso sea necesario, elaboración de la mezcla, transporte, compactación de acuerdo a las cotas previstas en los planos y ordenes de la Fiscalización. Será, además, compensación total por el autocontrol de calidad, imprevistos y otros incidentales necesarios, e inherentes para dar por completados este ítem.

Tabla 2–21: Forma de pago ítem suelo cal existente estabilizado con cemento 14 kg/cm²

Ítem de Pago	Forma de Pago
Suelo Cal Existente Estabilizado con Cemento 14 kg/cm ²	Metro cúbico (m ³)

2.7 GEOTEXTIL NO TEJIDO $\geq 400\text{gr/m}^2$ BAJO LOSAS

2.7.1 DESCRIPCION Y ALCANCES

Este trabajo se refiere a la provisión y colocación de telas del tipo geotextil no tejido para ser utilizadas en las estructuras de pavimento de hormigón reforzado con fibras, en conformidad con lo dispuesto en esta especificación y demás documentos técnicos del Proyecto.

El geotextil deberá colocarse inmediatamente bajo la losa de hormigón reforzado con fibras, o encima de la subbase granular cementada. La misma deberá tener un ancho tal que sobresalga mínimamente del ancho de plataforma (mayor a 10,5 metros y sobreanchos laterales de 20cm a cada lado, así como sus respectivos solapes entre rollos al momento de colocar también de 20 cm) y permita drenar el agua bajo losa y mitigar los efectos de alabeo.

La misma cumplirá dos funciones:

- Disminuir la presión de aguas que pudiesen quedar bajo losa y drenarlas lateralmente, por lo que la exigencia de gramaje es importante (mínimo 400gr/m^2)
- Servir de apoyo de losa para mitigar efectos de alabeo en la etapa constructiva y en operación, así como mitigar la posible pérdida de finos.

2.7.2 MATERIALES

La tela geotextil deberá ser no tejido, no punzonable, y sin tratamiento térmico según certificación EN 13249, Anexo F.

Con un peso por unidad de área mínimo de 400 gr/m^2 , Certificado según ISO 9864 (ASTM D5261)

Espesor bajo carga (presión) A 2 kPa (0,29 psi): $\geq 3,0\text{ mm}$ (0,12 in.), según Certificado ISO 9863-1 (ASTM D5199)

Resistencia a la tracción de gran anchura $\geq 10\text{ kN/m}$ (685 lb/ft) según ISO 10319 (ASTM D4595)

Permeabilidad al agua en dirección normal bajo carga (presión) $\geq 1 \times 10^{-4}\text{ m/s}$ ($3,3 \times 10^{-4}\text{ pies/s}$) a 20 kPa (2,9 psi) DIN 60500-4 (ASTM D5493 modificada)

Resistencia a los álcalis ≥ 96 por ciento de polipropileno/polietileno EN 13249, Anexo B (Certificación)

Los requerimientos establecidos corresponden la normativa del Centro Nacional de Tecnología para Pavimentos de Concreto (Instituto de Transporte de Iowa), disponible según [US geotextile performance w cvr \(1\).pdf](#)

La aceptación del geotextil será según lo establecido en la norma ASTM D4759, por lo que el geotextil deberá disponer obligatoriamente de este ensayo provisto por el distribuidor del producto.

Los valores de los requisitos representan valores mínimos promedio de rollo, en la dirección principal más débil, salvo la abertura aparente, para la cual se indica el máximo valor promedio de rollo.

Los rollos del geotextil deberán llevar, en su envoltorio, el nombre del fabricante y la identificación del producto. El envoltorio y la etiqueta deben ser los originales de fábrica. El fabricante deberá acreditar los valores especificados promedio por rollo de geotextil, a través de un certificado de control de calidad, el cual deberá ser emitido por algún laboratorio nacional o internacional de acuerdo al estándar ASTM D4759. El certificado deberá ser presentado ante el Inspector Fiscal antes de comenzar la ejecución de esta partida.

2.7.3 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

Se dispone de un ancho de plataforma de 9 m más el relleno lateral en su parte inferior y sobreancho el cual obliga a cubrir como mínimo 11m ($10,5\text{m}+2\text{ solapes}+2\text{ sobreanchos}$) en total, atendiendo que deberá superarse este ancho efectivo, por lo que en caso sea utilizado los rollos según el fabricante

(normalmente 4,6m, debe estimarse rollos que incluyan un solape_20 cm y sobre ancho para drenaje_20 cm lateralmente).

El producto recibido en la zona de colocación deberá estar con envoltorio y etiqueta original de fábrica deberá señalar claramente el nombre del fabricante, el tipo de la tela geotextil y el número del rollo. Cada rollo de geotextil deberá estar envuelto con material que lo proteja de daños durante su transporte, del agua, de la luz solar y contaminantes, debiéndose mantener dicha envoltura hasta que el material sea utilizado en la obra. El producto deberá ser almacenado en lugares protegidos del sol, libres de humedad y alta temperatura.

La superficie sobre la cual se colocará la tela geotextil deberá encontrarse preparada a plena satisfacción de la Fiscalización. Esta superficie deberá estar libre de elementos punzantes y cortantes y deberá conservarse limpia y compacta hasta que el geotextil sea colocado sobre ella.

La tela geotextil deberá colocarse cuidadosamente sin arrugas o pliegues; la misma debe resistir tránsito de descarga del hormigón sobre la tela. La unión de los rollos extendidos será traslapada, con un solape o traslape de no menor a 20 cm. Deberán utilizarse elementos de fijación de los geotextiles como para el mismo no vuele o se desplace, sin que estos afecten relevantemente los espesores de losa. Estos elementos deben ser aprobados por la Fiscalización.

En las curvas, el geotextil podrá ser plegado o cortado, para adaptarlo al trazado del camino. El doblez o traslape será a favor del avance de la construcción y se mantendrá unido mediante traslape de 20 cm como mínimo. Antes de ser cargado, el geotextil colocado deberá ser inspeccionado en busca de posibles daños de instalación. En caso que los hubiese, estos serán reparados inmediatamente, cubriéndolos con un paño de tela que se extienda como mínimo 0,75 m de toda la zona dañada.

El geotextil deberá ser colocado en todo el ancho del camino, incluida la banquina y sobre ancho.

2.7.1 CONSERVACIÓN

El Contratista deberá conservar Geotextil No Tejido $\geq 400\text{gr/m}^2$ bajo losas en las condiciones que posibilitaron su aprobación, hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del proyecto. Todo daño que se presente deberá corregirla a su costo y a plena satisfacción de la Fiscalización.

2.7.2 MEDICIÓN

Una vez aprobada la colocación del Geotextil No Tejido 400gr/m^2 bajo losas, así como el cumplimiento de los otros controles establecidos en la presente EETT, se medirá la cantidad de metros cuadrados (m^2) de material extendido, determinado por el producto de la longitud del tramo concluido y aprobado, medido a lo largo del eje y por el ancho medio, indicados en los planos con las tolerancias establecidas en la presente especificación.

2.7.1 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado serán pagadas a los precios unitarios contractuales correspondiente al ítem “Geotextil No Tejido 400gr/m^2 bajo losas”. Dicho precio y pago será la compensación total por el trabajo descrito en estas Especificaciones, incluyendo, el suministro de los materiales y elementos de fijación, transporte y ordenes de la Fiscalización. Será, además, compensación total por el autocontrol de calidad, imprevistos y otros incidentales necesarios, e inherentes para dar por completados este ítem.

Tabla 2–22: Forma de pago ítem Geotextil No Tejido 400gr/m^2 bajo losas

Ítem de Pago	Forma de Pago
Geotextil No Tejido 400gr/m^2 bajo losas	Metro cuadrado (m^2)

2.8 RIEGO DE IMPRIMACIÓN EN RELLENO GRANULAR LATERAL

2.8.1 DESCRIPCIÓN

Consiste en trabajos de riegos con material asfáltico que deberá ser para la Imprimación de superficies de capas de materiales estabilizados, como forma de protección de la superficie, por lo que se establece el uso de Imprimación Reforzada que se detalla en estas especificaciones, para ser aplicado en el ítem de contrato “Riego de Imprimación en Relleno Granular Lateral”.

Se presenta a continuación un cuadro en el que se resumen los conceptos sobre riegos asfálticos:

CONCEPTOS SOBRE RIEGOS ASFÁLTICOS		
Tipo de Riego	Definición	Ámbito de aplicación
Liga o Adherencia	Aplicación de un ligante asfáltico sobre una superficie preparada de modo de vincular a ésta con una capa asfáltica a extenderse sobre ella.	Este riego se debe realizar en forma previa a la extensión de cualquier tipo de capa asfáltica que no sea un tratamiento bituminoso superficial, una lechada asfáltica o micropavimento asfáltico en frío. La existencia de un riego de imprimación no inhibe la aplicación de un riego de liga sobre el mismo.
Imprimación o Imprimación Simple	Aplicación de un ligante bituminoso sobre una superficie preparada de tal modo que aquel penetre en la misma. Su aplicación es previa a la colocación sobre ésta de: una capa de mezcla asfáltica de un tratamiento bituminoso.	Las principales funciones de una imprimación son: <ul style="list-style-type: none"> • Cerrar los vacíos capilares de la superficie a través de la penetración por gravedad del material bituminoso, generando una superficie impermeable continua y uniforme. • Fijar las partículas de polvo y partículas sueltas de la superficie. • Generar una interface, apropiada para recibir otro riego bituminoso que asegure la vinculación con la capa siguiente. • Colaborar en el mecanismo resistente de adhesión, entre la capa imprimada y la siguiente capa. • Proveer protección de una capa ante las acciones degradantes del tránsito y el clima.
Imprimación Reforzada o Riego de protección	Segunda aplicación de material bituminoso, una vez que ha secado la primera y realizando inmediatamente una distribución de arena .	Similar a la imprimación simple y cuyo ámbito de aplicación se orienta a superficie de una capa que deba permanecer expuesta al tránsito y clima por un cierto tiempo.

La ejecución de riegos asfálticos incluye las siguientes operaciones:

- Verificación del correcto funcionamiento del equipo de riego.
- Calibración y ajuste de la barra de riego.
- Acondicionamiento del material a regar (temperatura de colocación).
- Preparación de la superficie que va a recibir el riego.
- Preparación de los elementos para formar juntas de trabajo.
- Distribución del material bituminoso.

2.8.2 MATERIALES

Los materiales a emplear en los diferentes riegos bituminosos son los que se indican en la tabla siguiente:

MATERIALES PARA REALIZAR RIEGOS ASFÁLTICOS		
Tipo de Riego	Material	Observaciones
Liga o Adherencia	Emulsión bituminosa de rotura rápida	De aplicación para vincular capas asfálticas con espesores de más de cuatro centímetros (> 4 cm).
	Emulsión bituminosa modificada con polímero de rotura rápida	Es obligatorio el empleo de emulsiones modificadas con polímeros en riegos de liga para capas de rodamiento con espesores iguales o inferiores a cuatro centímetros (≤ 4 cm).
Imprimación Simple	Emulsiones de rotura media o lenta	Se pueden utilizar emulsiones de rotura media o lenta en la que el residuo asfáltico haya sido tratado previamente con cierta fracción de fluxante (solvente incorporado al cemento asfáltico).
Imprimación Reforzada	Asfaltos diluidos o rebajados	En casos en que la Fiscalización autorice, pueden emplearse asfaltos diluidos de curado medio o lento
Material secante para Imprimación Reforzada	Arena natural, de trituración o mezcla de ambos materiales.	<p>El agregado a emplear en la imprimación reforzada o en los riegos de curado, puede ser arena natural, de trituración o mezcla de ambos materiales, exentos de polvo, arcilla, materia orgánica, sales.</p> <p>El árido debe estar exento de polvo, suciedad, terrones de arcilla, materia vegetal, u otras materias extrañas.</p> <p>La totalidad del árido debe pasar por el tamiz de 4.8 mm (Nº 8) y no contener más de un quince por ciento (15 %) de partículas inferiores al tamiz 74 μm (Nº 200)</p> <p>El equivalente de arena del árido debe ser superior a cuarenta (40).</p> <p>En el momento de la distribución la arena no debe contener más de un cuatro por ciento (4 %) de humedad.</p> <p>Debe ser empleado un sólo tipo de agregado, a menos que sean aprobados por la Fiscalización, otros tipos alternativos. Si el ensayo de recubrimiento (AASHTO T182) no supera el noventa y cinco por ciento (95 %), los materiales a ser utilizados deben ser provistos de un aditivo químico o agente mejorador a fin de lograr una adecuada adherencia ligante – agregado.</p>

Cada tipo de riego se debe aplicar con la tasa de aplicación y temperaturas indicadas en esta especificación o las aprobadas por la Fiscalización de las Obras. Su extensión se debe efectuar de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo.

2.8.3 EQUIPOS

2.8.3.1 Distribuidor Manual de Material Bituminoso y Material Pétreo

Serán requeridos equipos para el riego tal que se pueda garantizar y verificar la tasa de aplicación, junto con la uniformidad en el ancho del relleno lateral. De igual manera se debe considerar equipos y procedimientos para realizar una correcta e uniforme distribución de arena sobre los riegos de imprimación (imprimación reforzada o riego de protección).

Para la compactación también se requerirá de equipos de compactación manual, tipo plancha compactadora o rodillos lisos pequeños tal que no se afecte al hormigón y se evite desmoronamiento

o pérdida de forma del relleno lateral en su parte superior y pendiente lateral, posteriores a este ancho efectivo. La imprimación reforzada se aplicará a la superficie superior.

2.8.4 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

2.8.4.1 Condiciones Generales para la Preparación de la Superficie de Apoyo

Las condiciones que debe reunir la superficie de apoyo donde se debe ejecutar el riego asfáltico, se indican en la tabla siguiente:

CONDICIONES GENERALES PARA LA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO	
Parámetro	Condición
Regularidad	La superficie a regar debe estar conformada a fin de satisfacer la rasante y secciones establecidas en los planos del proyecto. Debe estar libre de todo tipo de grietas, corrugaciones, material segregado y otras irregularidades y estar uniformemente compactada.
Limpieza	<p>Previo a la ejecución del riego de liga, imprimación o curado, la superficie a regar debe hallarse completamente seca, limpia y desprovista de material flojo o suelto.</p> <p>La limpieza alcanza a las manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie. Para ello se pueden utilizar barredoras / sopladoras mecánicas o equipos de aire comprimido llegando, de ser requerido, al lavado con agua y detergente. En los lugares inaccesibles a estos equipos, se pueden emplear escobas de mano.</p> <p>Se debe observar especialmente la limpieza de los bordes de la zona a tratar.</p> <p>Si la superficie fuera un pavimento asfáltico en servicio, se deben eliminar, mediante fresado, los excesos de material asfáltico que hubiesen, y se deben reparar los desperfectos que pudieran impedir una correcta adherencia.</p> <p>Las áreas deterioradas de imprimación o curado o de pavimentos existentes, deben ser previamente reparadas a satisfacción de la Fiscalización.</p> <p>Para los trabajos de imprimación o curado, puede resultar conveniente la pre-humectación de la superficie antes de realizar el riego.</p>
Autorización para realizar el riego	<p>Antes de iniciar la aplicación del material bituminoso, la Fiscalización debe autorizar la zona a cubrir, que debe delimitarse perfectamente.</p> <p>La Fiscalización no debe autorizar la iniciación de ningún riego sin verificar antes la uniformidad de riego del material bituminoso y el buen funcionamiento de los equipos a utilizar.</p>

2.8.4.2 Condiciones Generales para la Ejecución de Riegos Bituminosos

Las condiciones generales de ejecución de los riegos bituminosos, se indican en la tabla siguiente:

CONDICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE RIEGOS BITUMINOSOS	
Parámetro	Condición
Uniformidad del riego	<p>El contratista debe tomar las medidas necesarias para garantizar la uniformidad, continuidad y la alineación de los riegos y evitar superposiciones.</p> <p>Antes de cada aplicación fuera de la zona de obras, se debe verificar el buen funcionamiento del equipo de distribución, procediendo a efectuar las correcciones</p>

CONDICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE RIEGOS BITUMINOSOS	
Parámetro	Condición
	de los defectos que dicha prueba pueda evidenciar (obstrucción, falta de uniformidad).
Cantidad de material asfáltico en el equipo	El Contratista debe tomar las precauciones para evitar que se agote completamente del equipo distribuidor durante la operación de riego.
Formación de juntas de construcción	En el comienzo y final de cada riego se deben ejecutar juntas transversales de modo que en todo punto del tramo regado la tasa de aplicación de material sea la especificada. A tal efecto, se debe disponer de los elementos tales como fajas de papel, chapas, lonas, las que deben cubrir un ancho mínimo y una longitud tal que exceda a cada lado de la misma. La operación de riego se debe iniciar y terminar sobre este elemento y la velocidad lo más uniforme posible. Donde fuera preciso regar por franjas, se debe procurar una ligera superposición del riego en la unión de dos franjas contiguas.
Alineación de los riegos	El contratista debe tomar las medidas necesarias para garantizar la uniformidad y la perfecta alineación de los riegos y evitar superposiciones.
Protección de elementos de la calzada	El Contratista debe cubrir con lonas, papel, chapas, etc. en el pavimento de hormigón y toda parte de la obra que pueda ser perjudicada por el material bituminoso durante su aplicación y es responsable de todo daño intencional o accidental que causen sus operarios en las obras de arte, cordones, cunetas revestidas, señales, mojones y otros elementos del camino. La reparación, limpieza y repintado por los daños se consideran por cuenta del contratista.
Temperatura de aplicación	La temperatura de aplicación del ligante debe ser tal que su viscosidad esté comprendida entre diez y cuarenta segundos Saybolt Furol (10 a 40 sSF), salvo que la Fiscalización autorice otro entorno en base a las pruebas realizadas en obra.

2.8.4.3 Condiciones para la Ejecución de Riegos de Imprimación

Las condiciones generales de ejecución de los riegos de Imprimación, se indican en la tabla siguiente:

CONDICIONES PARA REALIZAR RIEGOS DE IMPRIMACIÓN	
Parámetro	Condición
Capas de suelos o estabilizados	En los estabilizados granulares se admite humedecer la superficie para favorecer la impregnación, sin llegar a la saturación. Pueden emplearse agentes tensoactivos para facilitar la percolación del material bituminoso. Cuando existan zonas inestables o depresiones se las debe corregir utilizando el mismo material empleado en la construcción de la base o sub-base que se imprima, al cual se le puede incorporar cemento portland, a criterio de la Fiscalización. Esta tarea no recibe pago alguno.
Número de aplicaciones	Cuando la superficie a imprimir mantenga aún cierta humedad, se debe aplicar el ligante asfáltico con la tasa de aplicación y a las temperaturas aprobadas por la Fiscalización. La misma está facultada para ordenar dividir la tasa de aplicación total en dos (2) aplicaciones, si así lo requiere la correcta ejecución del riego.

CONDICIONES PARA REALIZAR RIEGOS DE IMPRIMACIÓN	
Parámetro	Condición
Cantidad de ligante y recubrimiento con arena	La cantidad de ligante colocado no debe superar la que permita su inmediata cobertura por el material de recubrimiento. El riego del asfalto no debe ser superior al ancho de la distribución de la arena que forma la capa de sellado.
Imprimación Reforzada - Capa de sellado: Aplicación de distribución de arena	La distribución de arena está indicada en la documentación del proyecto. La Fiscalización puede ordenar la distribución de arena donde se observe que, parte de ella, está sin ser absorbida hasta veinticuatro horas (24 h) después de efectuado el riego de ligante. Las operaciones deben suspenderse si el ligante asfáltico experimenta condiciones que impidan la retención de la capa de recubrimiento. Las zonas donde la distribución de arena haya resultado deficiente deben ser corregidas. Las uniones entre riegos continuos deben ser realizadas cuidadosamente para lograr una superficie de rodamiento lisa.
Penetración de los riegos de imprimación	En pruebas iniciales la Fiscalización puede adecuar la cantidad a regar, basándose fundamentalmente en la penetración mínima del ligante desde la superficie según sea el tipo de material de la base, la que no debe ser inferior a los seis milímetros (6 mm).

2.8.4.4 Tasa de aplicación de Materiales

La Fiscalización del proyecto puede modificar la tasa de aplicación que se indica para cada tipo de riego, a la vista de las pruebas realizadas en obra.

Todas las tasas de aplicación de ligantes asfálticos se expresan en litros por metro cuadrado de residuo asfáltico.

TASA DE APLICACIONES DE RIEGO DE IMPRIMACIÓN en litros/m ² de residuo asfáltico		
Calidad de la superficie / lugar de aplicación	Ligante asfáltico	Material granular de sellado
Imprimación sobre capas de suelos y materiales estabilizados	0,6 – 0,8	
Imprimación sobre estabilizados granulares drenantes	1,2 – 1,8	
Imprimación sobre capas de suelos y materiales estabilizados más material secante	0,6 – 0,9	Mínima necesaria y ≥ 6
Imprimación sobre estabilizados granulares drenantes más material secante	1,2 – 1,8	Mínima necesaria y ≥ 6
Imprimación reforzada	0,6 – 0,9	3 a 8 litros por metro cuadrado.

La tasa de aplicación del ligante para este proyecto corresponde a Imprimación reforzada de 0,6 – 0,9 l/m², la cual puede ser ajustada con la aprobación de la Fiscalización dentro de los parámetros definidos anteriormente, y definida por la cantidad que sea capaz de absorber la capa que se imprima en un período de veinticuatro horas (24 h). Dicha tasa de aplicación no debe ser inferior en ningún caso a medio litro por metro cuadrado (0,50 l/m²) de ligante residual.

La tasa de aplicación de arena debe ser la mínima que asegure la completa cobertura de la capa, pero nunca inferior a tres litros por metro cuadrado (3 l/m²). La Fiscalización puede fijar las dotaciones a la vista de las pruebas realizadas en obra.

2.8.4.5 Limitaciones en la Ejecución de Riegos

Los riegos asfálticos se pueden aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados centígrados (10 °C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se puede alterar a juicio de la Fiscalización de las Obras, avalado por tramos de prueba realizados por el Contratista.

La imprimación de una superficie solo se debe llevar a cabo cuando la misma se encuentre en las condiciones de compactación, humedad y conformación especificadas para la misma.

2.8.5 EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD

2.8.5.1 Control de calidad de riegos asfálticos

Los riegos asfálticos deben cumplir las especificaciones establecidas

2.8.5.2 Control de calidad del árido de cobertura

El control de calidad del árido de cobertura debe cumplir con las prescripciones que para el mismo se formulan en esta especificación.

2.8.5.3 Control de ejecución

Las dotaciones de riego asfáltico y, eventualmente, de árido, se deben comprobar mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel, o de otro material similar, colocadas sobre la superficie durante la aplicación del ligante o extensión del árido, en no menos de cinco (5) puntos.

En cada una de estas bandejas, chapas u hojas se debe determinar la tasa de aplicación del ligante residual. La Fiscalización de los trabajos puede autorizar la comprobación de las tasas de aplicación medias, de emulsión bituminosa, y áridos, por otros medios.

Se debe comprobar la temperatura ambiente, la de la superficie a tratar y la del ligante bituminoso, mediante termómetros colocados lejos de cualquier elemento calefactor.

2.8.5.4 Criterios de Aceptación o Rechazo

La tasa de aplicación media, tanto de ligante residual como, en su caso, de los áridos, no debe diferir de la prevista en más de un quince por ciento (15 %).

La Fiscalización de los trabajos puede determinar las medidas a adoptar con los sectores que no cumplan los criterios anteriores.

El material bituminoso puede ser aceptado, condicionalmente, en su origen de provisión. El material granular secante puede ser aceptado en el acopio en su origen o en el camino, antes de su colocación, según lo disponga la Fiscalización de los trabajos.

2.8.6 CONSERVACIÓN

El trabajo especificado en esta sección, deberá ser conservado, bajo responsabilidad del contratista, a partir de la fecha de su terminación en las condiciones originales hasta la Recepción de la Obra. De surgir fallas, éstas serán reparadas a cuenta del contratista según lo ordene la Fiscalización.

2.8.7 MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción de la Fiscalización, de acuerdo a lo exigido en la especificación respectiva.

El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho especificado en los planos u ordenado por la Fiscalización. No se medirá ninguna área por fuera de tales límites. El precio incluye la aplicación de arena cuando sea requerido.

2.8.8 PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado, para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por la Fiscalización.

También, deberá incluir los costos de la definición de la fórmula de trabajo cuando se requiera, los del tramo de prueba y todo costo relacionado con la correcta ejecución de cada trabajo.

En todos los casos, el precio deberá incluir el suministro en el sitio, almacenamiento, desperdicios y aplicación de agua y aditivos mejoradores de adherencia y de control de rotura que se requieran; la protección de todos los elementos aledaños a la zona de los trabajos y que sean susceptibles de ser manchados por riegos de asfalto, así como toda labor, mano de obra, equipo o material necesarios para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Se incluye el costo de suministro y aplicación en el sitio de los materiales bituminosos.

Tabla 2-23: Forma de pago ítem Riego de Imprimación sobre Relleno Granular Lateral

Ítem de Pago	Forma de Pago
Riego de Imprimación sobre Relleno Granular Lateral	Metro cuadrado (m ²)

3 HORMIGÓN HIDRÁULICO

3.1.1 DESCRIPCIÓN

Estos Hormigones no se refieren al del pavimento.

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de los hormigones de cemento Portland, utilizados para la construcción de estructuras de drenaje, alcantarillas, cabeceras de alcantarillas, y otras obras de drenaje, de acuerdo con los planos del Proyecto, las especificaciones y las instrucciones de la Fiscalización.

3.1.2 MATERIALES

3.1.2.1 Cemento

El cemento utilizado será Portland, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Paraguaya del INTN, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM-C150.

Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará el denominado Tipo I o Cemento Portland Normal.

3.1.2.2 Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4,75 mm (N° 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más de treinta por ciento (30%) del agregado fino. El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Tabla 3-1: Características del agregado fino para obras de arte

Características	Masa total de la muestra
Terrones de Arcilla y partículas deleznales	1,00% máx.
Material que pasa el Tamiz 75µm (N° 200)	5,00% máx.
Cantidad de Partículas Livianas	0,50% máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ion SO ₄	0,06% máx.
Contenido de cloruros, expresado como ion Cl	0,10% máx.

Además, no se permitirá el empleo de arena que, en el ensayo colorimétrico para detección de materia orgánica, que según Normas Técnicas Paraguayas del INTN, produzca un color más oscuro que el de la muestra patrón.

El agregado fino no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO₂ y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma ASTM C84, se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 &> R \text{ cuando } R > 70 \\ \text{SiO}_2 &> 35 + 0,5 R \text{ cuando } R < 70 \end{aligned}$$

La curva granulométrica del agregado fino deberá encontrarse dentro de los límites que se señalan a continuación:

Tabla 3-2: Granulometría del agregado fino para obras de arte

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (N° 4)	95 - 100
2,36 mm (N° 8)	80 - 100
1,18 mm (N° 16)	50 - 85
600 µm (N° 30)	25 - 60
300 µm (N° 50)	10 - 30
150 µm (N° 100)	02 - 10

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45%) de material retenido entre dos tamices consecutivos. El Módulo de Finura se encontrará entre 2,3 y 3,1.

Durante el período de construcción no se permitirán variaciones mayores de 0,2 en el Módulo de Finura con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo.

El agregado fino no podrá presentar pérdidas superiores a diez por ciento (10%) o quince por ciento (15%), al ser sometido a la prueba de solidez en sulfatos de sodio o magnesio, respectivamente, según la norma.

El Equivalente de Arena, medido según la Norma, será sesenta y cinco por ciento (65%) mínimo para concretos de $f'c < 210\text{kg/cm}^2$ y para resistencias mayores setenta y cinco por ciento (75%) como mínimo.

3.1.2.3 Agregado grueso

Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4,75 mm (N° 4). Será grava natural o provendrá de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio a juicio de la Fiscalización. Los requisitos que debe cumplir el agregado grueso son los siguientes:

Tabla 3–3: Sustancias perjudiciales en agregado grueso para obras de arte

Características	Norma de Ensayo	Masa total de la muestra
Terrones de Arcilla y partículas deleznales	INV E-211-07	0,25% máx.
Contenido de Carbón y lignito	MTC E-215	0,5% máx.
Cantidad de Partículas Livianas	MTC E-202	1,0% máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ion SO_4	Ensayo químico	0,06% máx.
Contenido de cloruros, expresado como ion Cl		0,10% máx.

El agregado no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento, lo cual se comprobará por idéntico procedimiento y análogo criterio que en el caso de agregado fino.

Las pérdidas de ensayo de solidez no podrán superar el doce por ciento (12%) si se utiliza sulfato de sodio o dieciocho por ciento (18%), si se utiliza sulfato de magnesio.

El desgaste del agregado grueso en la máquina de Los Ángeles no podrá ser mayor de cuarenta por ciento (40%).

La gradación del agregado grueso deberá satisfacer una de las siguientes franjas, según se especifique en los documentos del proyecto o apruebe la Fiscalización con base en el tamaño máximo de agregado a usar, de acuerdo a la estructura de que se trate y la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

Tabla 3–4: Granulometría del agregado grueso para obras de arte

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa						
	AG-1	AG-2	AG-3	AG-4	AG-5	AG-6	AG-7
63 mm (2,5")	-	-	-	-	100	-	100
50 mm (2")	-	-	-	100	95 - 100	100	95 - 100
37,5 mm (1 ½ ")	-	-	100	95 - 100	-	90 - 100	35 - 70
25 mm (1")	-	100	95 - 100	-	35 - 70	20 - 55	0 - 15
19 mm (¾ ")	100	95 - 100	-	35 - 70	-	0 - 15	-
12,5 mm (½ ")	95 - 100	-	25 - 60	-	10 - 30	-	0 - 5
9,5 mm (3/8")	40 - 70	20 - 55	-	10 - 30	-	0 - 5	-
4,75 mm (N° 4)	0 - 15	0 - 10	0 - 10	0 - 5	0 - 5	-	-
2,36 mm (N° 8)	0 - 5	0 - 5	0 - 5	-	-	-	-

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto deberá ser continua y asemejarse a las teóricas.

El porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso procesado, determinados según la norma, no deberán ser mayores de quince por ciento (15%). Para concretos de $f_c > 210 \text{ kg/cm}^2$, los agregados deben ser 100% triturados.

3.1.2.4 Agregado ciclópeo

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80 cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30 cm). En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor volumen, previa autorización de la Fiscalización.

3.1.2.5 Agua

El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica.

Se considera siempre y cuando sea analizado los siguientes ensayos:

Tabla 3–5: Ensayos al agua para obras de arte

Ensayos	Tolerancias
Sólidos en suspensión (ppm)	5.000 máx.
Materia orgánica (ppm)	3,00 máx.
Alcalinidad NaHCO_3 (ppm)	1.000 máx.
Sulfatos como ion Cl (ppm)	1.000 máx.
pH	5,5 a 8

El agua debe tener las características apropiadas para una óptima calidad del concreto. Así mismo, se debe tener presente los aspectos químicos del suelo a fin de establecer el grado de afectación de éste sobre el concreto.

La máxima concentración de ion cloruro soluble en agua que debe haber en un concreto a las edades de 28 a 42 días, expresada como suma del aporte de todos los ingredientes de la mezcla, no deberá exceder de los límites indicados en la siguiente Tabla. El ensayo para determinar el contenido de ion cloruro deberá cumplir con lo indicado por la Federal Highway Administration Report N° FHWA-RD- 77- 85 "Sampling and Testing for Chloride Ion in concrete".

Tabla 3–6: Contenido máximo de ion cloruro en agua para obras de arte

Tipo de elemento	Contenido máximo de ion cloruro soluble en agua en el concreto, expresado como % en peso del cemento
Concreto prensado	0,06
Concreto armado expuesto a la acción de Cloruros	0,10
Concreto armado no protegido que puede estar sometido a un ambiente húmedo, pero no expuesto a cloruros (incluye ubicaciones donde el concreto puede estar ocasionalmente húmedo tales como cocinas, garajes, estructuras ribereñas y áreas con humedad potencial por condensación)	0,15
Concreto armado que deberá estar seco o protegido de la humedad durante su vida por medio de recubrimientos impermeables	0,80

3.1.2.6 Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad que cumplan con la norma ASTM C-494, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla, ni representar riesgos para la armadura que tenga la estructura.

3.1.2.7 Clases de concreto

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma, se establecen las siguientes clases de concreto:

Tabla 3–7: Clases de concreto para obras de arte

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
Concreto pre prensado y post tensado	
A	34,4 MPa (350 kg/cm ²)
B	31,4 MPa (320 kg/cm ²)
Concreto reforzado	
C	24,5 MPa (250 kg/cm ²)
D	20,6 MPa (210 kg/cm ²)
E	17,7 MPa (180 kg/cm ²)
Concreto simple	
F	14,7 MPa (150 kg/cm ²)
Concreto ciclópeo	14,7 MPa (150 kg/cm ²)
G	Se compone de concreto simple Clase F y agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo.

3.1.3 EQUIPOS

Principales elementos requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con dicho material, son los siguientes:

3.1.3.1 Equipo para la producción de agregados y la fabricación del concreto

Se aplica lo especificado en esta Especificación en donde sea pertinente. Se permite, además, el empleo de mezcladoras portátiles en el lugar de la obra.

La mezcla manual sólo se podrá efectuar, previa autorización de la Fiscalización, para estructuras pequeñas de muy baja resistencia. En tal caso, las tandas no podrán ser mayores de un cuarto de metro cúbico (0,25 m³).

3.1.3.2 Elementos de transporte

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación de la Fiscalización. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Contratista y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o transporte se suspenda inmediatamente, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados en el Proyecto.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de trescientos metros (300 m), no se podrán emplear sistemas de bombeo, sin la aprobación de la Fiscalización.

El transporte del concreto se realizará siempre en camiones mezcladores, tan solo en el caso de concretos de 14,7 MPa y para distancias inferiores a seiscientos metros (600 m), no será preceptivo el empleo de camiones mezcladores.

3.1.3.3 Encofrados y obra falsa

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los encofrados necesarios para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por la Fiscalización. Los encofrados podrán ser de madera o metálicas y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes y evitar desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Los encofrados de madera podrán ser de tabla cepillada y deberán tener un espesor uniforme.

No se dejarán aristas vivas en los elementos hormigonados, colocándose para ello biseles, molduras a 45°, (berenjenos) que eliminen la arista viva.

3.1.3.4 Elementos para la colocación del concreto

El Contratista deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra los encofrados o el refuerzo.

3.1.3.5 Vibradores

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de siete mil (7.000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para estructuras delgadas, donde los encofrados estén especialmente diseñados para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de encofrado.

Durante los trabajos de hormigonado siempre se tendrá al menos un vibrador de reserva para solventar posibles averías.

3.1.3.6 Equipos varios

El Contratista deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

3.1.4 REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

3.1.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Al respecto, todos los procedimientos, equipos, etc. requieren ser aprobados por la Fiscalización, sin que este exima al Contratista de su responsabilidad posterior.

3.1.4.2 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista entregara a la Fiscalización, muestras de los materiales que se propone utilizar y el diseño de la mezcla, avaladas por los resultados de ensayos que demuestren la conveniencia de utilizarlos para su verificación. Si a juicio de la Fiscalización los materiales o el diseño de la mezcla resultan objetables, el contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias.

Una vez que la Fiscalización manifieste su conformidad con los materiales y el diseño de la mezcla, éste sólo podrá ser modificado durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los componentes que intervienen en ella. El contratista definirá una fórmula de trabajo, la cual someterá a consideración de la Fiscalización. Dicha fórmula señalará:

- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla.
- Las dosificaciones de cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cúbico de concreto. La cantidad de agua y aditivos líquidos se podrá dar por peso o por volumen.

- Cuando se contabilice el cemento por bolsas, la dosificación se hará en función de un número entero de bolsas.
- La consistencia del concreto, la cual se deberá encontrar dentro de los siguientes límites, al medirla según norma de ensayo (asiento en cono Abrams): máximo 9 y mínimo 6.

Con el fin de facilitar la puesta en obra en elementos muy armados o de poca sección, podrán admitirse valores mayores de consistencia, siempre y cuando se mantenga invariable el valor de la relación agua-cemento, o mediante la utilización de aditivos fluidificantes o superfluidificantes.

Las correcciones a las dosificaciones habrán de ser informados y aprobadas por la Fiscalización. La fórmula de trabajo se deberá reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento o su marca.
- El tipo, absorción o tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0,2).
- La naturaleza o proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra del concreto.

El Contratista deberá considerar que el concreto deberá ser dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a compresión acorde con la de los planos y documentos del Proyecto, que minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor de resistencia a compresión especificada en los planos del proyecto. Los planos deberán indicar claramente la resistencia a la compresión para la cual se ha diseñado cada parte de la estructura.

Al efectuar las pruebas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas de acuerdo con la norma y ensayadas según la norma de ensayo. Se deberá establecer una curva que muestre la variación de la relación agua/cemento (o el contenido de cemento) y la resistencia a compresión a veintiocho (28) días.

La curva se deberá basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5), que representen tandas que den lugar a resistencias por encima y por debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de por lo menos tres (3) cilindros ensayados a veintiocho (28) días.

La máxima relación agua/cemento permisible para el concreto a ser empleado en la estructura, será la mostrada por la curva, que produzca la resistencia promedio requerida que exceda la resistencia de diseño del elemento, según lo indica la siguiente tabla:

Tabla 3-8: Resistencia promedio requerida para obras de arte

Resistencia especificada a la compresión	Resistencia promedio requerida a la compresión
< 20,6 MPa (210 kg/cm ²)	$f' c + 6,8$ MPa (70 kg/cm ²)
20,6 – 34,3 MPa (210 – 350 kg/cm ²)	$f' c + 8,3$ MPa (85 kg/cm ²)
> 34,3 MPa (350 kg/cm ²)	$f' c + 9,8$ MPa (100 kg/cm ²)

Si la estructura de concreto va a estar sometida a condiciones de trabajo muy rigurosas, la relación agua/cemento no podrá exceder de 0,50 si va a estar expuesta al agua dulce, ni de 0,45 para exposiciones al agua salada del Chaco Paraguayo, o cuando va a estar expuesta a concentraciones perjudiciales que contengan sulfatos.

Cuando se especifique concreto con aire, el aditivo deberá ser de clase aprobada según se indica en estas especificaciones. La cantidad de aditivo utilizado deberá producir el contenido de aire incorporado que muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3-9: Porcentaje de aire incluido para obras de arte

Resistencia de diseño a 28 días	Porcentaje de aire incluido
280 – 350 kg/cm ² concreto normal	6 - 8
280 – 350 kg/cm ² concreto pre-esforzado	2 - 5
140 – 280 kg/cm ² concreto normal	3 - 6

La cantidad de aire incorporado se determinará según la norma de ensayo AASHTO-T152 o ASTM-C231.

La aprobación que dé la Fiscalización al diseño no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al Contratista de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La aceptación de las obras para fines de pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la

resistencia a compresión mínima especificada para la respectiva clase de concreto, resistencia que será comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

3.1.5 FABRICACIÓN DE LA MEZCLA

3.1.5.1 Almacenamiento de los agregados

Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestos de tal forma, que se evite al máximo la segregación de los agregados.

Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos.

Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor a metro y medio (1,50 m) y no por depósitos cónicos.

Todos los materiales a utilizarse deberán estar ubicados de tal forma que no cause incomodidad a los transeúntes y/o vehículos que circulen en los alrededores.

No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra.

3.1.5.2 Suministro y almacenamiento del cemento

El cemento en bolsa se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo en pilas de no más de ocho (8) bolsas.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en silos apropiados aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento será la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

Todo cemento que tenga más de tres (3) meses de almacenamiento en sacos o seis (6) en silos, deberá ser empleado previo certificado de calidad, autorizado por la Fiscalización, quien verificará si aún es susceptible de utilización. Esta frecuencia será disminuida en relación directa a la condición climática o de temperatura/humedad y/o condiciones de almacenamiento.

3.1.5.3 Almacenamiento de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos. Ésta recomendaciones no son excluyentes de la especificadas por los fabricantes.

3.1.5.4 Elaboración de la mezcla

Salvo indicación en contrario de la Fiscalización, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad (1/2) del agua requerida para la tanda; a continuación se añadirán simultáneamente el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua durante un lapso que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte (1/3) del tiempo total de mezclado, contado a partir del instante de introducir el cemento y los agregados.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de treinta (30) minutos, deberá ser limpiada perfectamente antes de verter materiales en ella. Así mismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, el Contratista, con la aprobación de la Fiscalización, solo para resistencias f_c menores a 210 kg/cm^2 , podrá transformar las cantidades correspondientes en peso de la fórmula de trabajo a unidades volumétricas. La Fiscalización verificará que existan los elementos de dosificación precisos para obtener las medidas especificadas de la mezcla. Cuando se haya autorizado la ejecución manual de la mezcla (sólo para resistencias menores a $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$), esta se realizará sobre una superficie impermeable, en la que se distribuirá el cemento sobre la arena, y se verterá el agua sobre el mortero preparado en forma de cráter.

Preparado el mortero, se añadirá el agregado grueso, revolviendo la masa hasta que adquiera un aspecto y color uniformes.

3.1.6 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

3.1.6.1 Descarga, transporte y entrega de la mezcla

El concreto al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. La descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media (1 'A) horas, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que la Fiscalización fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

A su entrega en la obra, la Fiscalización rechazará todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, determinado por no cumplir con el asentamiento dentro de los límites especificados, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por la Fiscalización, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Contratista, a su costo, por un concreto satisfactorio.

El material de concreto derramado como consecuencia de las actividades de transporte y colocación, deberá ser recogido inmediatamente por el contratista, para lo cual deberá contar con el equipo necesario.

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Fiscalización, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

1. Nombre de la central de fabricación de hormigón.
 2. Número de serie de la hoja de suministro.
 3. Fecha de entrega.
 4. Nombre del peticionario y del responsable de la recepción
 5. Especificación del hormigón:
 - Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
 - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.
- a) Tipo, clase y marca del cemento.
- b) Consistencia.
- c) Tamaño máximo del agregado.

e) Tipo de aditivo, si los hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.

6. Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).

7. Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.

8. Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga.

9. Hora límite de uso para el hormigón.

El comienzo de la descarga del hormigón desde el equipo de transporte del suministrador, en el lugar de la entrega, marca el principio del tiempo de entrega y recepción del hormigón, que durará hasta finalizar la descarga de éste.

Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original de la masa fresca. No obstante, si el asiento en cono de Abrams es menor que el especificado, el suministrador podrá adicionar aditivo fluidificante para aumentarlo hasta alcanzar dicha consistencia, sin que ésta rebase las tolerancias indicadas en el mencionado apartado. Para ello, el elemento de transporte (camión hormigonera) deberá estar equipado con el correspondiente equipo dosificador de aditivo y reamasar el hormigón hasta dispersar totalmente el aditivo añadido. El tiempo de reamasado será de al menos 1 min/m³, sin ser en ningún caso inferior a 5 minutos.

3.1.6.2 Preparación para la colocación del concreto

Por lo menos cuarenta y ocho (48) horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Contratista notificará por escrito al Fiscalización al respecto, para que éste verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no podrá comenzar, mientras la Fiscalización no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies deberán encontrarse completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método no es obligatorio.

Se deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar que, durante la colocación de la mezcla y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deberán ser humedecidas, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige la Fiscalización.

3.1.6.3 Colocación del concreto

Esta operación se deberá efectuar en presencia de la Fiscalización, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por éste.

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Contratista suministre cubiertas que, a juicio de la Fiscalización, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1,50 m).

Al verter el concreto, se compactará enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

A menos que los documentos del proyecto establezcan lo contrario, el concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de medio metro (0,5 m).

Cuando se utilice equipo de bombeo, se deberá disponer de los medios para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas mediante juntas.

La colocación del agregado ciclópeo para el concreto clase G, se deberá ajustar al siguiente procedimiento. La piedra limpia y húmeda, se deberá colocar cuidadosamente, sin dejarla caer por gravedad, en la mezcla de concreto simple.

En estructuras cuyo espesor sea inferior a ochenta centímetros (80 cm), la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura, no será inferior a diez centímetros (10 cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentará a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas no se podrá usar agregado ciclópeo en los últimos cincuenta centímetros (50 cm) debajo del asiento de la superestructura o placa. La proporción máxima del agregado ciclópeo será el treinta por ciento (30%) del volumen total de concreto.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

De ser necesario, la zona de trabajo deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

3.1.6.4 Colocación del concreto bajo agua

El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en los planos o lo autorice la Fiscalización, quien efectuará una supervisión directa de los trabajos. En tal caso, el concreto tendrá una resistencia no menor de la exigida para la clase D y contendrá un diez por ciento (10%) de exceso de cemento.

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un método aprobado por la Fiscalización. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua.

No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y los encofrados diseñados para retenerlo bajo el agua, deberán ser impermeables. El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

De ser necesario, la zona de trabajo deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

3.1.6.5 Vibración

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

3.1.6.6 Juntas

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra o donde lo indique la Fiscalización. El Contratista no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en los planos o aprobadas por la Fiscalización, sin la autorización de éste. En superficies expuestas, las juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario.

En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deberán utilizar para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en los planos.

3.1.6.7 Agujeros para drenaje

Los agujeros para drenaje o alivio se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deberán colocar por debajo de las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los planos.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.

3.1.6.8 Remoción de los encofrados y de la obra falsa

La remoción de encofrados de soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal que permita concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su propio peso.

Dada que las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencias de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrán efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayos deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

Excepcionalmente si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio el siguiente cuadro puede ser empleado como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de encofrados y soportes:

- Estructuras para arcos 14 días
- Estructuras bajo vigas 14 días
- Soportes bajo losas planas 14 días
- Losas de piso 14 días
- Placa superior en alcantarillas de cajón 14 días
- Superficies de muros verticales 48 horas
- Columnas 48 horas
- Lados de vigas 24 horas

Si las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrá efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

La remoción de encofrados y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su propio peso.

3.1.6.9 Curado

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el concreto a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por la Fiscalización, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días.

Curado con agua

El concreto deberá permanecer húmedo en toda la superficie y de manera continua, cubriéndolo con tejidos de yute o algodón saturados de agua, o por medio de rociadores, mangueras o tuberías perforadas, o por cualquier otro método que garantice los mismos resultados.

No se permitirá el humedecimiento periódico; éste debe ser continuo.

El agua que se utilice para el curado deberá cumplir los mismos requisitos del agua para la mezcla.

Curado con compuestos membrana

Este curado se podrá hacer en aquellas superficies para las cuales la Fiscalización lo autorice, previa aprobación de este sobre los compuestos a utilizar y sus sistemas de aplicación.

El equipo y métodos de aplicación del compuesto de curado deberán corresponder a las recomendaciones del fabricante, esparciéndolo sobre la superficie del concreto de tal manera que se obtenga una membrana impermeable, fuerte y continua que garantice la retención del agua, evitando su evaporación. El compuesto de membrana deberá ser de consistencia y calidad uniformes.

3.1.6.10 Acabado y reparaciones

A menos que los planos indiquen algo diferente, las superficies expuestas a la vista, con excepción de las caras superior e inferior de las placas de piso, el fondo y los lados interiores de las vigas de concreto, deberán tener un acabado por frotamiento con piedra áspera de carborundum, empleando un procedimiento aceptado por la Fiscalización.

Cuando se utilicen encofrados metálicos, con revestimiento de madera laminada en buen estado, la Fiscalización podrá dispensar al Contratista de efectuar el acabado por frotamiento si, a juicio de aquél, las superficies son satisfactorias.

Todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y reemplazado por el Contratista, según lo requiera la Fiscalización. Toda mano de obra, equipo y materiales requeridos para la reparación del concreto, serán suministrada a expensas del Contratista.

3.1.7 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN

La temperatura de la mezcla de concreto, inmediatamente antes de su colocación, deberá estar entre diez y treinta y dos grados Celsius (10°C - 32°C).

Cuando se pronostique una temperatura inferior a cuatro grados Celsius (4°C) durante el vaciado o en las veinticuatro (24) horas siguientes, la temperatura del concreto no podrá ser inferior a trece grados Celsius (13°C) cuando se vaya a emplear en secciones de menos de treinta centímetros (30 cm) en cualquiera de sus dimensiones, ni inferior a diez grados Celsius (10°C) para otras secciones.

La temperatura durante la colocación no deberá exceder de treinta y dos grados Celsius (32°C), para que no se produzcan pérdidas en el asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de los encofrados metálicos o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50°C), se deberán enfriar mediante rociado de agua fría, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

3.1.8 ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

3.1.8.1 Controles

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

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.

- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación, consolidación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

Cada vez que lo considere necesario, la Fiscalización dispondrá que se efectúen los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

Siempre que se tenga alguna sospecha sobre su calidad, se determinará su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros, además de la periodicidad fijada para los ensayos.

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas ya descritas en este documento. En cuanto a la frecuencia de ejecución, ella se deja al criterio de la Fiscalización, de acuerdo con la magnitud de la obra bajo control. De dicha decisión, se deberá dejar constancia escrita.

La Fiscalización deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, donde garanticen su calidad y conveniencia de utilización, disponiendo la ejecución de los ensayos de laboratorio para su verificación.

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas durante su diseño, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes:

- Agua, cemento y aditivos..... $\pm 1\%$
- Agregado fino..... $\pm 2\%$
- Agregado grueso hasta de 38 mm..... $\pm 2\%$
- Agregado grueso mayor de 38 mm $\pm 3\%$

Las mezclas dosificadas por fuera de estos límites serán rechazadas por la Fiscalización.

La Fiscalización controlará la consistencia de cada carga entregada, con la frecuencia indicada en la [Tabla 3–10](#), cuyo resultado deberá encontrarse dentro de los límites mencionados en esta especificación. En caso de no cumplirse este requisito, se rechazará la carga correspondiente.

La Fiscalización verificará la resistencia a la compresión del concreto con la frecuencia indicada en la [Tabla 3–10](#).

La muestra estará compuesta por nueve (9) especímenes según el método, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a compresión, de las cuales se probarán tres (3) a siete (7) días, tres (3) a catorce (14) días y tres (3) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia de siete (7) días y catorce (14) días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de resistencia de los tres (3) especímenes tomados simultáneamente de la misma mezcla, se considera como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto será considerada satisfactoria, si ningún espécimen individual presenta una resistencia inferior en más de treinta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (35 kg/cm²) de la resistencia especificada y, simultáneamente, el promedio de tres (3) especímenes consecutivos de resistencia iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.

Si alguna o las dos (2) exigencias así indicadas es incumplida, la Fiscalización ordenará una revisión de la parte de la estructura que esté en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas más débiles y requerirá que el Contratista, a su costo, tome núcleos de dichas zonas, de acuerdo a la norma.

Se deberán tomar tres (3) núcleos por cada resultado de ensayo inconforme. Si el concreto de la estructura va a permanecer seco en condiciones de servicio, los testigos se secarán al aire durante siete (7) días a una temperatura entre dieciséis y veintisiete grados Celsius (16°C – 27°C) y luego se probarán secos. Si el concreto de la estructura se va a encontrar húmedo en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua por cuarenta y ocho (48) horas y se probarán a continuación.

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el Contratista podrá solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especifica el reglamento ACI (American Concrete Institute). Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se aceptará el concreto en discusión. En caso contrario, el Contratista deberá adoptar las medidas correctivas que solicite la Fiscalización, las cuales podrán incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, sin costo alguno para el MOPC.

Tabla 3–10: Ensayos y frecuencias del concreto para obras de arte

Material o producto	Propiedades o características	Norma MOPC	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado Fino	Granulometría	HO104	T-27	250 m ³	Cantera
	Materia que pasa la malla #200	HO116	MTC E-202	1000 m ³	Cantera
	Terrones de arcillas y partículas deleznales		INV E-212	1000 m ³	Cantera
	Equivalente e Arena	HO113	T-176	1000 m ³	Cantera
	Reactividad	HO125	C-84	1000 m ³	Cantera
	Cantidad de partículas livianas		MTC 2-211	1000 m ³	Cantera
	Contenido de sulfatos (SO ₄ ⁻)	HO123	ensayo químico	1000 m ³	Cantera
	Contenido de cloruros (Cl ⁻)	HO123		1000 m ³	Cantera
Agregado Grueso	Durabilidad	HO117	T-210	1000 m ³	Cantera
	Granulometría	HO104	T-27	250 m ³	Cantera
	Desgaste Los Ángeles	HO111	T-96	1000 m ³	Cantera
	Partículas fracturadas		D-5821	500 m ³	Cantera
	Terrones de arcillas y partículas		MTC E-212	1000 m ³	Cantera
	Cantidad de partículas livianas		MTC E-211	1000 m ³	Cantera
	Contenido de sulfatos (SO ₄ ⁻)	HO123	ensayo químico	1000 m ³	Cantera
	Contenido de cloruros (Cl ⁻)	HO123		1000 m ³	Cantera
	Contenido de carbón y lignito		MTC E-215	1000 m ³	Cantera
	Reactividad	HO125	C-84	1000 m ³	Cantera
	Durabilidad	HO117	T-210	1000 m ³	Cantera
Concreto	% de chatas y alargadas	HO121	INV E-230-07	250 m ³	Cantera
	Consistencia	HO304	T-119-99	1 por carga (1)	Punto de vaciado
	Resistencia a compresión	HO307	T-22-97	1 juego por cada 50 m ³ , pero no menos de uno por día	Punto de vaciado

3.1.9 CONTROL DE CALIDAD

3.1.9.1 Desviaciones máximas admisibles de las dimensiones laterales:

- Vigas pretensadas y postensadas..... -5 mm a + 10 mm
- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y estructuras similares de concreto reforzado -10 mm a + 20 mm
- Muros, estribos y cimientos..... -10 mm a + 20 mm

El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los planos, no podrá ser mayor que la desviación máxima (+) indicada.

3.1.9.2 Otras tolerancias

- Espesores de placas-10 mm a +20 mm
- Cotas superiores de placas y veredas -10 mm a +10 mm
- Recubrimiento del refuerzo..... ±10%
- Espaciamiento de varillas -10 mm a +10 mm

3.1.9.3 Regularidad de la superficie

La superficie no podrá presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación, al colocar sobre la superficie una regla de tres metros (3m).

- Placas y veredas 4 mm
- Otras superficies de concreto simple o reforzado 10 mm
- Muros de concreto ciclópeo 20 mm

3.1.9.4 Curado

Toda obra de concreto que no sea correctamente curado puede ser rechazada, si se trata de una superficie de contacto con concreto, deficientemente curada, la Fiscalización podrá exigir la remoción de una capa como mínimo de cinco centímetros (5cm) de espesor, por cuenta del Contratista.

Todo concreto donde los materiales, mezclas y producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación deberá ser corregido por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las indicaciones de la Fiscalización y a plena satisfacción de éste.

3.1.10 MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente aceptada por la Fiscalización.

3.1.11 PAGO

Las cantidades de concreto hidráulico empleadas, **no tendrán pago directo**, debiendo su costo estar incluido en los ítems en los que se requiere de su empleo.

Deberá cubrir, también todos los costos de selección, trituración, y eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargas, transportes, descargas y mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, los aditivos si su empleo está previsto o ha sido solicitado por la Fiscalización.

El precio unitario deberá incluir, también, suministro, instalación y operación de los equipos; la preparación de la superficie de las excavaciones, el suministro de materiales y accesorios para los encofrados y la obra falsa y su construcción y remoción; el diseño y elaboración de las mezclas de concreto, su carga, transporte al sitio de la obra, colocación, vibrado, curado del concreto terminado, ejecución de juntas, acabado, reparación de desperfectos, limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados, las instrucciones de la Fiscalización y lo dispuesto en estas especificaciones.

4 ACERO DE REFUERZO

4.1.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transportes, almacenamiento, corte, doblado y colocación de las barras de acero dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto relacionadas a obras de arte, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones de la Fiscalización.

4.1.2 MATERIALES

Los materiales que se proporcionen a la obra deberán contar con Certificación de calidad del fabricante y de preferencia contar con Certificación ISO 9000.

4.1.2.1 Barras de refuerzo

Deberán cumplir con la más apropiada de las siguientes normas, según se establezca en los planos del proyecto: AASHTO M-31 y ASTM A-706.

4.1.2.2 Alambre y mallas de alambre

Deberán cumplir con las siguientes normas AASHTO, según corresponda: M-32, M-55, M-221 y M-225.

4.1.2.3 Pesos teóricos de las barras de refuerzo

Para efectos de pago de las barras, se considerarán los pesos unitarios que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4–1: Peso de barras de acero por unidad de longitud para obras de arte

Barra N°	Diámetro nominal en mm (pulg)	Peso (kg/m)
2	6,4 (¼)	0,25
3	9,5 (3/8)	0,56
4	12,7 (½)	1,00
5	15,7 (5/8)	1,55
6	19,1 (¾)	2,24
7	22,2 (7/8)	3,04
8	25,4 (1)	3,97
9	28,7 (1 1/8)	5,06
10	32,3 (1 ¼)	6,41
11	35,8 (1 3/8)	7,91
14	43,0 (1 ¾)	11,38
18	57,3 (2 ¼)	20,24

4.1.3 EQUIPO

Se requiere equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo. Si se autoriza el empleo de soldadura, el Contratista deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

Los equipos idóneos para el corte y doblado de las barras de refuerzo no deberán producir ruidos por encima de los permisibles o que afecten a la tranquilidad del personal de obra y las poblaciones aledañas. El empleo de los equipos deberá contar con la autorización de la Fiscalización.

4.1.4 REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

4.1.4.1 Planos y despiece

Antes de cortar el material a los tamaños indicados en los planos, el Contratista deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado.

Si los planos no los muestran, las listas y diagramas deberán ser preparados por el Contratista para la aprobación de la Fiscalización, pero tal aprobación no exime a aquel de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, el Contratista deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados, en los precios de su oferta.

4.1.4.2 Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

Se debe proteger el acero de refuerzo de los fenómenos atmosféricos, principalmente en zonas con alta precipitación pluvial. En el caso del almacenamiento temporal, se evitará dañar, en la medida de lo posible, la vegetación existente en el lugar, ya que su no protección podría originar procesos erosivos del suelo.

4.1.4.3 Doblado

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por la Fiscalización. Los diámetros mínimos de doblado, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, será de 6 diámetros de barra.

El diámetro mínimo de doblado para flejes u otros elementos similares de amarre, no será menor que cuatro (4) diámetros de la barra, para barras N° 5 o menores.

4.1.4.4 Colocación y amarre

Al ser colocado en la obra y antes de producir el concreto, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar adversamente la adherencia. Todo el mortero seco deberá ser quitado del acero.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de los encofrados deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Los soportes de metal que entren en contacto con el concreto, deberán ser galvanizados. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciadores menores de treinta centímetros (0,30 m), en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro de 2 mm, o calibre equivalente. No se permitirá la soldadura de las intersecciones de las barras de refuerzo.

Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en la última edición del Código ACI-318.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para uso en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

La Fiscalización deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el Contratista inicie la colocación del concreto.

4.1.4.5 Traslapes y uniones

Los traslapes de las barras de refuerzo se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique la Fiscalización, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Contratista podrá introducir traslapes y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por la Fiscalización, los traslapes y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido por el Contratista.

En los traslapes, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

El Contratista podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society, AWS D1.4. En tal caso, los soldadores y los procedimientos deberán ser precalificados por la Fiscalización de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deberán ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté sancionado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, correrán por cuenta del Contratista.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deberán traslapar entre sí suficientemente, para mantener una resistencia uniforme y se deberán asegurar en los extremos y bordes. El traslape de borde deberá ser, como mínimo, igual a un (1) espaciamiento en ancho.

4.1.4.6 Sustituciones

La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización de la Fiscalización. En tal caso, el acero sustituyente deberá tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño.

4.1.5 CONTROL DE CALIDAD

Durante la ejecución de los trabajos, la Fiscalización adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Solicitar al Contratista copia certificada de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante a muestras representativas de cada suministro de barras de acero.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar que el corte, doblado y colocación del refuerzo se efectúen de acuerdo con los planos, esta especificación y sus instrucciones.
- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el período de ejecución de los trabajos.
- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los del diseño.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

4.1.5.1 Calidad del acero

Las barras y mallas de refuerzo deberán ser ensayadas en la fábrica y sus resultados deberán satisfacer los requerimientos de las normas respectivas de la AASHTO o ASTM correspondientes.

El Contratista deberá suministrar a la Fiscalización una copia certificada de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente a cada envío de refuerzo a la obra.

En caso de que el Contratista no cumpla este requisito, la Fiscalización ordenará, a expensas de aquel, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización.

Cuando se autorice el empleo de soldadura para las uniones, su calidad y la del trabajo ejecutado se verificarán de acuerdo con lo indicado en estas especificaciones.

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión serán rechazadas.

4.1.5.2 Calidad del producto terminado

Se aceptarán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

Desviación en el espesor de recubrimiento

- Con recubrimiento menor o igual a cinco centímetros: 5 mm.
- Con recubrimiento superior a cinco centímetros: 10 mm.

Área

No se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño. Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por el Contratista, a su costo, de acuerdo con procedimientos aceptados por la Fiscalización y a plena satisfacción de éste.

4.1.6 MEDICIÓN

Los trabajos de provisión y colocación de varillas, así como el empleo de alambres y otros accesorios, no serán objeto de medición.

4.1.7 PAGO

Las cantidades de varillas de acero empleadas **no tendrán pago directo**, debiendo su costo estar incluido en los ítems en los que se requiere de su empleo.

El pago indirecto se efectuará por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por la Fiscalización. Dicho pago deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblado, limpieza, colocación y fijación de los refuerzos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones de la Fiscalización.

5 OBRAS DE DRENAJE Y PUENTES

5.1 ALCANTARILLAS TUBULARES DE HORMIGÓN ARMADO

5.1.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tuberías de hormigón armado, con los diámetros, alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos del proyecto u ordenados por la Fiscalización; comprende, además, la construcción de la solera y la sujeción a lo largo de la tubería; el suministro de mortero para las juntas de los tubos, las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición del material sobrante, excavación estructural y elaboración de planos en caso de que sean necesarios, determinados por la Fiscalización y por el Supervisor del MOPC.

Las alcantarillas tubulares podrán ser elaboradas “in situ” o prefabricadas.

5.1.2 MATERIALES

5.1.2.1 Tubos de Hormigón Armado

Los tubos deberán ser elaborados con una mezcla homogénea de concreto hidráulico Clase C (250 kg/cm²) de calidad tal, que aquellos cumplan los requisitos de resistencia al aplastamiento y absorción determinados a continuación y de acuerdo con las normas de ensayo indicados por la Fiscalización.

Tabla 5–1: Resistencia al aplastamiento y absorción máxima de tubos de H°A° para obras de arte

Diámetro interno de diseño (mm)	Espesor mínimo de pared (mm)	Resistencia promedio N/m (kg/m)	Absorción máx. (%)	Ancho de solera (m)
800	88	44,1 (4500)	9,0	1,45
1000	110	44,1 (4500)	9,0	1,65

En todo caso, el tamaño máximo nominal del agregado grueso no podrá exceder de 19.0 mm (3/4") y la mezcla deberá ser de la clase definida en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#), y no podrá contener menos de trescientos treinta kilogramos (330 kg) de cemento por metro cúbico (m³) de concreto.

Cada tubo deberá tener una longitud entre ochocientos milímetros y un metro (800 mm - 1.00 m) y sus extremos deberán estar diseñados de manera de obtener un encaje adecuado entre ellos, formando un conducto continuo con una superficie interior lisa y uniforme.

Todos los materiales a utilizarse deberán estar ubicados de tal forma que no cause incomodidad a los transeúntes y/o vehículos que circulen en los alrededores.

El acero para la armadura de la tubería será del tipo Grado 60 (AASHTO) $f_y = 4200$ kg/cm² y cumplirá lo especificado en [4 ACERO DE REFUERZO](#). Siendo las dimensiones y separaciones de la armadura las indicadas en los planos del Proyecto.

5.1.2.2 Material para solera y sujeción

La solera y sujeción para la tubería se ejecutarán en concreto simple clase F (150 kg/cm²), según lo especificado en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#).

5.1.2.3 Mortero o lechada

El mortero para las juntas de la tubería deberá estar constituido por una (1) parte de cemento Portland y tres (3) partes de arena para concreto, medidas por volumen en estado seco, con el agua necesaria para obtener una mezcla seca pero trabajable.

Alternativamente, se podrá emplear una lechada espesa de cemento Portland.

5.1.3 EQUIPO

Se requieren, principalmente, elementos para la producción de agregados pétreos, fabricación y curado de la mezcla de concreto, moldes para la fabricación de los tubos y equipos para su transporte y colocación en el sitio de las obras.

5.1.4 REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

5.1.4.1 Preparación del terreno base

Cuando el fondo de la tubería se haya proyectado a una altura aproximadamente igual o, eventualmente, mayor a la del terreno natural, éste se deberá limpiar, excavar, rellenar, conformar y compactar de manera que la superficie compactada quede ciento cincuenta milímetros (150 mm) debajo de las cotas proyectadas del fondo exterior de la tubería.

El material utilizado en el relleno deberá clasificar como corona y su compactación deberá ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación.

Cuando la tubería se vaya a colocar en una zanja excavada, ésta deberá tener caras verticales, cada una de las cuales deberá quedar a una distancia suficiente del lado exterior de la tubería, que permita la construcción de la solera en el ancho indicado por la Fiscalización. El fondo de la zanja deberá ser excavado a una profundidad de no menos de ciento cincuenta milímetros (150 mm) debajo de las cotas especificadas del fondo de la tubería.

Dicha excavación se realizará previo el desmonte y limpieza requeridos.

Cuando una corriente de agua impida la ejecución de los trabajos, el Contratista deberá desviarla hasta cuando se pueda conducir a través de la tubería. Cuando exista la necesidad de desviar un curso natural, el Contratista deberá previamente solicitar el respectivo permiso al MOPC.

No se permitirá el paso frecuente de arroyos con equipos de construcción, debiéndose utilizar puentes u otras estructuras donde se prevea un número apreciable de paso del agua.

Los desechos ocasionados por la construcción de los pasos de agua se eliminarán en los lugares señalados en el proyecto para este fin.

No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra.

5.1.4.2 Solera

Una vez preparada la superficie, se colocará la solera definida de acuerdo a los planos del proyecto.

5.1.4.3 Colocación de la tubería

La tubería se colocará mientras el concreto de la solera esté fresco, en forma ascendente, comenzando por el lado de salida y con los extremos acampanados o de ranura dirigidos hacia el cabezal o caja de entrada de la obra. El fondo de la tubería se deberá ajustar a los alineamientos y cotas señalados en los planos del proyecto.

Cuando las tuberías y demás obras de drenaje de una construcción confluyan directamente a un río, éste deberá estar provisto de obras civiles que permitan la decantación de sedimentos.

Las tuberías deben conducirse siguiendo la menor pendiente hacia los cursos naturales protegidos. En caso de que esto no sea posible, se deben construir obras civiles de protección mecánica para el vertimiento de las aguas, como estructuras de disipación de energía a la salida del terreno para evitar la erosión.

5.1.4.4 Juntas

Las juntas de los tubos deberán ser humedecidas completamente antes de hacer la unión con mortero. Previamente a la colocación del tubo siguiente, las mitades inferiores de las campanas o ranuras de cada tubo deberán ser llenadas con mortero de suficiente espesor para permitir que la superficie interior

de los tubos quede a un mismo nivel. Después de colocar el tubo, el resto de la junta se llenará con el mortero, usando una cantidad suficiente para formar un anillo exterior alrededor de la junta. El interior de la junta deberá ser limpiado y alisado.

Después del fraguado inicial, el mortero de los anillos exteriores deberá ser protegido contra el aire y el sol con una cubierta de tierra saturada o una arpillera húmeda.

Para las juntas con lechada de cemento, se deberán emplear moldes u otros medios aprobados por la Fiscalización, para retener la lechada vertida o bombeada.

5.1.4.5 Sujeción

Tan pronto se hayan asentado los tubos sobre la solera, y una vez endurecido el mortero o la lechada de las juntas, se sujetarán a los lados, con un hormigón igual al utilizado en la solera, hasta una altura no menor de un cuarto ($1/4$) del diámetro exterior del tubo o la altura definida en los planos del proyecto.

5.1.4.6 Relleno

Una vez la sujeción haya curado suficientemente, se efectuará el relleno de la zanja conforme a lo indicado por la Fiscalización.

5.1.4.7 Limpieza

Terminados los trabajos, el Contratista deberá limpiar la zona de las obras y retirar los materiales sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por la Fiscalización, de acuerdo con procedimientos aprobados por éste.

5.1.5 ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

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

- Verificar que el Contratista emplee el equipo aprobado y comprobar su estado de funcionamiento.
- Comprobar que los tubos y demás materiales y mezclas por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.
- Verificar que el alineamiento y pendiente de la tubería estén de acuerdo con los requerimientos de los planos.
- Medir las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Contratista.

La Fiscalización no aceptará el empleo de tubos que presenten:

- Fracturas o grietas que atraviesen la pared del tubo, excepto una grieta en el extremo que no exceda el espesor de la junta.
- Defectos que indiquen dosificación, mezcla o moldeos inadecuados.
- Defectos superficiales tales como textura abierta tipo “panal de abejas” o “coqueras”.
- Extremos dañados que impidan la construcción de juntas aceptables.
- Cualquier grieta continua que tenga un ancho en superficie igual o superior a tres décimas de milímetro (0,3 mm) y se extienda en una longitud mayor de trescientos milímetros (300 mm), en cualquier sitio del tubo.
- Sonido que no sea claro al colocarlos en posición vertical y golpearlos ligera y secamente con un martillo liviano

El Contratista deberá suministrar a la Fiscalización, sin costo para el MOPC, muestras para ensayo hasta el medio por ciento (0,5%) del número de tubos de cada diámetro incluidos en la obra, sin que en ningún caso sean menos de dos (2) ejemplares. Los tubos deberán encontrarse sanos y tener la longitud completa.

Para determinar la sanidad del tubo, se colocará verticalmente y se golpeará con un martillo, debiendo dar un timbre metálico. Si ello no sucede o si en el tubo se advierten grietas u otros defectos de forma

o dimensiones en exceso de los límites aceptados por esta especificación, se descartará y se reemplazará por una muestra adicional del mismo embarque que sea sana, sin que dicho reemplazo implique costo alguno para el MOPC.

El ensayo de resistencia al aplastamiento se efectuará sobre por lo menos el setenta y cinco por ciento (75%) de los tubos recibidos para ensayo. La tubería se considerará satisfactoria, si todos los tubos de prueba igualan o exceden la resistencia establecida en la [Tabla 5-1](#).

Si uno o más tubos no cumplen este requisito, el Contratista deberá suministrar, a su costo, dos tubos por cada tubo insatisfactorio y el embarque sólo será aceptado cuando todos los tubos adicionales cumplan el requisito de resistencia.

De cada tubo satisfactorio, se tomará una muestra para el ensayo de absorción, la cual deberá tener un área entre setenta y siete y ciento veintinueve centímetros cuadrados (77 cm^2 - 129 cm^2), un espesor igual al de la pared del tubo y estar exenta de grietas visibles. El embarque sólo se considerará satisfactorio si todas las muestras ensayadas cumplen el requisito de absorción.

Diámetro interno

Se permiten las siguientes variaciones:

Tabla 5-2: Tolerancias en las dimensiones de tubos de H°A° para obras de arte

Diámetro interno de diseño (mm)	Diámetro interno máximo (mm)
800	815
1000	1080
1200	1230

Para diámetros diferentes, deberá consultarse la Tabla de la especificación AASHTO M-170M.

Espesor de pared

El espesor de la pared no podrá ser menor que el indicado en la [Tabla 5-1](#). Tampoco podrá exceder en más de cinco milímetros (5 mm) en los tubos de ochocientos milímetros (800 mm).

Se admitirán tubos con variaciones localizadas de espesor por fuera de estos límites, si cumplen los requisitos de los ensayos físicos indicados en estas especificaciones.

Longitud

Ningún elemento individual podrá tener una longitud que varíe en más de trece milímetros (13 mm) respecto de la indicada en los planos.

Concreto para solera

En relación con la calidad de los ingredientes para la mezcla, se aplicarán los criterios expuestos en estas Especificaciones, excepto lo pertinente a la ejecución de pruebas de carga a expensas del Contratista.

La Fiscalización no autorizará la colocación del concreto para solera, si la superficie de apoyo no se encuentra correctamente preparada.

5.1.6 CONTROL DE CALIDAD

La tubería será objeto de rechazo si en tramos rectos presenta variaciones de alineamiento de más de diez milímetros por metro de longitud (10 mm/m).

La Fiscalización tampoco aceptará los trabajos si, a su juicio, las juntas están deficientemente elaboradas.

Todos los materiales defectuosos y los desperfectos en los trabajos ejecutados deberán ser reemplazados y subsanados por el Contratista, a su costa, de acuerdo con las instrucciones de la Fiscalización y a plena satisfacción de éste.

5.1.7 MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de la alcantarilla tubular suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones de la Fiscalización, a plena satisfacción de éste. La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería. No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada fuera de los límites autorizados por la Fiscalización.

5.1.8 PAGO

El pago se hará al precio unitario de la alcantarilla tubular de hormigón armado, según el diámetro de la tubería y la altura del terraplén por encima de la misma, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por la Fiscalización.

El precio unitario deberá incluir todos los costos por concepto de suministro en el lugar de los tubos y su instalación; el suministro de los demás materiales y mezclas requeridos; la ejecución de las juntas; la colocación, vibrado y curado de las mezclas de concreto para el solera y la sujeción; las conexiones a cabezales, cajas de entrada y aletas; la limpieza de la zona de los trabajos; el transporte, disposición de los materiales sobrantes, excavación estructural y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados a plena satisfacción de la Fiscalización.

Serán subsidiarios a este ítem los siguientes trabajos: suministro y colocación del concreto de limpieza y nivelación; la aplicación de la pintura impermeabilizante; suministro y la colocación de la capa de base granular para asiento de alcantarillas, trabajos y materiales que deberán ser aprobados por la Fiscalización.

Tabla 5–3: Forma de pago ítems Alcantarillas Tubulares

Ítem de Pago	Forma de Pago
Alcantarilla Tubular de HºAº 1Ø0,8	Metro lineal (m)
Alcantarilla Tubular de HºAº 1Ø1,2	Metro lineal (m)
Alcantarilla Tubular de HºAº 2Ø0,8	Metro lineal (m)
Alcantarilla Tubular de HºAº 2Ø1,2	Metro lineal (m)
Alcantarilla Tubular de HºAº 3Ø0,8	Metro lineal (m)
Alcantarilla Tubular de HºAº 3Ø1,2	Metro lineal (m)
Alcantarilla Tubular de HºAº 4Ø1,2	Metro lineal (m)

5.2 ALCANTARILLAS CELULARES DE HORMIGÓN ARMADO

5.2.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la construcción de alcantarillas celulares de concreto armado, de acuerdo con estas Especificaciones, en los lugares indicados en los Planos y/u Órdenes de la Fiscalización, en conformidad con los alineamientos, rasantes y dimensiones allí estipulados.

Este trabajo incluirá el suministro de los hormigones especificados como así también el acero para refuerzo; colocación del concreto de limpieza y nivelación; colocación de las armaduras conforme a lo especificado, las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas, relleno y compactación y la remoción y disposición del material sobrante, excavación estructural y elaboración de planos en caso de que sean necesarios, determinados por la Fiscalización y por el Supervisor del MOPC.

Las alcantarillas celulares podrán ser elaboradas “in situ” o prefabricadas.

5.2.2 MATERIALES

5.2.2.1 Concreto

Las alcantarillas celulares de concreto armado se construirán con concreto clase C (f_{ck} 250 kg/cm²), debiendo cumplir con las exigencias requeridas para el mismo en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#).

5.2.2.2 Acero para Armaduras

El acero para la confección de armaduras será del tipo Grado 60 (AASHTO) f_y = 4200 kg/cm² y deberá cumplir con las exigencias establecidas en [4 ACERO DE REFUERZO](#).

5.2.2.3 Base para asiento de Alcantarilla

La base de asiento de la estructura estará compuesta por un material tipo pedraplén y se colocará un material de transición tipo granular o bien material de sub base granular. La aparición de deformaciones localizadas que produzcan esfuerzos diferentes de los previstos en puntos concretos, o que los asientos puedan dañar los puntos más rígidos se recomienda tratamiento al terreno que vendrán asociados a los asientos de los rellenos en función de la altura de los mismos, y del espesor y comportamiento del material compresible.

En planos se definen los diferentes tipos de asiento de las alcantarillas.

5.2.3 EQUIPO

El equipo para estos trabajos deberá ser previamente aprobado por la Fiscalización y conservado siempre en buenas condiciones. Todos los elementos deberán ser provistos en número suficiente para completar los trabajos en el plazo contractual establecido.

Los requerimientos de los principales elementos requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con dicho material están establecidos en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#).

5.2.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

5.2.4.1 Ubicación

Previamente a la ejecución de las alcantarillas celulares se procederá al replanteo de la obra, de acuerdo a lo indicado en los planos y/o instrucciones de la Fiscalización.

5.2.4.2 Preparación del terreno base

Cuando el fondo de la alcantarilla se haya proyectado a una altura aproximadamente igual o, eventualmente, mayor a la del terreno natural, éste se deberá limpiar, excavar, rellenar, conformar y compactar, de acuerdo con lo especificado en este documento y lo indicado por la Fiscalización.

Las caras de la zanja excavada deberán quedar a una distancia suficiente del lado exterior de la alcantarilla, que permita la ejecución de los trabajos, como así también, la compactación completa del asiento y el material de relleno debajo y alrededor de la alcantarilla, según lo especificado en los planos

del Proyecto o como indique la Fiscalización. Dicha excavación se realizará previo el desmonte y limpieza requeridos.

Cuando una corriente de agua impida la ejecución de los trabajos, el Contratista deberá desviarla hasta cuando se pueda conducir a través de la tubería. Cuando exista la necesidad de desviar un curso natural, el contratista deberá previamente solicitar el respectivo permiso al MOPC.

No se permitirá el paso frecuente de arroyos con equipos de construcción, debiéndose utilizar puentes u otras estructuras donde se prevea un número apreciable de paso del agua.

Los desechos ocasionados por la construcción de los pasos de agua se eliminarán en los lugares señalados en el proyecto para este fin.

No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra.

5.2.4.3 Concreto de limpieza y nivelación

El fondo de la zanja de fundación será apisonado, procediéndose a la ejecución de una base de asiento con concreto simple, clase F (150 kg/cm²), según lo especificado en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#).

, moldeado “in situ” y apoyado siempre sobre terreno firme y deberá cumplir con lo requerido en estas especificaciones. El espesor del concreto de limpieza y nivelación es de 0,10 metros.

Todas las estructuras serán fundadas sobre terreno natural compacto, donde la cimentación tendrá módulo de balasto de un rango entre 1000 kN/m³ y 10000 kN/m³.

Una vez regularizado y nivelado el terreno en fundación se colocarán los moldes laterales de la base de asiento.

5.2.4.4 Colocación de la alcantarilla

Las alcantarillas celulares serán ejecutadas “in situ” o podrán ser prefabricadas. Las alcantarillas se colocarán en forma ascendente comenzando por el lado de salida y con uno de los extremos dirigido hacia el cabezal o caja de entrada de la obra. El fondo de la alcantarilla se deberá ajustar a los alineamientos y cotas señalados en los planos del proyecto. Siempre limitando la pendiente longitudinal al 2%.

Cuando se traten de alcantarillas celulares fabricadas “in situ”, una vez que la Fiscalización haya aprobado el lecho de asiento y transcurrido un tiempo tal que permita la ejecución de las labores posteriores sobre dicho asiento, el Contratista procederá a la colocación de las armaduras previstas e indicadas en los planos con todas las exigencias establecidas en [4 ACERO DE REFUERZO](#), y la ejecución de los encofrados para el hormigonado posterior con las exigencias requeridas en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#).

Cuando se traten de alcantarillas prefabricadas las juntas deberán ser humedecidas completamente antes de hacer la unión con mortero. Previamente a la colocación de la alcantarilla siguiente, la parte inferior de las ranuras de cada alcantarilla, deberán ser llenadas con mortero de suficiente espesor para permitir que la superficie interior de las alcantarillas quede a un mismo nivel. Después de colocar la alcantarilla, el resto de la junta se llenará con el mortero. El interior de la junta deberá ser limpiado y alisado. Después del fraguado inicial, el mortero deberá ser protegido contra el aire y el sol con una cubierta de tierra saturada o una arpillera húmeda. Para las juntas con lechada de cemento, se deberán emplear moldes u otros medios aprobados por la Fiscalización, para retener la lechada vertida o bombeada.

Cuando las alcantarillas y demás obras de drenaje de una construcción confluyan directamente a un río, éste deberá estar provisto de obras civiles que permitan la decantación de sedimentos.

Las alcantarillas deben conducirse siguiendo la menor pendiente hacia los cursos naturales protegidos. En caso de que esto no sea posible, se deben construir obras civiles de protección mecánica para el vertimiento de las aguas, como estructuras de disipación de energía a la salida del terreno para evitar la erosión.

5.2.4.5 Pintura asfáltica

Antes de proceder al relleno se debe impermeabilizar la superficie exterior de las alcantarillas, utilizando pintura asfáltica. Se debe aplicar la pintura asfáltica a base de emulsión para hormigones sobre la superficie limpia, pudiendo estar húmeda, pero no empapada. La aplicación se realiza con pincel, escoba de cerdas blandas, rodillo de lana de oveja de pelo corto o airless.

Se aplicarán dos manos de pintura aguardando el tiempo necesario para el secado entre manos. La tasa de consumo de la pintura es de 400 ml/m².

5.2.4.6 Relleno

Antes de comenzar a realizar el relleno de la zanja, el Contratista deberá solicitar a la Fiscalización la aprobación correspondiente. Una vez autorizado, se efectuará el relleno de la zanja conforme a lo indicado por la Fiscalización.

5.2.4.7 Limpieza

Terminados los trabajos, el Contratista deberá limpiar la zona de las obras y retirar los materiales sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por la Fiscalización, de acuerdo con procedimientos aprobados por éste.

5.2.5 ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

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

- Verificar que el Contratista emplee el equipo aprobado y comprobar su estado de funcionamiento.
- Comprobar que las alcantarillas, demás materiales y mezclas por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.
- Verificar que el alineamiento y pendiente de las alcantarillas estén de acuerdo con los requerimientos de los planos.
- Medir las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Contratista.

La Fiscalización no aceptará el empleo de alcantarillas que presenten:

- Fracturas o grietas que atraviesen la pared de la alcantarilla, excepto una grieta en el extremo que no exceda el espesor de la junta.
- Defectos que indiquen dosificación, mezcla o moldeos inadecuados.
- Defectos superficiales tales como textura abierta tipo “panal de abejas” o “coqueras”.
- Extremos dañados que impidan la construcción de juntas aceptables.
- Cualquier grieta continua que tenga un ancho en superficie igual o superior a tres décimas de milímetro (0,3 mm) y se extienda en una longitud mayor de trescientos milímetros (300 mm), en cualquier sitio de la alcantarilla.

En relación con la calidad de los ingredientes para la mezcla y de la mezcla elaborada, se aplicarán los criterios expuestos en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#), excepto lo pertinente a la ejecución de pruebas de carga a expensas del Contratista.

La Fiscalización no autorizará la colocación del concreto, si la superficie de apoyo no se encuentra correctamente preparada.

5.2.6 CONTROL DE CALIDAD

La alcantarilla será objeto de rechazo si en tramos rectos presenta variaciones de alineamiento de más de diez milímetros por metro de longitud (10 mm/m).

La Fiscalización tampoco aceptará los trabajos si, a su juicio, las juntas están deficientemente elaboradas.

Todos los materiales defectuosos y los desperfectos en los trabajos ejecutados deberán ser reemplazados y subsanados por el Contratista, a su costa, de acuerdo con las instrucciones de la Fiscalización y a plena satisfacción de éste.

5.2.7 CONSERVACIÓN

Estará a cargo del Contratista el cuidado y mantenimiento de las alcantarillas celulares construidas y aceptados hasta la recepción definitiva de la Obra.

5.2.8 MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de alcantarilla de concreto, de cada tipo (simple, doble y triple), suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones de la Fiscalización, a plena satisfacción de éste. La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de las alcantarillas o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la alcantarilla. No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de alcantarilla colocada fuera de los límites autorizados por la Fiscalización.

5.2.9 PAGO

El pago se hará al precio unitario de la alcantarilla según tipo (simple, doble y triple), las dimensiones y la altura del relleno por encima de la misma, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por la Fiscalización. El precio unitario deberá incluir todos los costos por concepto de suministro en el lugar de las alcantarillas y su instalación; el suministro de los demás materiales y mezclas requeridos; la ejecución de las juntas; la colocación, vibrado y curado de las mezclas de concreto; las conexiones a cabezales, cajas de entrada y aletas; la limpieza de la zona de los trabajos; el transporte, disposición de los materiales sobrantes, excavación estructura y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Serán subsidiarios a este ítem los siguientes trabajos: suministro y colocación del concreto de limpieza y nivelación; la aplicación de la pintura impermeabilizante; suministro y la colocación de la capa de base granular para asiento de alcantarillas, trabajos y materiales que deberán ser aprobados por la Fiscalización.

Tabla 5-4: Forma de pago ítems Alcantarillas Celulares

Ítem de Pago	Forma de Pago
Alcantarilla Celular de HºAº 1[] 1,5 x1	Metro lineal (m)
Alcantarilla Celular de HºAº 1[] 1,5 x1,3	Metro lineal (m)
Alcantarilla Celular de HºAº 1[] 1,5 x1,5	Metro lineal (m)
Alcantarilla Celular de HºAº 2[] 1,5 x1	Metro lineal (m)
Alcantarilla Celular de HºAº 2[] 1,5 x1,4	Metro lineal (m)
Alcantarilla Celular de HºAº 2[] 2x1	Metro lineal (m)
Alcantarilla Celular de HºAº 3[] 1,5 x1,4	Metro lineal (m)

5.3 CABECERAS DE HORMIGÓN ARMADO PARA ALCANTARILLAS

5.3.1 DESCRIPCIÓN Y ALCANCE

Esta sección se refiere a la construcción de cabeceras para alcantarillas tubulares y celulares, las cuales deben ejecutarse con hormigón armado en los extremos donde estas no estén conectadas con una caja de desagüe, sumidero o registro.

Las mismas serán con hormigón de la clase C ($F_{ck}=250 \text{ kg/cm}^2$), el cual deberá cumplir en lo pertinente con lo establecido en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#).

El acero para la confección de armaduras deberá ser del tipo $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ y cumplir con las exigencias establecidas en [4 ACERO DE REFUERZO](#).

5.3.1.1 Lechos de asiento.

El fondo de la zanja de fundación será apisonado, procediéndose previamente a la colocación de una camada drenante de piedra triturada de tamaño máximo 38mm, de 10 cm de espesor para, posteriormente iniciar la ejecución de una base de asiento de hormigón clase F ($F_{ck}=150 \text{ kg/cm}^2$), apoyado siempre de acuerdo a las formas y dimensiones indicadas en los planos del Proyecto.

5.3.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

5.3.2.1 Excavación estructural

Las Cabeceras se deberán construir en pozos previamente excavados para dicho efecto. Las excavaciones de los pozos se ajustarán a lo especificado en esta Sección, prestándose mayor atención a mantener sin cortes los cursos de agua y conducir o desviar las aguas fuera de la zona de las obras.

Los pozos deberán construirse con las dimensiones suficientes de manera que sea permitido en todo el sector la ejecución de los trabajos sin problemas, con un sobreancho de excavación de manera tal que exista una franja de 0,50 m a cada lado de las paredes externas de las Cabeceras.

Preferentemente y siempre y cuando las características de los suelos del sector y la profundidad de la zanja de implantación así lo permitan, las paredes de las excavaciones deberán ser verticales; de lo contrario, deberán ser construidas con una ligera inclinación de manera a disminuir las posibilidades de desmoronamiento en la zona de trabajo. El fondo del pozo deberá presentarse firme en toda su superficie.

El Contratista deberá evitar el desvío de corrientes de agua o la remoción de cualquier obstáculo encontrado sin haber realizado previamente un análisis detallado de las consecuencias que esto podría acarrear.

El Contratista deberá prever en los lugares que fuere necesario, la utilización de elementos adicionales para la excavación como: entibados, tablestacados o apuntalamientos de acuerdo a las condiciones del sitio con el objetivo de evitar deslizamientos de suelo hacia el lugar de construcción. Todo material inestable o vuelto inestable por las operaciones constructivas deberá ser removido hasta las profundidades indicadas por la Fiscalización y sustituido por material granular adecuado y debidamente compactado.

5.3.2.2 Lechos de asiento.

Cuando la Fiscalización apruebe las condiciones de estabilidad y niveles del fondo de la excavación, será construida una Camada Drenante de piedra triturada en toda la superficie de la excavación, con el objetivo de mejorar las condiciones portantes de los suelos existentes, captar y conducir las aguas infiltradas y disminuir los efectos de la subpresión en la parte inferior de la estructura a consecuencia de estas últimas.

El esparcido del material deberá realizarse en forma manual o con la ayuda de equipo liviano hasta los niveles indicados en los planos del Proyecto, cubriendo como mínimo un espesor total terminado de 10 cm. La compactación y acomodo del material deberá realizarse con el paso de planchas vibratorias.

Posteriormente a la colocación, distribución y compactación de la Camada Drenante de la platea para las Cabeceras, será construida una base de 10 cm de espesor con hormigón $F_{ck} = 150 \text{ kg/m}^2$, moldeada y apoyada sobre la base de piedra triturada según las formas y detalles constructivos indicados en los planos del Proyecto.

5.3.2.3 Colocación de las armaduras y manejo del hormigón

Una vez que el lecho de asiento haya sido aprobado por la Fiscalización y transcurrido el tiempo necesario que permita la ejecución de labores sobre el hormigón endurecido, el Contratista procederá a la colocación de las armaduras previstas e indicadas en los planos del Proyecto. El manejo de las armaduras de acero en lo referente a colocación, doblado e instalación en el sitio de los encofrados deberá referirse a lo indicado en [4 ACERO DE REFUERZO](#).

En relación al hormigón estructural, condiciones para su elaboración, transporte, características de los materiales, encofrado, curado y demás condiciones de manejo deberá referirse a lo indicado en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#).

5.3.3 EQUIPOS

De acuerdo a las condiciones y dificultades que se encuentran en el sitio de la excavación, se deberá proveer el equipo y las herramientas mecánicas y manuales que se requieran, así como puntales, tabloncillos y todo otro elemento que permita un trabajo eficiente y seguro.

Para la compactación del relleno posterior, se emplearán placas vibratorias mecánicas operadas manualmente complementadas con pisones manuales.

Se deberá mantener en satisfactorias condiciones de trabajo los elementos aprobados por la Fiscalización, la que podrá exigir el retiro y cambio de los elementos y equipos inadecuados.

5.3.4 CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

El Contratista deberá realizar los trabajos de conservación y mantenimiento de las Cabeceras construidas hasta la recepción final de la Obra, como la reposición del material de relleno erosionado por las aguas, la limpieza dentro de la Franja de Dominio de las entradas y salidas o cualquier otra necesaria que garantice en todo momento el correcto funcionamiento de las obras.

5.3.5 MEDICIÓN

Las cantidades totales de Cabeceras serán cuantificadas por metro cúbico (m^3) de estructura terminada medida una vez concluidas, recibidas y aceptadas. Para la Demolición se considera el elemento geométricamente existente por lo que su unidad de medida será cuantificadas por metro cúbico (m^3) de estructura demolida.

Deberá contemplarse el total de las tareas necesarias para dar por concluido el ítem, provisión y colocación de los materiales como hormigones y acero para armaduras y relleno estructural posterior, en función a las formas y tamaños indicados en los planos de obra u órdenes impartidas por la Fiscalización, manejo del tránsito pasante y señalización preventiva.

Para todos los casos, regirán las medidas teóricas indicadas en los planos de obra u órdenes impartidas por la Fiscalización.

5.3.6 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado serán pagas a los precios unitarios contractuales correspondientes a los ítems de cabeceras de alcantarillas.

Dicho precio y pago deberá contemplar la compensación completa y definitiva por el trabajo, incluyéndose en el mismo la provisión de todos los materiales, como ser el hormigón, el acero, el relleno y su compactación, el manejo de las aguas, las demoliciones que sean necesarias, el retiro de todas las excavaciones sobrantes y materiales de desechos y toda la mano de obra, herramientas, supervisión, equipos, máquinas y los imprevistos necesarios para dar por completado este ítem.



Tabla 5–5: Forma de pago ítems Cabeceras de Hormigón Armado Para Alcantarillas

Ítem de Pago	Forma de Pago
Cabeceras de Alcantarillas Tubulares	Metro cúbico (m ³)
Demolición de Cabeceras de Alcantarillas Tubulares	Metro cúbico (m ³)
Cabeceras de Alcantarillas Celulares	Metro cúbico (m ³)
Demolición de Cabeceras de Alcantarillas Celulares	Metro cúbico (m ³)

5.4 FRESADO DE CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO

5.4.1 DESCRIPCIÓN

El objeto de este trabajo es la eliminación total o parcial de la capa asfáltica en los espesores que se requieran mediante el uso de equipos adecuados, tales como fresadoras, en los tableros de puentes existentes en la traza. El trabajo se efectuará de acuerdo con estas especificaciones, así como las instrucciones que imparta la Fiscalización y en los sectores donde indiquen los planos.

5.4.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

5.4.2.1 Ejecución del fresado

El fresado del pavimento bituminoso en los tableros de puentes se deberá ejecutar a temperatura ambiente.

La acción del fresado no deberá implicar el impacto de martillos, uso de solventes, la aplicación de altas temperaturas o ablandadores que pudieran afectar los agregados, ni las propiedades del asfalto existente en las zonas aledañas.

Cuando se observen deformaciones, desprendimientos o defectos producidos por la acción del fresado, el contratista deberá reparar las mismas con mezcla asfáltica.

El material extraído, deberá ser transportado y acopiado en los lugares que indique la Fiscalización, hasta una distancia media no mayor a 10 km. También podrá utilizarse el material extraído como agregado pétreo para la construcción de las capas de sub base granular estabilizadas c/ cemento (material RAP), siempre que se cumpla con la especificación correspondiente. El material extraído que no se utilice quedará a disposición del MOPC.

A fin de evitar la acumulación de agua sobre la calzada fresada, el contratista deberá realizar sangrías o canalizaciones, si la superficie de la calzada fresada queda por debajo del nivel de la superficie de escurrimiento normal imperante.

La operación de fresado podrá ser ejecutada en varias etapas.

5.4.2.2 Seguridad para la estructura y los usuarios

En los casos en los que al final de una jornada de labor no se haya completado el fresado de la sección del puente en todo su ancho, quedando en el sentido longitudinal bordes verticales de altura superior a los 3 cm, los mismos deberán ser suavizados hasta que no signifiquen peligro para el tránsito. En forma similar se suavizarán los bordes transversales que queden al final de la jornada.

Cualquiera fuera el método utilizado por el Contratista para ejecutar este trabajo, el mismo no deberá producir daños y/o perturbaciones a la estructura del puente.

Tampoco deberán afectar las estructuras del pavimento adyacente que queden en servicio ni las obras de arte aledañas.

Deberán señalizarse las áreas en operación y las secciones que queden afectadas por la realización parcial o total de este trabajo.

La transitabilidad de dichas áreas deberá mantenerse en por lo menos una mano y en sentido alternado.

La Fiscalización queda facultada para exigir la modificación y/o incremento de las señales y/o medidas de seguridad adoptadas.

5.4.3 EQUIPOS

El Contratista deberá contar por lo menos con un equipo de fresado en frío, cuya potencia y capacidad productiva asegure el cumplimiento del plan de trabajo.

5.4.4 MEDICIÓN

Los trabajos se medirán en metros cúbicos de capa asfáltica efectivamente fresada.

5.4.5 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición descrito en el apartado anterior serán pagadas al precio unitario de contrato para el Ítem " Fresado de Carpeta de Concreto Asfáltico en tablero ".

Este precio será compensación total por el fresado de la carpeta, por la carga, transporte, descarga y acopio del material resultante hasta los sitios establecidos en la documentación o indicados por la fiscalización y por todo otro trabajo o gasto necesario para la correcta realización de la tarea especificada.

Tabla 5–6: Forma de pago ítem Fresado de Carpeta de Concreto Asfáltico en tablero

Ítem de Pago	Forma de Pago
Fresado de Carpeta de Concreto Asfáltico en tablero	Metro cúbico (m ³)

5.5 CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO

5.5.1 DESCRIPCIÓN

Consiste en una serie de trabajos de elaboración, colocación, distribución y compactación de concreto asfáltico para carpeta de rodadura en los puentes existentes, elaborada y colocada en caliente con agregado pétreo virgen graduado triturado, cal como filler de aporte y cemento asfáltico modificado con polímero del tipo Estireno – Butadieno – Estireno (SBS).

La mezcla será distribuida con terminadora asfáltica y compactada en caliente en el espesor de proyecto sobre la base con su correspondiente riego de liga. La mezcla para la carpeta, una vez compactada, deberá tener, la estabilidad y flexibilidad para alcanzar las propiedades mecánicas y volumétricas compatibles con el funcionamiento desempeño elástico de la estructura y condiciones de rugosidad que proporcionen comodidad y seguridad al tráfico.

5.5.2 MATERIALES

5.5.2.1 Agregado pétreo grueso (retenido en el tamiz N° 8)

El agregado grueso provendrá exclusivamente de la trituración de roca sana aprobada por la Fiscalización. Los agregados gruesos para su empleo en concreto asfáltico deben cumplir además con los siguientes requerimientos:

Tabla 5-7: Requerimientos para agregado grueso en concreto asfáltico

Características	Requerimientos																								
Partículas chatas y alargadas	10% máx.																								
Elongación	Determinación obligatoria																								
Índice de Lajas	≤ 25 % (Capa Rodadura: Tránsito T2)																								
Abrasión Los Ángeles	25% máx.																								
Polvo adherido	≤ 1,2 %																								
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz 425 um	No plástico																								
Micro Deval	20 % máx.																								
Adherencia (¹)	≥ 95																								
Absorción (²)	≤ 1,2 %																								
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	≤ 10 %																								
Caras de fractura	<table><tr><td colspan="5">Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*)</td></tr><tr><td rowspan="2">Tipo de capa</td><td colspan="4">Clasificación por tránsito</td></tr><tr><td>T1</td><td>T2</td><td>T3</td><td>T4</td></tr><tr><td>Rodamiento</td><td>100 %</td><td>100 %</td><td>≥ 90 %</td><td>≥ 80 %</td></tr><tr><td>Base</td><td>100 %</td><td>≥ 90 %</td><td>≥ 80 %</td><td>≥ 70 %</td></tr></table> <p>(*) Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener al menos una cara de fractura.</p>	Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*)					Tipo de capa	Clasificación por tránsito				T1	T2	T3	T4	Rodamiento	100 %	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %	Base	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %	≥ 70 %
Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*)																									
Tipo de capa	Clasificación por tránsito																								
	T1	T2	T3	T4																					
Rodamiento	100 %	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %																					
Base	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %	≥ 70 %																					
Granulometría	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la fórmula de obra																								
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente	Determinación obligatoria																								
Sales Solubles Totales	0,5% máx.																								

⁽¹⁾ Para el caso en que el ensayo arroje un valor inferior al 95 % de superficie cubierta, debe incorporarse a la mezcla asfáltica un aditivo mejorador de adherencia, que permita superar dicho valor.

⁽²⁾ En caso de que se supere el límite especificado, siempre que el agregado verifique los demás requisitos, se permite el uso del mismo considerando para estos casos el porcentaje de ligante asfáltico efectivo en lugar del porcentaje de ligante asfáltico total.

5.5.2.2 Agregado pétreo fino (pasa por el tamiz N° 8)

El agregado fino puede ser arena proveniente de la trituración de roca o arenas sub-angulares de origen fluvial provenientes de ríos o yacimientos. No está permitido el empleo de arena silíceo natural redondeada de cualquier origen ni su mezcla con otras arenas. Sus partículas serán limpias, duras, sanas y libres de arcilla, polvo, materias orgánicas o cualquier otra sustancia perjudicial y su índice de plasticidad será nulo.

Se deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

Tabla 5-8: Requerimientos para agregado fino en concreto asfáltico

Ensayos	Requerimientos
Equivalente de arena	55 % mín.
Angularidad del agregado fino	40 mín.
Adhesividad (Riedel Weber)	4% mín.
Índice de Plasticidad (malla N° 40)	NP
Índice de Durabilidad	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N° 200)	Máx. 4
Índice de Azul de Metileno ⁽¹⁾	≤ 7 gramos/kilogramo.
Absorción ⁽²⁾	≤ 1,2 %

⁽¹⁾ El Índice de Azul de Metileno se debe hacer sólo en caso de que el Ensayo de Equivalente de Arena arroje un resultado menor a cincuenta y cinco por ciento (<55 %) y mayor o igual cuarenta y cinco por ciento (≥ 45 %).

⁽²⁾ En caso de que se supere el límite especificado, siempre que el agregado verifique los demás requisitos, se permite el uso del mismo considerando para estos casos el porcentaje de ligante asfáltico efectivo en lugar del porcentaje de ligante asfáltico total.

5.5.2.3 Relleno mineral (filler)

Es obligatorio el empleo de relleno mineral de aporte el que estará constituido por minerales de naturaleza calcárea: Cal hidratada en polvo o Cal hidráulica hidratada en polvo.

5.5.2.4 Cemento asfáltico modificado con polímeros

Deberá ser homogéneo, libre de agua y no deberá formar espuma al ser calentado a 175 °C. Deberá cumplir con las exigencias en la [Tabla 5-9](#), cuando se ensayen de acuerdo a los métodos señalados.

Tabla 5-9: Clasificación del cemento asfáltico con polímeros

CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO CON POLÍMERO				
Característica	Unidad	Mín.	Máx.	Ensayo
Penetración (25 °C; 100 g; 5 s)	0,1 mm	50	80	ASTM D-5
Punto de ablandamiento anillo y esfera	°C	65		ASTM D-36
Punto de ruptura Fraass	°C		- 12	IRAM 6831
Recuperación elástica por torsión (25 °C)	%	70		IRAM 6830
Punto de Inflamación vaso abierto Cleveland	°C	230		ASTM D-92
REQUISITOS PARA LOS LIGANTES ASFÁLTICOS MODIFICADOS, LUEGO DEL ENSAYO DE PELÍCULA DELGADA ROTATIVA (RTFOT) ASTM D-2872				
Variación de masa (5 h, 163 °C)	%		1	
Penetración residual (25 °C, 100 g, 5 s)	%	65		ASTM D-5
Variación del punto de ablandamiento	°C	-5 a 10		ASTM D-36
REQUISITOS LUEGO DEL ENSAYO DE ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO IRAM 6840				
Diferencia del punto de ablandamiento	--	5		ASTM D-36
Diferencia de penetración		10		ASTM D-5

La viscosidad del cemento asfáltico modificado con polímero debe ser compatible con la temperatura de elaboración de la mezcla asfáltica en planta, y debe poder obtenerse a temperaturas inferior a ciento ochenta grados Celsius (180 °C).

5.5.2.5 Condiciones de recepción e identificación del cemento asfáltico modificado

Cada cisterna de cemento asfáltico modificado con polímero que llegue a obra debe estar acompañada de dos elementos documentales que son los que se indican a continuación:

- Certificado de Calidad; donde expresará el cumplimiento de las características exigidas que se han especificado en la tabla de características de los cementos asfálticos de la presente especificación técnica.
- Con cada partida; Referencia del remito de la remesa o partida. Denominación comercial del cemento asfáltico. Valores de: Penetración estándar (0.1 mm). Recuperación elástica torsional (%).
- Con cada partida y luego 200 tn; Valores de viscosidad rotacional a 150 °C; 170 °C y 190 °C. Valores de los ensayos luego del envejecimiento en película delgada rotativa. Curva de peso específico en función de la temperatura. Entorno de temperaturas recomendadas para mezclado y compactación. Temperatura máxima de calentamiento.
- Valores del resto de las características de calidad especificadas para el material, en la Tabla 3.3.

El Contratista deberá contar en su laboratorio de obra, un viscosímetro rotacional para efectuar las mediciones de viscosidad del cemento asfáltico.

Nota aclaratoria: Índice de durabilidad: El cálculo del índice de durabilidad como cociente de viscosidades antes y luego de exponer el cemento asfáltico modificado con polímero al ensayo de envejecimiento acelerado, no resulta válido. En general la viscosidad disminuye y puede, equivocadamente, inferirse que el cemento asfáltico modificado se ha rejuvenecido. En realidad, disminuye la viscosidad como consecuencia de la alteración del polímero. En cambio, sí puede realizarse un ensayo de durabilidad equivalente **comparando las respectivas recuperaciones elásticas, antes y después del envejecimiento.**

5.5.3 EQUIPOS

5.5.3.1 Equipo para la elaboración de los agregados triturados

La planta de trituración constará de una trituradora primaria y una secundaria obligatoriamente. Una terciaria siempre y cuando se requiera. Se deberá incluir también una clasificadora y un equipo de lavado. Además, deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental.

5.5.3.2 Planta mezcladora

La mezcla de concreto asfáltico se fabricará en plantas adecuadas de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada. La planta tendrá una capacidad de producción mínima de 120 tn/h.

Las plantas productoras de mezcla asfáltica deberán cumplir con lo establecido en la reglamentación vigente sobre protección y control de calidad del aire.

Las tolvas de agregados en frío deberán tener paredes resistentes y estar provistas de dispositivos de salida que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. El número mínimo de tolvas será función del número de fracciones de agregados por emplear y deberá tener aprobación de la Fiscalización.

En las plantas del tipo tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación de agregados en frío deberá ser ponderal y tener en cuenta su humedad para corregir la dosificación en función de ella. En los demás tipos de plantas se aceptarán sistemas de dosificación de tipo volumétrico.

La planta estará dotada de un secador que permita el secado correcto de los agregados y su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla. El sistema de extracción de polvo deberá evitar su emisión a la atmósfera o el vertido de lodos a cauces de agua o instalaciones sanitarias.

Las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador, estarán dotadas, así mismo, de un sistema de clasificación de los agregados en caliente, de capacidad adecuada a la producción del mezclador,

en un número de fracciones no inferior a tres (3) y de tolvas de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes y de altura suficiente para evitar Inter contaminaciones. Dichas tolvas en caliente estarán dotadas de un rebosadero, para evitar que el exceso de contenido se vierta en las contiguas o afecte el funcionamiento del sistema de clasificación; de un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel de la tolva baje del que proporcione el caudal calibrado y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas.

La instalación deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los agregados, situados a la salida del secador y en las tolvas en caliente.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del asfalto deberá permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo.

En el calentamiento del asfalto se emplearán, preferentemente, serpentines de aceite o vapor, evitándose en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos de la caldera que estén a temperatura muy superior a la de almacenamiento. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc. deberán estar provistos de dispositivos calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros en lugares convenientes, para asegurar el control de la temperatura del ligante, especialmente en la boca de salida de éste al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de una toma para el muestreo y comprobación de la calibración del dispositivo de dosificación.

En caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos. La instalación estará dotada de sistemas independientes de almacenamiento y alimentación del filler de recuperación y adición, los cuales deberán estar protegidos contra la humedad. Los depósitos deben poseer, además, los medios para incorporar aditivos mejoradores de adherencia y permitir su mezclado homogéneo en toda la masa del cemento asfáltico modificado almacenado.

Para el caso de decidirse su empleo, debe verificarse que el punto de ebullición de los aditivos mejoradores de adherencia se encuentre por sobre los 200 °C. En caso contrario pueden formar espuma a las temperaturas de trabajo del cemento asfáltico y obstaculizar los sistemas de impulsión y medición.

El tiempo máximo de almacenamiento y la necesidad o no, de disponer de sistemas de homogeneización en el transporte y en los tanques de almacenamiento, se debe determinar de acuerdo con las características del ligante modificado. No obstante, si el cemento asfáltico modificado con polímero hubiese estado almacenado en condiciones atmosféricas normales, durante un plazo superior a quince (15) días, antes de su empleo, se realizarán, como mínimo, sobre dos (2) muestras, una de la parte superior y otra de la inferior del depósito de almacenamiento, los siguientes ensayos:

- Penetración estándar
- Recuperación elástica torsional
- Viscosidad rotacional

En condiciones atmosféricas desfavorables o de obra anormales, La Fiscalización puede disminuir el plazo de quince (15) días, anteriormente indicado, para la comprobación de las condiciones de almacenamiento del cemento asfáltico modificado con polímeros.

Los depósitos deben contar con un sistema de recirculación del cemento asfáltico modificado caliente, el o los puntos de descarga dentro de los tanques debe encontrarse en la parte inferior de los mismos. Debe evitarse la exposición al aire para prevenir de la oxidación prematura del cemento asfáltico.

El Contratista debe observar las medidas apropiadas para dar cumplimiento a la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad laboral, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas.

La Fiscalización debe comprobar, con la frecuencia que crea necesaria, los sistemas de transporte y trasvase y las condiciones de almacenamiento en todo cuanto pudiera afectar a la calidad del material. De registrarse una inconformidad, debe suspenderse la utilización del contenido del tanque o cisterna correspondiente hasta la comprobación de las características que estime convenientes.

Al comparar con los resultados de los ensayos a la llegada a obra, deben cumplir las especificaciones de estabilidad. Si no cumpliera lo establecido para estas características, se debe proceder a su homogeneización y realización de nuevos ensayos, o a su retiro del obrador donde se encuentre depositado.

Las instalaciones de tipo discontinuo deberán estar provistas de dispositivos de dosificación por peso cuya exactitud sea superior al medio por ciento (0,5%). Los dispositivos de dosificación del filler y ligante tendrán, como mínimo, una sensibilidad de medio kilogramo (0,5 kg). El ligante deberá ser distribuido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteos.

En las instalaciones de tipo continuo, las tolvas de agregados clasificados calientes deberán estar provistas de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. Estos dispositivos deberán ser calibrados antes de iniciar la fabricación de cualquier tipo de mezcla, en condiciones reales de funcionamiento.

El sistema dosificador del ligante deberá disponer de dispositivos para su calibración a la temperatura y presión de trabajo. En las plantas de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de los agregados pétreos y el filler mineral.

En las plantas continuas con tambor secador-mezclador se deberá garantizar la difusión homogénea del asfalto y que ésta se realice de manera que no exista ningún riesgo de contacto con la llama ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas.

En las instalaciones de tipo continuo, el mezclador será de ejes gemelos.

Si la planta posee tolva de almacenamiento de la mezcla elaborada, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los vehículos de transporte.

En la planta mezcladora y en los lugares de posibles incendios, es necesario que se cuente con un extintor de fácil acceso y uso del personal de obra.

Antes de la instalación de la planta mezcladora, el contratista deberá solicitar a las autoridades correspondientes, los permisos de localización, concesión de aguas, disposición de sólidos, funcionamiento de para emisiones atmosféricas, vertimiento de aguas y permiso por escrito al dueño o representante legal. Para la ubicación se debe considerar dirección de los vientos, proximidad a las fuentes de materiales y de fácil acceso.

Los trabajadores y operarios más expuestos al ruido, gases tóxicos y partículas deberán estar dotados con equipos de protección individual (EPI) y elementos de seguridad industrial y adaptados a las condiciones climáticas tales como: gafas, tapa oídos, tapabocas, casco, guantes, botas y otras que se crea pertinente.

5.5.3.3 Equipo para el transporte

La mezcla bituminosa se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia, y que se tratará, para evitar que la mezcla se adhiera a ella. Dichos camiones deberán estar siempre provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa durante su transporte.

La forma y altura de la caja de los camiones deberá ser tal que, durante el vertido en la extendedora, el camión sólo toque a aquélla a través de los rodillos previstos al efecto.

Los medios de transporte deberán estar adaptados, en todo momento, al ritmo de ejecución de la obra teniendo en cuenta la capacidad de producción de la central de fabricación y del equipo de extensión y la distancia entre ésta y la zona de extensión.

5.5.3.4 Equipo para la extensión de la mezcla

La extensión y terminación de las mezclas densas en caliente se hará con una terminadora autopropulsada, adecuada para extender y terminar la mezcla con un mínimo de precompactación de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La terminadora estará equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. Poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y avanzar. La terminadora tendrá dispositivos mecánicos compensadores para obtener una superficie pareja y formar los bordes de la capa sin uso de encofrados. Será ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por la Fiscalización.

La extendidora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal cuando sea precisa. Asimismo, deberá poseer sensores electrónicos para garantizar la homogeneidad de los espesores.

Si se determina que el equipo deja huellas en la superficie de la capa, áreas defectuosas u otras irregularidades objetables que no sean fácilmente corregibles durante la construcción, la Fiscalización exigirá su inmediata reparación o cambio.

5.5.3.5 Equipo de compactación

Se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibrantes, de neumáticos o mixtos. La composición mínima del equipo será un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos o mixto, y un (1) compactador de neumáticos y será aprobada por la Fiscalización a la vista de los resultados del tramo de prueba.

Todos los tipos de compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores de sentido de marcha de acción suave y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los compactadores de llantas metálicas no presentarán surcos ni irregularidades en ellas. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de su marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras, y faldones de lona protectores contra el enfriamiento de los neumáticos. Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos tipos de compactadores serán las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, sin producir roturas del árido, ni arrollamientos de la mezcla a la temperatura de compactación, y serán fijadas a la vista de los resultados del tramo de prueba.

5.5.3.6 Equipo accesorio

Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica. Así mismo, se requieren herramientas menores, palas, rastrillos, cepillos, para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la mezcla. Al término de obra se desmontarán las plantas de asfalto, dejando el área limpia y sin que signifique cambio alguno al paisaje o comprometa el medio ambiente.

5.5.4 REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

5.5.4.1 Composición de la mezcla

Ensayada la mezcla por el método Marshall ASTM D6926 y D6927, deberá acusar los siguientes valores:

Parámetro		Exigencia
Ensayo Marshall	Nº de golpes por cara (¹)	75

(ASTM D6926 – D6927)	Estabilidad	> 10 kN
	Fluencia	2,0 a 3,5
	Porcentaje de Vacíos en mezcla ⁽²⁾	3 - 5
	Vacíos en el agregado mineral (VAM)	Tabla 5-10
	Relación betún vacíos (RBV)	65 - 75
	Relación en peso Filler / Asfalto	0,8 - 1,3
Resistencia conservada mediante el ensayo Loftman modificado		> 80%
Resistencia al ahuellamiento "Wheel Tracking Test"	UNE-EN 12697-22	Capa base tráfico T2 WTS ≤ 0,12 PRD ≤ 10%
	AASHTO T324	< 12,5 mm a las 20.000 pasadas
Contenido mínimo de cal hidratada en peso sobre el total del esqueleto granular		1%
Proporciones máximas en volumen de filler en mezclas (IRAM 1542)		Cv/Cs ≤ 1,1

(¹) Para ligantes asfálticos modificados, la temperatura de compactación para la elaboración de las probetas Marshall debe estar comprendida dentro del rango 160°C – 165 °C; o bien la recomendada por el proveedor del ligante asfáltico.

(²) Se adopta como criterio para establecer el porcentaje óptimo de ligante asfáltico, aquel que surge como promedio de los siguientes valores:

- Porcentaje de ligante asfáltico para el cual los vacíos de la mezcla resultan igual a un porcentaje de vacíos de diseño del cuatro por ciento (4 %).
- Porcentaje de ligante asfáltico para el cual los VAM resultan cinco décimas por ciento (0,5 %) superior al mínimo, sobre la rama descendente de la gráfica correspondiente a VAM vs. %CA.

En caso de que con el porcentaje óptimo de ligante asfáltico establecido según el criterio anterior no se verifiquen todas las exigencias establecidas anteriormente, se permite modificar el porcentaje de ligante asfáltico adoptado de manera de que ello suceda. En tal caso, se debe informar y justificar la modificación en el Informe de la Presentación de la Fórmula de Obra. Para todos los casos, el porcentaje de ligante adoptado debe ser tal que el VAM resulte superior al mínimo, sobre la rama descendente de la gráfica correspondiente a VAM vs. %CA.

El Índice de Compactibilidad mínimo será 5. El Índice de Compactibilidad se define como: 1/(GEB 50 y GEB 5). Siendo GEB50 y GEB5, las gravedades específicas bulk de las probetas a 50 y 5 golpes.

Tabla 5-10: Vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA)

Máximo tamaño de partícula nominal (TMN)	Porcentaje mínimo VMA		
	Porcentaje diseño vacíos de aire		
	3	4	5
1,18 mm. (N° 16)	21,5	22,5	23,5
2,36 mm. (N° 8)	19	20	21
4,75 mm. (N° 4)	16	17	18
9,5 mm. (3/8")	14	15	16
12,5 mm. (1/2")	13	14	15
19 mm. (3/4")	12	13	14
25 mm. (1")	11	12	13
7,5 mm. (1 1/2")	10	11	12

5.5.4.2 Mezcla de los agregados pétreos

La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente será establecida por el Contratista y aprobado por la Fiscalización.

5.5.4.3 Fórmula de trabajo

Para la preparación de la mezcla bituminosa el Contratista solicitará de la Fiscalización, con suficiente anticipo a la iniciación de los trabajos, aprobación de su “Fórmula para la mezcla en obra”.

La fórmula debe cumplirse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características de los materiales que la componen y el proceso constructivo. Toda vez que cambie alguno de los materiales que integran la mezcla, se excedan sus tolerancias de calidad o cambie el proceso, su composición debe ser reformulada.

La fórmula debe incluir como mínimo los siguientes valores:

- Identificación, características y proporción de cada fracción del agregado y rellenos minerales (filler) en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente. Granulometría por lavado de los agregados combinados, incluido el o los rellenos minerales. Se debe determinar la densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua de acuerdo con las Normas IRAM 1520 e IRAM 1533. Desgaste Los Ángeles, equivalente de arena.
- Identificación, características y proporción en la mezcla respecto de la masa total de los agregados, incluido el o los rellenos minerales. Cuando se empleen aditivos debe indicarse su denominación, características y proporción empleada respecto de la masa de cemento asfáltico.
- Tiempos requeridos para la mezcla de agregados en seco y para la mezcla de los agregados con el cemento asfáltico. Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de agregados y ligante. (En ningún caso se introducirá en el mezclador, agregados a una temperatura superior a la del asfalto en más de 15 °C). Las temperaturas máxima y mínima de la mezcla al salir del mezclador.
- Deben indicarse las temperaturas máxima y mínima de compactación y la temperatura empleada en laboratorio para la dosificación
- La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el tramo de prueba.

Si la “Fórmula para la mezcla en obra” fuera aprobada por la Fiscalización, el Contratista estará obligado a suministrar una mezcla bituminosa que cumpla con las proporciones y granulometría fijadas, con una tolerancia de los siguientes porcentajes en peso:

Tabla 5-11: Tolerancias granulométricas para agregados de mezcla asfáltica en caliente

TOLERANCIAS GRANULOMÉTRICAS PARA LOS AGREGADOS			
Tamices	2,36 mm (Nº 8) y superiores	Entre tamices 2,36 (Nº 8) y 75 µm (Nº 200)	Pasante 75 µm (Nº 200) o menos
Tolerancia	± 4 %	± 3 %	± 1,5%

- Para el material bituminoso: más o menos 0,2 % (dos décimas de por ciento).

Para los valores resultantes del ensayo de estabilidad Marshall no habrá tolerancia sobre las cifras especificadas.

Las tolerancias detalladas no justificarán valores fuera de lo establecido en los distintos párrafos precedentes.

5.5.4.4 Limitaciones climáticas

No se permite la producción y puesta en obra de las mezclas asfálticas tipo MAC en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Fiscal de Obra):

Para espesores de capas iguales o superiores a siete centímetros (≥ 7 cm):

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a cinco grados Celsius ($<5^{\circ}\text{C}$).
- Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a siete grados Celsius ($<7^{\circ}\text{C}$), y esté en descenso.
- Cuando la temperatura de la superficie de apoyo resulte inferior a cinco grados Celsius ($<5^{\circ}\text{C}$).
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas

Para espesores de capas inferiores a siete centímetros ($< 7\text{ cm}$):

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a ocho grados Celsius ($<8^{\circ}\text{C}$).
- Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a diez grados Celsius ($<10^{\circ}\text{C}$), y esté en descenso.
- Cuando la temperatura de la superficie de apoyo resulte inferior a ocho grados Celsius ($<8^{\circ}\text{C}$).
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas

No se permite la producción y puesta en obra de las mezclas asfálticas tipo MAC en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Fiscal de Obra):

Para espesores de capas iguales o superiores a siete centímetros ($\geq 7\text{ cm}$):

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a cinco grados Celsius ($<5^{\circ}\text{C}$).
- Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a siete grados Celsius ($<7^{\circ}\text{C}$), y esté en descenso.
- Cuando la temperatura de la superficie de apoyo resulte inferior a cinco grados Celsius ($<5^{\circ}\text{C}$).
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas

Para espesores de capas inferiores a siete centímetros ($< 7\text{ cm}$):

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a ocho grados Celsius ($<8^{\circ}\text{C}$).
- Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a diez grados Celsius ($<10^{\circ}\text{C}$), y esté en descenso.
- Cuando la temperatura de la superficie de apoyo resulte inferior a ocho grados Celsius ($<8^{\circ}\text{C}$).
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas

5.5.4.5 Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por la Fiscalización. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie. Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobará que su capacidad de liga con la mezcla no se haya mermado en forma perjudicial; si ello ha sucedido, el Contratista deberá efectuar un riego adicional de adherencia, a su costa, en la cuantía que fije la Fiscalización.

5.5.4.6 Elaboración de la mezcla

Los agregados se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los ciento cincuenta milímetros (150 mm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado.

La carga de las tolvas en frío se realizará de forma que éstas contengan entre el cincuenta por ciento (50%) y el cien por ciento (100%) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

Las aberturas de salida de las tolvas en frío se regularán en forma tal, que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de obra de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, no debiendo ser ni superior ni inferior, lo que permitirá mantener el nivel de llenado de las tolvas en caliente a la altura de calibración.

Los agregados preferentemente secos se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Si el polvo recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al filler y su utilización está prevista, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario, deberá eliminarse. El tiro de aire en el secador se deberá regular de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría del filler recuperado sean uniformes. La dosificación del filler de recuperación y/o el de aporte se hará de manera independiente de los agregados y entre sí.

En las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador, deberá comprobarse que la unidad clasificadora en caliente proporcione a las tolvas en calientes agregados homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas necesarias para corregir la heterogeneidad. Las tolvas en caliente de las plantas continuas deberán mantenerse por encima de su nivel mínimo de calibración, sin rebosar.

Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el filler mineral seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo.

El contenido de humedad de la mezcla en seco de los agregados pétreos exclusivamente será inferior al medio por ciento (0,50%) una vez que han pasado por el dispositivo secador.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se introducirá en el mezclador al mismo tiempo, la cantidad de asfalto requerida, a la temperatura apropiada, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla a la volqueta.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los agregados y el filler, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada tachada, el cual deberá encontrarse a la temperatura adecuada y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En ningún caso se introducirá en el mezclador el agregado caliente a una temperatura superior en más de quince grados Celsius (15°C) a la temperatura del asfalto.

La temperatura del ligante asfáltico en el tanque de almacenamiento debe estar comprendida dentro del rango de temperaturas establecidas por el fabricante y verificada en laboratorio por la Supervisión.

En mezcladores de ejes gemelos, el volumen de materiales no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical, siendo recomendable que no superen los dos tercios (2/3) de su altura.

A la descarga del mezclador, todos los tamaños del agregado deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla y sus partículas total y homogéneamente cubiertas. Luego de dosificado el ligante asfáltico, la temperatura máxima de la mezcla asfáltica no debe exceder los ciento noventa grados Celsius (190°C) para el caso de ligantes asfálticos modificados; o los ciento setenta grados Celsius (170°C), para el caso de ligantes asfálticos convencionales.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de humedad. En este último caso, se retirarán los agregados de las correspondientes tolvas en caliente. También se rechazarán aquellas mezclas en las que la envuelta no sea perfecta.

De no lograrse buena adhesividad entre el material bituminoso y el agregado, deberá ser empleado un mejorador de adherencia. En este caso, el Contratista proveerá un agente mejorador de adherencia que se usará como aditivo al material bituminoso para prevenir la separación del asfalto del agregado. El aditivo deberá ser utilizado según las recomendaciones del fabricante. El costo del aditivo mejorador de adherencia será incluido en el costo de la carpeta asfáltica, ya que no se hará pago adicional por el aditivo.

5.5.4.7 Transporte de la mezcla

La mezcla se transportará a la obra en volquetes hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio de la Fiscalización, existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de manera adecuada.

Durante el transporte de la mezcla deberán tomarse las precauciones necesarias para que, al descargarla sobre la máquina terminadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase del tramo de prueba.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del Contratista.

5.5.4.8 Extensión de la mezcla

La mezcla se extenderá con la máquina terminadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por la Fiscalización.

El ancho mínimo de extendido será de una semicalzada.

Sobre la superficie en la que se va a extenderse la mezcla se dispondrá de una guía longitudinal paralela al eje de la carretera, que servirá de referencia al conductor de la terminadora.

Previo al extendido se deberá estimar en cada caso el espesor de la mezcla sin compactar que debe de dejar la terminadora para conseguir el espesor previsto. Comprobándose frecuentemente una vez compactada con un punzón.

En la capa de base se colocarán piquetas niveladas cada 10 metros, sobre las que apoyará el cable sobre el que desliza el palpador, comprobándose regularmente su ajuste. Se ha de verificar también el correcto funcionamiento de los dispositivos de nivelación automática de la terminadora, comprobándose el espesor de capa extendida y pendiente transversal (bombeo o peralte).

Para las capas intermedias o rodadura, se deberá utilizar regla de 6 metros, apoyada sobre la capa ya extendida, que regularice y corrija los posibles defectos de la capa inferior, o bien los dispositivos de nivelación laser que la sustituyen, en el caso de que la terminadora esté equipado con ellos.

El extendido “a plancha fija” tan solo se podrá utilizar en la capa de rodadura, si las condiciones geométricas de la capa inferior son las requeridas.

A menos que se ordene otra cosa, la extensión comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la terminadora y la producción de la planta.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la terminadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa

extendida. En caso de trabajo intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la terminadora no baje de la especificada; de lo contrario, deberá ejecutarse una junta transversal. Tras la terminadora se deberá disponer un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta especificación.

En los sitios en los que a juicio de la Fiscalización no resulte posible el empleo de máquinas terminadoras, la mezcla podrá extenderse a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o instrucciones de la Fiscalización, con las tolerancias establecidas en la presente especificación.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del Contratista.

No se permitirá la extensión y compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra o cuando la temperatura ambiente a la sombra y la temperatura del pavimento sean inferiores a lo indicado en el numeral “Limitaciones climáticas”.

5.5.4.9 Compactación de la mezcla

La compactación deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos, según haya sido dispuesto durante la ejecución del tramo de prueba y dentro del rango establecido en la carta viscosidad - temperatura.

La compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por la Fiscalización, hasta que la superficie total haya sido compactada. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la terminadora, excepto en los casos que autorice la Fiscalización, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.

Se tendrá cuidado en el cilindrado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formarán los bordes exteriores del pavimento terminado, serán chaflanados ligeramente.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar. Se cuidará que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

La compactación se continuará mientras la mezcla se encuentre en condiciones de ser compactada hasta alcanzar la densidad especificada y se concluirá con un apisonado final que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes.

5.5.4.10 Juntas de trabajo

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada.

Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les aplicará una capa uniforme y ligera de asfalto antes de colocar la mezcla nueva, dejándola curar suficientemente.

El borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha indicado en el párrafo anterior. La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con elementos adecuados, antes de permitir el paso sobre ella del equipo de compactación.

Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde la Fiscalización lo considere necesario, se añadirá mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, se compactará mecánicamente.

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales y de quince centímetros (15 cm) en el caso de las longitudinales.

5.5.4.11 Pavimento sobre puentes y viaductos

Las losas de los puentes si así está dispuesto en el proyecto o autorizado por la Fiscalización se pavimentarán con una mezcla densa en caliente de la calidad exigida para la capa de rodadura, previa aplicación del riego de liga de esta especificación.

Durante la ejecución del riego de liga y de la pavimentación, el Contratista deberá defender con lonas, papel o similares, todas aquellas partes de los puentes que puedan ser alcanzadas por el material bituminoso. El Contratista será responsable por todo daño que causen las operaciones de sus equipos y, en consecuencia, los trabajos de reparación y limpieza correrán por su cuenta.

5.5.4.12 Apertura al tránsito

Finalizado el proceso de compactación de la capa asfáltica, previa autorización del Fiscal de Obra, se puede habilitar la circulación del tránsito sobre la misma cuando se verifique lo siguiente:

Para espesores de capas iguales o superiores a siete centímetros (≥ 7 cm):

- Cuando la temperatura de la mezcla asfáltica alcance la temperatura ambiente en todo su espesor.

Para espesores de capas inferiores a siete centímetros (< 7 cm):

- Cuando la temperatura de la mezcla asfáltica resulte inferior a sesenta grados Celsius ($< 60^{\circ}\text{C}$) en todo su espesor; evitando en estos casos los cambios de dirección y paradas del tránsito hasta que la temperatura de la mezcla asfáltica alcance la temperatura ambiente.

5.5.4.13 Reparaciones

Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación, tales como protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de alineamiento y de nivel, deberán ser corregidos por el Contratista, a su costa, de acuerdo con las instrucciones de la Fiscalización. El Contratista deberá proporcionar trabajadores competentes, capaces de ejecutar a satisfacción el trabajo eventual de correcciones en todas las irregularidades del pavimento construido.

5.5.5 CONTROL DE CALIDAD

5.5.5.1 Calidad del cemento asfáltico

Si con el producto se aportan los documentos que se indican en la tabla “Certificado de calidad del fabricante o proveedor de cemento asfáltico modificado con polímero” que acredite el cumplimiento de los requisitos de clase y calidad establecidos en esta especificación y/o documento que acredite la homologación de la marca, sello o distintivo de calidad del producto, los criterios descritos a continuación para realizar el control de recepción de las cisternas, no son de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden a la Fiscalización de las Obras.

De cada partida suministrada, se deben tomar dos

(2) muestras de al menos 2,5 kg en la recepción de la misma. Sobre una de las muestras se deben realizar las determinaciones que se indican en la [Tabla 5-12](#). La otra muestra debe ser conservada en carácter de muestra para ensayos de contraste para cuando alguna de las partes manifieste disconformidad con los resultados iniciales. Si los resultados de las pruebas de contraste no son

satisfactorios, se debe rechazar el producto y las mezclas que eventualmente se hubiesen fabricado con él.

Tabla 5-12: Determinaciones de control a realizar sobre una de las muestras del producto

DETERMINACIONES DE CONTROL A REALIZAR SOBRE UNA DE LAS MUESTRAS EN LA RECEPCIÓN DEL PRODUCTO		
Ensayo	Norma	Frecuencia
Penetración estándar (25 °C; 100 g; 5 s)	ASTM D-5	En cada partida recibida
Punto de ablandamiento anillo y esfera	ASTM D-36	
Recuperación elástica torsional	IRAM 6830	
Viscosidad rotacional a tres temperaturas 150; 170 y 190 °C.	IRAM 6836: 1998	

Si los resultados de las pruebas de contraste no son satisfactorios, se debe rechazar el producto y las mezclas que eventualmente se hubiesen fabricado con él.

En el caso de cementos asfálticos modificados con polímeros fabricados en el lugar de empleo, se deben tomar dos (2) muestras cada cincuenta toneladas (50 t) de producto fabricado y, al menos, dos (2) cada jornada de trabajo de las tuberías de salida de la instalación de fabricación del ligante modificado, conservando una (1) muestra hasta el final del período de garantía, y realizando sobre la otra los ensayos indicados en la tabla precedente.

Debe verificarse que el calentamiento del asfalto, antes de su mezcla con los agregados pétreos, impida la oxidación prematura del producto o degrade el polímero y se ajuste a las exigencias del ítem en ejecución.

5.5.5.2 Calidad de los agregados pétreos y polvo mineral o filler

Los agregados pétreos de tamaño máximo nominal 19 mm se acopiarán para su empleo obligatoriamente en dos fracciones: 06 – 12 mm y 12 – 19 mm. Esta condición rige con independencia del tipo de planta asfáltica empleada para elaborar la mezcla.

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán seis muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según la norma.
- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o de magnesio, de acuerdo con la norma de ensayo.
- El equivalente de arena, de acuerdo con la norma.
- La plasticidad, aplicando las normas.
- Sales solubles Totales de acuerdo a la norma.
- Adherencia entre el agregado y el bitumen según la norma. Así mismo, para cada procedencia del polvo mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y sobre ellas se determinarán:
 - La densidad aparente.
 - Granulometría.

Los resultados de estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en estas EETT.

Durante la etapa de producción, la Fiscalización examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad, y vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Si existe incorporación independiente de filler mineral, sobre él se efectuarán las siguientes determinaciones:

- Densidad aparente, al menos una (1) vez a la semana y siempre que se cambie de procedencia del filler.
- Granulometría y peso específico, una (1) prueba por suministro.

Los resultados de estas pruebas deben satisfacer los requisitos de calidad establecidos en estas EETT.

5.5.5.3 Composición de la mezcla

Contenido de asfalto

Por cada jornada de trabajo se tomará un mínimo de dos (2) muestras y se considerará como lote, el tramo constituido por un total de cuando menos seis (6) muestras, las cuales corresponderán a un número entero de jornadas.

El porcentaje de asfalto residual promedio del tramo (ART %) tendrá una tolerancia de dos por mil (0.2%), respecto a lo establecido en la fórmula de trabajo (ARF %).

$$ARF \% - 0,2 \% < ART \% < ARF \% + 0,2 \%$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI%), no podrá diferir del valor medio del tramo (ART%) en más de tres por mil (0.3%), admitiéndose un (1) solo valor fuera de ese intervalo.

$$ART \% - 0,5 \% < ARI \% < ART \% + 0,5 \%$$

Un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del tramo.

5.5.5.4 Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican en estas EETT.

5.5.5.5 Capa compactada

Siguiendo órdenes de la Fiscalización, cada 800 (ochocientos) metros cuadrados de capa individual compactada se tomarán 2 (dos) muestras cilíndricas (diámetro mínimo 10 cm) del espesor total de la misma, representativas de dicha superficie, donde se desea determinar la densidad que debe acusar los valores obtenidos, empleando exigencias y métodos de laboratorio mencionados en estas especificaciones

Los pozos que después de la extracción quedan en la capa deben ser llenados con la misma mezcla, compactados y nivelados por cuenta del Contratista.

5.5.5.6 Densidad máxima teórica

La densidad máxima teórica se obtendrá mediante el Método Rice de saturación en vacío. En cuanto al porcentaje de densidad, el mismo está dado por la expresión

$$\%Densidad = \frac{G}{D_{máx}} \times 100$$

Donde “G” corresponde a la densidad aparente de la muestra extraída de la calzada.

Para aprobar la compactación de la carpeta se necesita lograr el porcentaje de vacíos en la mezcla colocada establecido en estas especificaciones.

5.5.5.7 Ensayo de Estabilidad Marshall

Cada muestra de mezcla bituminosa extraída según lo dispuesto será sometida al ensayo de Marshall a realizarse según la técnica descrita en la norma ASTM D 6927 con el instrumental respectivo. La mezcla bituminosa deberá responder en este ensayo a lo dispuesto.

5.5.5.8 Porcentaje de Vacíos

La densidad alcanzada en la obra debe ser tal que los vacíos medios de los testigos se encuentren comprendidos entre el 3% y el 6% y con un desvío estándar no superior a 1,50%. A los fines del cálculo de los vacíos medios se debe tomar como Densidad Máxima Teórica medida (Rice) la obtenida de la producción del día para el sector de mezcla colocada.

5.5.6 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por la Fiscalización. La cota de cualquier punto de la mezcla densa compactada en capas de base o rodadura no deberá variar en más de cinco milímetros (5 mm) de la proyectada. Además, la Fiscalización estará obligada a efectuar las siguientes verificaciones:

5.5.6.1 Compactación

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos una (1) por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m²) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad.

La densidad media del tramo (Dm) deberá ser, cuando menos, el noventa y ocho por ciento (98%) de la media obtenida al compactar en el laboratorio con la técnica Marshall, las cuatro (4) probetas por jornada de trabajo (De).

$$D_m > 0,98 D_e$$

Además, la densidad de cada testigo individual (Di) deberá ser mayor o igual al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad media de los testigos del tramo (Dm).

$$D_i > 0,97 D_m$$

El incumplimiento de alguno de estos dos requisitos implica el rechazo del tramo por parte de la Fiscalización.

La toma de muestras testigo se hará de acuerdo con norma y las densidades se determinarán por alguno de los métodos indicados en las normas.

5.5.6.2 Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, la Fiscalización determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed).

$$e_m > e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (ei), deberá ser, cuando menos, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño.

$$e_i > 0,95 e_d$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del tramo.

5.5.7 CONSERVACIÓN

Consistirá en el mantenimiento en condiciones óptimas de la superficie de carpeta terminada puesta en servicio, y la reparación inmediata de cualquier falla que se produjese, dentro del periodo de recepción provisoria.

El Contratista deberá disponer en obra de los elementos, mano de obra, herramientas, equipos y materiales que permitan efectuar la conservación efectiva del trabajo ejecutado.

5.5.8 MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla suministrada y compactada en obra a satisfacción de la Fiscalización, de acuerdo con lo exigido por la especificación respectiva.

El volumen se determinará multiplicando la superficie en donde la Fiscalización haya autorizado el trabajo, por el espesor compacto promedio en que se haya colocado la mezcla. No se medirá ningún volumen por fuera de tales límites.

5.5.9 PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico, para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por la Fiscalización.

El precio unitario deberá incluir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de licencias ambientales para la explotación de los agregados y la elaboración de las mezclas; las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos relacionados con la explotación, selección, trituración, lavado, suministro de los materiales pétreos, desperdicios, elaboración de las mezclas, cargas, transporte interno y descargas de agregados y mezclas; así como el transporte al punto de aplicación, la colocación, nivelación y compactación de las mezclas elaboradas.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de la definición de la fórmula de trabajo, del tramo de prueba y todo costo relacionado con la correcta ejecución de cada trabajo.

Se incluyen al precio unitario el suministro del producto asfáltico para la mezcla. En caso de requerirse filler como aglomerante de mezcla y mejorador de adherencia, también estará incluido en el precio unitario de la mezcla. Otros tipos de aditivos se incluirán dentro del precio de la mezcla.

Tabla 5-13: Forma de pago ítem de Carpeta de Concreto Asfáltico

Ítem de Pago	Forma de Pago
Carpeta de Concreto Asfáltico	Metro cúbico (m^3)

5.6 RIEGO DE LIGA

5.6.1 DESCRIPCIÓN

Consiste en trabajos de riegos con material asfáltico de liga o adherencia entre la capa existente y la capa de concreto asfáltico a colocar como parte de los trabajos de intervención en los puentes.

La ejecución de riegos asfálticos incluye las siguientes operaciones:

- Verificación del correcto funcionamiento del equipo de riego.
- Calibración y ajuste de la barra de riego.
- Acondicionamiento del material a regar (temperatura de colocación).
- Preparación de la superficie que va a recibir el riego.
- Preparación de los elementos para formar juntas de trabajo.
- Distribución del material bituminoso.

5.6.2 MATERIALES

El material a emplear en el riego de liga o adherencia es del tipo emulsión bituminosa de rotura rápida, de aplicación para vincular capas asfálticas. Cada tipo de riego se debe aplicar con la tasa de aplicación y temperaturas indicadas en esta especificación o las aprobadas por la Fiscalización. Su extensión se debe efectuar de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo.

5.6.2.1 Emulsiones convencionales

El material bituminoso a aplicar en este trabajo será Emulsión Catiónica de Rotura Rápida CRS-1 o CRS-2 y deberá satisfacer los requisitos especificados en la siguiente tabla:

Tabla 5–14: Especificaciones para emulsiones catiónicas (ASTM D-2397)

TIPO DE EMULSIONES	ROTURA RÁPIDA				ROTURA MEDIA				ROTURA LENTA			
	CRS – 1		CRS – 2		CMS – 2		CMS -2h		CSS – 1		CSS – 1h	
1. ENSAYO SOBRE EMULSIONES	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad												
• Saybolt Furol a 25 C Seg	20	100							20	100	20	100
• Subolt Furol a 50 C Seg			100	400	50	450	50	450				
Estabilidad de Almacenamiento												
• Sedimentación a los 7 días %		1		1		1		1		1		1
Destilación												
• Contenido de asfalto residual %	60		65		65		65		57		57	
• Contenido de disolventes %		3		3		12		12		0		0
Tamizado												
• Retenido T 20 (850 mm)		0,1		0,1		0,1		0,1		0,1		0,1
Rotura												
• Diocilsulfosuccinato sódico %	40		40									
• Mezcla con cemeneto %												
Carga Partícula	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
Recubrimiento del agregado y resistencia de desplazamiento												
• Con agregado seco					Buena							
• Con agregado seco y acción del					Satisfactoria							
• Con agregado húmedo					Satisfactoria							
• Con agregado húmedo y acción					Satisfactoria							
DESTILACIÓN												
Penetración (25°C, 100 gr, 5 seg) 0,1mm	100	250	100	250	100	250	40	90	100	250	40	90
Ductilidad (25°C, 5cm/m)cm	40		40		40		40		40		40	
Tricloroetileno %	97,5		97,5		97,5		97,5		97,5		97,5	

5.6.3 EQUIPOS

5.6.3.1 Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica

Las emulsiones asfálticas se deben almacenar en tanques que se ajusten a los requisitos que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5–15: Requisitos para tanques de almacenamiento de emulsión asfáltica

Parámetro	Requisitos
Procedencia	Las emulsiones asfálticas deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos. Deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. No deben ser susceptibles de ningún tipo de alteración físico-química.
Tanques de Almacenamiento	Los tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica deben ser, horizontales cilíndricos (idealmente, cilíndricos y verticales) y estar térmicamente aislados del medio ambiente. El tanque de almacenamiento debe tener un sistema que permita mantener la temperatura de almacenamiento de la emulsión asfáltica dentro del entorno indicado por el proveedor de la emulsión asfáltica. Para evitar la rotura de la capa de la emulsión en contacto con el aire y la formación de espuma, el caño de alimentación debe llegar hasta el fondo del tanque. El sistema de bombeo empleado debe ser tal que no ingresen aire a la emulsión asfáltica. Todas las tuberías directas y bombas, preferiblemente rotativas, utilizadas para el traspaso de la emulsión asfáltica desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento, y de éste al equipo de aplicación en obra o mezclado, deben estar dotados de un sistema que permita la perfecta limpieza y barrido de los conductos después de cada jornada de trabajo.
Almacenamiento	Las emulsiones asfálticas se deben almacenar en tanques destinados a tal fin. En el caso de emulsiones que vayan a estar almacenadas más de siete días (>7d), es preciso asegurar su homogeneidad previa a su empleo. Las emulsiones asfálticas se deben almacenar a la temperatura especificada por el fabricante de las mismas. La recirculación con bombas es recomendable, pero se debe evitar el ingreso del aire en la emulsión que genere la formación de espuma. Cuando se detecten anomalías en el suministro de las emulsiones asfálticas, estas partidas se deben almacenar por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de una emulsión asfáltica.

Se debe prever la cantidad de tanques necesarios para las distintas emulsiones y los volúmenes de obra que se utilizarán. No se permitirá almacenar emulsiones de distintas características en un mismo tanque, ni con ningún otro tipo de productos.

5.6.3.2 Equipos de distribución

En la tabla siguiente se exponen los requisitos que deben reunir los equipos para realizar riegos asfálticos.

Tabla 5–16: Equipos para realizar el riego de liga

Parámetro	Requisitos
Características generales	El equipo distribuidor para la aplicación de los riegos bituminosos debe ir montado sobre llantas neumáticas. La barra de riego no debe experimentar pérdidas que produzcan goteo sobre la superficie del camino. Además, el equipo no debe producir pérdidas de hidrocarburos sobre la superficie de la capa. Debe ser capaz de aplicar la tasa de aplicación de ligante especificada, a la temperatura prescrita y distribuir uniformemente el asfalto sin formación de estrías a temperaturas uniformes. Debe poder aplicar los riegos en anchos de superficie variables, en cantidades fácilmente determinadas y controladas entre dos décimas de litro y cuatro litros por metro cuadrado (0,2 y 4 litros por m ²), con una tolerancia de un décimo de litro por metro cuadrado (0,1 litro

Parámetro	Requisitos
	por m2), manteniendo una presión uniforme de aplicación. La rampa de riego deberá estar en perfectas condiciones antes de iniciar el riego las boquillas de la barra de distribución deben estar limpios y perfectamente alineados. En puntos inaccesibles al equipo, y para completar la aplicación, se puede emplear un equipo portátil, provisto de una lanza de mano, vinculado a la bomba impulsora.
Calefacción y recirculación del ligante	El equipo de riego debe estar provisto de un sistema de calefacción por serpentinas sumergidas en la cisterna, para el calentamiento uniforme del material asfáltico. Debe estar dotado de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensor debe estar suficientemente alejado de los elementos calefacción. Debe contar con una bomba de impulsión del ligante accionada por un motor, y estar provista de un indicador de presión. El sistema debe permitir la recirculación en vacío del ligante.
Control de volumen de material regado	El equipo distribuidor debe incluir un tacómetro, manómetros, medidores de volumen de precisión o un tanque calibrado y un termómetro para la medición de las temperaturas del contenido del tanque.

5.6.4 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

5.6.4.1 Condiciones generales para la preparación de la superficie de apoyo

Las condiciones que debe reunir la superficie de apoyo donde se debe ejecutar el riego asfáltico, se indican en la tabla siguiente:

Tabla 5-17: Condiciones generales para preparación de superficie de apoyo

Parámetro	Condiciones
Regularidad	La superficie a regar debe estar conformada a fin de satisfacer la rasante y secciones establecidas en los planos del proyecto. Debe estar libre de todo tipo de grietas, corrugaciones, material segregado y otras irregularidades y estar uniformemente compactada.
Limpieza	Previo a la ejecución del riego de liga, imprimación o curado, la superficie a regar debe hallarse completamente seca, limpia y desprovista de material flojo o suelto. La limpieza alcanza a las manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie. Para ello se pueden utilizar barredoras / sopladoras mecánicas o equipos de aire comprimido llegando, de ser requerido, al lavado con agua y detergente. En los lugares inaccesibles a estos equipos, se pueden emplear escobas de mano. Se debe observar especialmente la limpieza de los bordes de la zona a tratar. Si la superficie fuera un pavimento asfáltico en servicio, se deben eliminar, mediante fresado, los excesos de material asfáltico que hubiese, y se deben reparar los desperfectos que pudieran impedir una correcta adherencia. Las áreas deterioradas de imprimación o curado o de pavimentos existentes, deben ser previamente reparadas a satisfacción de la Fiscalización.
Autorización para realizar el riego	Antes de iniciar la aplicación del material bituminoso, la Fiscalización debe autorizar la zona a cubrir, que deber delimitarse perfectamente. La Fiscalización no debe autorizar la iniciación de ningún riego sin verificar antes la uniformidad de riego del material bituminoso y el buen funcionamiento de las boquillas de la barra de distribución.

5.6.4.2 Condiciones generales para la ejecución de riegos de liga

Las condiciones generales de ejecución de los riegos bituminosos, se indican en la tabla siguiente:

Tabla 5-18: Condiciones generales para la ejecución de riegos de liga

Parámetro	Condiciones
Uniformidad del riego	El Contratista debe tomar las medidas necesarias para garantizar la uniformidad, continuidad y la alineación de los riegos y evitar superposiciones.

Parámetro	Condiciones
	Antes de cada aplicación fuera de la zona de obras, se debe asegurar el buen funcionamiento de las boquillas de la barra de distribución, procediendo a efectuar las correcciones de los defectos que dicha prueba pueda evidenciar (obstrucción, falta de alineación de boquillas).
Cantidad de material asfáltico en el tanque de riego	El Contratista debe tomar las precauciones para evitar que se agote completamente la carga del tanque del distribuidor durante la operación de riego.
Formación de juntas de construcción	En el comienzo y final de cada riego se deben ejecutar juntas transversales de modo que en todo punto del tramo regado la tasa de aplicación de material sea la especificada. A tal efecto, se debe disponer de los elementos tales como fajas de papel, chapas, lonas, las que deben cubrir un ancho mínimo de noventa centímetros (90 cm) y una longitud tal que exceda la de la barra de riego en treinta centímetros (30 cm) a cada lado de la misma. La operación de riego se debe iniciar y terminar sobre este elemento y la velocidad de circulación debe ser la apropiada antes de abrir la barra de riego. Donde fuera preciso regar por franjas, se debe procurar una ligera superposición del riego en la unión de dos franjas contiguas.
Alineación de los riegos	El Contratista debe tomar las medidas necesarias para garantizar la uniformidad y la perfecta alineación de los riegos y evitar superposiciones.
Protección de elementos de la calzada	El Contratista debe cubrir con lonas, papel, chapas, etc. toda parte de la obra que pueda ser perjudicada por el material bituminoso durante su aplicación y es responsable de todo daño intencional o accidental que causen sus operarios en las obras de arte, cordones, cunetas revestidas, señales, mojones y otros elementos del camino. La reparación, limpieza y repintado por los daños se consideran por cuenta del Contratista.
Temperatura de aplicación	La temperatura de aplicación del ligante debe ser tal que su viscosidad esté comprendida entre diez y cuarenta segundos Saybolt Furol (10 a 40 s SF), salvo que la Fiscalización autorice otro entorno en base a las pruebas realizadas en obra.
Demoras en la aplicación de la mezcla asfáltica	Cuando por algún motivo la ejecución de la capa de mezcla asfáltica no se ejecute en forma inmediata, y la superficie regada deba liberarse al tránsito, debe verificarse la integridad del riego de liga antes de la colocación de la mezcla asfáltica. De ser necesario se debe realizar la limpieza del mismo e inclusive riegos adicionales.
Prohibición de circular sobre el riego de liga	Queda prohibido todo tipo de circulación sobre el riego de adherencia, hasta que haya terminado la rotura y el curado de la emulsión.
Coordinación de los trabajos	Debe dejarse transcurrir el tiempo necesario para que se produzca la rotura y el curado de la emulsión antes de colocar la mezcla asfáltica sobre el riego y sin que haya perdido su efectividad como elemento de adherencia entre capas. Cuando la Fiscalización lo estime necesario, puede indicar la ejecución otro riego de liga a cargo del Contratista, si la pérdida de efectividad del riego anterior fuese imputable a éste.
Temperatura de aplicación del riego	La temperatura de aplicación debe corresponderse con las indicaciones del proveedor para cada tipo de producto. A título de orientación esta temperatura puede ubicarse en el entorno de los 50 a 70 grados centígrados.

5.6.4.3 Tasa de aplicación para Riegos de Liga

La determinación de la dotación del riego de liga debe ser ajustada en el Tramo de Prueba, dependiendo de la condición de la superficie a regar. La misma surge de la verificación del cumplimiento de las recomendaciones establecidos en la siguientes Tablas para el ensayo de adherencia entre capas, sobre los testigos extraídos del Tramo de Prueba y los valores de tasa de aplicación de ligante asfáltico residual para el riego de liga.

Tabla 5–19: Ensayos de adherencia entre capas

Ensayo	Método	Requisito
Ensayo de adherencia para capas de rodadura (MPa)	UNE-EN 12697-48, ensayo SBT	> 0,70
Ensayo de adherencia entre capas de base (MPa)	UNE-EN 12697-48, ensayo SBT	> 0,60

Tabla 5–20: Rango de tasa de aplicación de ligante asfáltico residual

Valores de tasa de aplicación de ligante asfáltico residual para riego de liga en l/m ²	
Rango de dotación del riego de liga de asfalto residual	0,24 – 0,40

No obstante, lo anterior, la Fiscalización puede modificar la dotación del riego de liga en función de los resultados y observaciones realizadas en la ejecución del Tramo de Prueba.

5.6.5 PRESTACIÓN DE LA DOTACIÓN DE OBRA

La distribución regular del riego de liga no se debe iniciar hasta que la Fiscalización haya aprobado la correspondiente Dotación de Obra presentada por el Contratista. Para la aprobación de la Dotación de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente.

La Dotación de Obra debe emplearse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características de los materiales que la componen. Toda vez que cambie alguno de los materiales o se excedan sus tolerancias de calidad, su composición debe ser reformulada y reprobada nuevamente siguiendo los lineamientos de la presente Especificaciones Técnicas.

Se debe efectuar la aplicación del riego de liga sobre todas las superficies que deben estar en contacto con la mezcla asfáltica, antes de la colocación de la misma.

5.6.6 LIMITACIONES DE EJECUCIÓN

Los riegos asfálticos se pueden aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados centígrados (10 °C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se puede alterar a juicio de la Fiscalización de las Obras, avalado por tramos de prueba realizados por el Contratista.

5.6.7 EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD

La emulsión bituminosa debe cumplir las especificaciones establecidas. La Fiscalización podrá requerir ensayos adicionales que a su criterio sean convenientes.

Las dotaciones de material bituminoso se deben comprobar mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel, o de otro material similar, colocadas sobre la superficie durante la aplicación del ligante o extensión del árido, en no menos de cinco (5) puntos.

Si no fuere posible controlar la cantidad aplicada del material bituminoso por el pesaje del camión distribuidor, antes y después del riego, para ese control se utilizará una regla graduada que pueda indicar directamente, por la diferencia de altura del material bituminoso en el tanque antes y después del riego, la cantidad de material empleado.

En cada una de estas bandejas, chapas u hojas se debe determinar la tasa de aplicación del ligante residual. La Fiscalización de los trabajos puede autorizar la comprobación de las tasas de aplicación medias, de material bituminoso, por otros medios. Será determinada utilizando bandejas con áreas de 0,25 m² de forma rectangular o cuadrada colocadas cada 100 metros en la línea central y laterales de la faja a imprimir. Comparando el peso del asfalto recogido se determina el grado de uniformidad de riego.

Se debe comprobar la temperatura ambiente, la de la superficie a tratar y la del ligante bituminoso, mediante termómetros colocados lejos de cualquier elemento calefactor.

5.6.8 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

La tasa de aplicación media, no debe diferir de la prevista en más de un quince por ciento (15%).

La Fiscalización de los trabajos puede determinar las medidas a adoptar con los sectores que no cumplan los criterios anteriores.

El material bituminoso será rechazado cuando se observen mala aplicación o deficientes dotaciones, en tal caso el Contratista tendrá que corregir dichas deficiencias con un nuevo Riego sin que la tasa media final de aplicación sea más de un quince por ciento (15%) de la prevista.

5.6.9 CONSERVACIÓN

El trabajo especificado en esta sección, deberá ser conservado, bajo responsabilidad del Contratista hasta la colocación de la capa asfáltica.

5.6.10 MEDICIÓN

La cantidad de material asfáltico a ser computada, será determinada por metros cuadrados (m²), aplicados de residuo asfáltico, medidos en obra y aceptados por la Fiscalización.

Se entiende por residuo asfáltico la cantidad de asfalto que queda luego de que la emulsión regada haya evaporado el agua.

5.6.11 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado serán pagadas a los precios unitarios contractuales correspondiente al Ítem “Riego de Liga”, ponderadas según su porcentaje de incidencia en cada Tramo.

Este precio y pago constituirán la compensación total por el suministro de la planta de trabajo, mano de obra, equipos, transporte, materiales, servicios, autocontrol de calidad, imprevistos y otros incidentales necesarios e inherentes para dar por completado el ítem.

Tabla 5-21: Forma de pago ítem de Riego de Liga

Ítem de Pago	Forma de Pago
Riego de Liga	Metro cuadrado (m ²)

5.7 JUNTA DE DILATACIÓN

5.7.1 DESCRIPCIÓN

Demolición o eliminación de las existentes y construcción/colocación de nuevas juntas. Se definen como **juntas** de dilatación los dispositivos que enlazan los bordes de dos tableros contiguos, o de un tablero y un estribo de forma que permitan los movimientos por cambios de temperatura, deformaciones reológicas en caso de hormigón y deformaciones de la estructura, al tiempo que presentan una superficie lo más continua posible a la rodadura. En este caso se deberá sacar las existentes y reemplazarlas según la rehabilitación del tablero que incluye el pavimento y sobre el cual deberá considerarse la terminación y disposición final.

5.7.2 MATERIALES

Las juntas estarán constituidas por materiales elastoméricos reforzados con acero. Las juntas permitirán los movimientos indicados en los planos a ser presentados por la Contratista, y garantizarán una total estanqueidad frente al agua. Serán únicamente de casa de reconocida solvencia, y deberán contar con la aprobación de la Fiscalización.

A igualdad de características se estimará fundamentalmente el grado de impermeabilidad ofrecido por la junta.

5.7.3 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Las juntas existentes o antiguas deben sacarse, según procedimiento que no afecte estructuralmente al tablero de los puentes existentes. Esta demolición deberá prever realizarse por media calzada dado que no existe posibilidad de ejecutarlas de una o eliminar el paso sobre los puentes.

Las juntas estarán constituidas por una banda de material elastómero con refuerzos interiores de acero, instalada mediante un corte previo en la carpeta asfáltica al ancho correspondiente, eliminación de ésta entre cortes, aplicación de puente de unión epoxi y elaboración y vertido de mortero de alta resistencia como cama de nivelación, replanteo y colocación de módulos, taladro y anclaje con mortero de resina epoxi de los mismos mediante pernos metálicos, apriete y sellado de cavidades con una mezcla asfáltica de aplicación en caliente, a base de betunes modificados con elastómeros, que consigue la estanqueidad de las grietas y evita su posterior evolución, degradación y transmisión a nuevas capas de rodadura.

Antes de montar la junta, se ajustará su abertura inicial, en función de la temperatura media de la estructura en ese momento y de los acortamientos diferidos previstos, en caso de estructuras de hormigón. La junta se montará de acuerdo con las instrucciones del fabricante, poniendo especial atención a su anclaje al tablero y a su enrase con la superficie del pavimento.

5.7.4 MEDICIÓN

Esta actividad será medida y pagada de acuerdo a lo establecido en esta especificación y aceptada por la Fiscalización. Las unidades de medición serán metro lineal de junta demolida y nueva colocada.

5.7.5 PAGO

El pago de esta actividad incluye todo el equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalización y cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad.

Los trabajos de realización de juntas, medidos conforme está estipulado, serán pagados al precio unitario contractual correspondiente al ítem de pago definido en la Licitación.

Tabla 5-22: Forma de pago ítem de Junta de dilatación

Ítem de Pago	Forma de Pago
Junta de dilatación	Metro lineal (m)

5.8 PASO SALVACUNETAS CON SUMIDERO

5.8.1 DEFINICION Y ALCANCE

Esta unidad contempla el cubrimiento de las cunetas en los caminos de servicio, en sus cruces o enlaces con caminos de acceso a propiedades. Se pretende con ello asegurar el paso de vehículos sin que sea necesario vadear las cunetas afectadas.

5.8.2 MATERIALES

Para asegurar la continuidad de la cuneta, se dispondrá de una alcantarilla tubular de hormigón armado de 800 mm, de longitud suficiente para cubrir el ancho del camino de acceso afectado.

Las alcantarillas deberán cumplir con lo especificado en estas especificaciones.

En los extremos de la alcantarilla se dispondrán sumideros elaborados en concreto hidráulico de clase C (250 kg/cm²) según disposiciones especificadas en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#). La forma y dimensiones de los sumideros utilizados se encuentran definidos en los planos.

El acero empleado en la fabricación de las armaduras será del tipo Grado 60 (AASHTO) $f_y = 4200$ kg/cm² y cumplirá lo especificado en [4 ACERO DE REFUERZO](#), siendo las dimensiones y separaciones de la armadura las indicadas en los planos del proyecto.

La solera y sujeción para la tubería se ejecutarán en concreto simple clase F (150 kg/cm²), según lo especificado en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#).

5.8.3 EJECUCIÓN

Se realizará una excavación en zanja con anterioridad a la colocación de la tubería para disponer una base de apoyo, ésta se deberá limpiar, excavar, rellenar, conformar y compactar, de forma que la superficie compactada quede ciento cincuenta milímetros (150 mm) debajo de las cotas proyectadas del fondo exterior de la tubería.

Una vez preparada la superficie, se colocará la solera con el material y ancho especificado en un espesor no menor de ciento cincuenta milímetros (150 mm) o según sea establecido y aprobado por la Fiscalización.

La tubería se colocará en forma ascendente, comenzando por el lado de salida y con los extremos acampanados o de ranura dirigidos hacia el sumidero. El fondo de la tubería se deberá ajustar a los alineamientos y cotas señalados en los planos del proyecto.

La sujeción de la tubería se llevará hasta una altura no menor de $\frac{1}{4}$ del diámetro exterior, en todo el ancho de la zanja.

Las conexiones de la tubería con el sumidero se efectuarán a las cotas debidas, de forma que los extremos de los conductos coincidan al ras con las caras interiores de los muros. A su vez la conexión del sumidero con la cuneta se realizará de forma que el fondo quede enrasado con el punto bajo de la cuneta.

Después de la terminación de cada unidad se procederá a su limpieza total, incluido la tubería, eliminando todas las acumulaciones de limo, residuos o materias extrañas de cualquier tipo, debiendo mantenerse libres de tales acumulaciones hasta la recepción de las obras.

5.8.4 ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

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

- Verificar que el Contratista emplee el equipo aprobado y comprobar su estado de funcionamiento.
- Comprobar que los tubos y demás materiales y mezclas por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación.

- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.
- Verificar que el alineamiento y pendiente de la tubería estén de acuerdo con los requerimientos de los planos.
- Medir las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Contratista.

La Fiscalización no aceptará el empleo de tubos que presenten:

- Fracturas o grietas que atraviesen la pared del tubo, excepto una grieta en el extremo que no exceda el espesor de la junta.
- Defectos que indiquen dosificación, mezcla o moldeos inadecuados.
- Defectos superficiales tales como textura abierta tipo “panal de abejas” o “coqueras”.
- Extremos dañados que impidan la construcción de juntas aceptables.
- Cualquier grieta continua que tenga un ancho en superficie igual o superior a tres décimas de milímetro (0,3 mm) y se extienda en una longitud mayor de trescientos milímetros (300 mm), en cualquier sitio del tubo.
- Sonido que no sea claro al colocarlos en posición vertical y golpearlos ligera y secamente con un martillo liviano

El Contratista deberá suministrar a la Fiscalización, sin costo para el MOPC, muestras para ensayo hasta el medio por ciento (0,5%) del número de tubos de cada diámetro incluidos en la obra, sin que en ningún caso sean menos de dos (2) ejemplares. Los tubos deberán encontrarse sanos y tener la longitud completa.

Para determinar la sanidad del tubo, se colocará verticalmente y se golpeará con un martillo, debiendo dar un timbre metálico. Si ello no sucede o si en el tubo se advierten grietas u otros

defectos de forma o dimensiones en exceso de los límites aceptados por esta especificación, se descartará y se reemplazará por una muestra adicional del mismo embarque que sea sana, sin que dicho reemplazo implique costo alguno para el MOPC.

El ensayo de resistencia al aplastamiento se efectuará sobre por lo menos el setenta y cinco por ciento (75%) de los tubos recibidos para ensayo. La tubería se considerará satisfactoria, si todos los tubos de prueba igualan o exceden la resistencia mencionada en la [Tabla 5-1](#).

Si uno o más tubos no cumplen este requisito, el Contratista deberá suministrar, a su costo, dos tubos por cada tubo insatisfactorio y el embarque sólo será aceptado cuando todos los tubos adicionales cumplan el requisito de resistencia.

De cada tubo satisfactorio, se tomará una muestra para el ensayo de absorción, la cual deberá tener un área entre setenta y siete y ciento veintinueve centímetros cuadrados ($77 \text{ cm}^2 - 129 \text{ cm}^2$), un espesor igual al de la pared del tubo y estar exenta de grietas visibles. El embarque sólo se considerará satisfactorio si todas las muestras ensayadas cumplen el requisito de absorción.

Diámetro interno

Para el diámetro interno de diseño de 800 mm, se permitirá un diámetro máximo de 815 mm. Para diámetros diferentes, deberá consultarse la especificación AASHTO M-170M.

Espesor de la pared

El espesor de la pared no podrá ser menor que el indicado en la [Tabla 5-1](#). Tampoco podrá exceder en más de cinco milímetros (5 mm) en los tubos de ochocientos milímetros (800 mm).

Se admitirán tubos con variaciones localizadas de espesor por fuera de estos límites, si cumplen los requisitos de los ensayos físicos indicados por la Fiscalización.

Longitud

Ningún elemento individual podrá tener una longitud que varíe en más de trece milímetros (13 mm) respecto de la indicada en los planos.

La Fiscalización no autorizará la colocación del concreto para solera, si la superficie de apoyo no se encuentra correctamente preparada.

5.8.5 CONTROL DE CALIDAD

La tubería será objeto de rechazo si en tramos rectos presenta variaciones de alineamiento de más de diez milímetros por metro de longitud (10 mm/m).

La Fiscalización tampoco aceptará los trabajos si, a su juicio, las juntas están deficientemente elaboradas.

Todos los materiales defectuosos y los desperfectos en los trabajos ejecutados deberán ser reemplazados y subsanados por el Contratista, a su costa, de acuerdo con las instrucciones de la Fiscalización y a plena satisfacción de éste.

5.8.6 MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, del paso salvacunetas suministrado y colocado de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones de la Fiscalización, a plena satisfacción de éste. La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería. No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada fuera de los límites autorizados por la Fiscalización.

5.8.7 PAGO

El pago se hará al precio unitario del ítem “Paso Salvacunetas con Sumidero” por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por la Fiscalización. El precio unitario deberá incluir todos los costos por concepto de suministro en el lugar de los tubos y su instalación; el suministro de los demás materiales y mezclas requeridos; la ejecución de las juntas; la colocación, vibrado y curado de las mezclas de concreto para la solera y la sujeción; las conexiones a los sumideros y cunetas; la limpieza de la zona de los trabajos; el transporte, disposición de los materiales sobrantes y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados y lo indicado por la Fiscalización.

Tabla 5–23: Forma de pago ítem paso salvacunetas con sumidero

Ítem de Pago	Forma de Pago
Paso salvacunetas con sumidero	Metro lineal (m)

5.9 CORDÓN DE HORMIGÓN SIMPLE

5.9.1 DESCRIPCIÓN Y ALCANCE

Esta sección se refiere al suministro y colocación de cordones de hormigón, prefabricados y/o confeccionados in-situ, de acuerdo con las formas, cotas y alineamientos señalados en el Proyecto.

5.9.2 MATERIALES

5.9.2.1 Hormigón

Los elementos de hormigón podrán ser prefabricados o confeccionados en sitio y deberán ser contruidos con hormigón de la clase F (150 kg/cm²). Éstos se asentarán sobre una base firmemente compactada. Los hormigones se ajustarán en lo pertinente, a los requisitos estipulados en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#).

En el caso de que el cordón fuera colocado en el lugar y si bajo éste, el Proyecto contempla una base o subbase de piedra u otra capa de material procesado y compactado en una etapa anterior a la ejecución de los cordones, éstos podrán apoyar directamente sobre dicha capa.

5.9.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

5.9.3.1 Características generales de los elementos de hormigón

Las características de los cordones a emplear serán definidas en el Proyecto. Los cordones prefabricados deberán tener como máximo 1,00 m de longitud, y los hormigonados en el lugar tendrán una longitud máxima de 3,00m entre juntas de contracción, excepto cuando se construyan adosados a un pavimento de hormigón existente, en cuyo caso su longitud deberá coincidir con el espaciamiento de las juntas de contracción de dicho pavimento.

Los cordones una vez instalados no presentarán desprendimientos de borde. En caso de detectarse este tipo de daño, la Fiscalización rechazará las piezas defectuosas, o todo el tramo colado in situ con esas deficiencias.

5.9.3.2 Disposición de los cordones prefabricados o colados en el lugar

Los cordones deberán quedar asentados sobre una base de apoyo firmemente compactada. Las unidades prefabricadas deberán colocarse tan próximas entre sí como sea posible y las juntas de unión deberán rellenarse con un mortero de proporción 1:3 (cemento: arena) en volumen. Las juntas verticales de contracción de los cordones confeccionados in situ se formarán en el hormigón fresco, mediante tablillas u otro material previamente aprobado por la Fiscalización. La junta longitudinal entre cordones y el pavimento, se rellenará con un mastic asfáltico u otro material bituminoso previamente aprobado por la Fiscalización.

Las caras expuestas deberán ajustarse a las alineaciones y cotas indicados en el Proyecto. Para verificar el alineamiento de los elementos se utilizará una regla recta de 3,00 m de longitud como mínimo, la que se colocará traslapando las uniones de los elementos, tanto en la cara superior como aproximadamente en la mitad de la cara lateral expuesta. Ningún punto de esas superficies deberá estar por debajo de 3mm del borde de la regla. En tramos curvos, sólo se comprobará el alineamiento de la cara superior.

Los cordones deberán ser previamente replanteados por medio de la materialización del eje que corresponde a la alineación de la arista superior, mediante el hilo de nivel. La excavación para el asiento de las piezas prefabricadas o de los moldes deberá respetar esta nivelación.

5.9.3.3 Relleno de respaldo.

El material de relleno de respaldo se colocará a partir de la cara exterior de los cordones, de acuerdo con el detalle de los planos del proyecto, con una pendiente transversal de al menos 4% hacia el talud del terraplén.

Los rellenos de respaldo deberán densificarse suficientemente para el servicio a que están destinados. La compactación se efectuará por capas de espesor terminado no mayor que 12 cm, preferentemente mediante el empleo de compactadores mecánicos de operación manual.

5.9.3.4 Procedimiento constructivo para hormigonados in situ.

El procedimiento constructivo se refiere al empleo de cordones moldeados in situ con empleo de moldes comunes comprendiendo las siguientes etapas:

- Excavación de la porción anexa al borde del pavimento, obedeciendo a los alineamientos, cotas y dimensiones indicados en el Proyecto;
- Ejecución de una base de asiento para regularización y apoyo de los cordones, firmemente compactada;
- Instalación de moldes según la sección transversal del cordón. Los tramos en curvas deberán tener una atención especial a los efectos de conseguir buenos acabados según las formas establecidas en el Proyecto.
- Instalación de moldes en la parte anterior y posterior del dispositivo.
- Llenado y vibración del concreto;
- Retiro de guías y moldes laterales;
- Relleno de las juntas, con mortero cemento-arena, en proporción 1:3.

5.9.3.5 Procedimientos constructivos para elementos prefabricados.

Este proceso ejecutivo se refiere al empleo de cordones prefabricados de hormigón, incluyendo las siguientes etapas constructivas:

- Excavación de la porción anexa al borde del pavimento, obedeciendo a los alineamientos, cotas y dimensiones indicados en el Proyecto.
- Ejecución de una base de asiento suficientemente compactada para regularización y apoyo de los cordones;
- Colocación y asentamiento de los cordones prefabricados, en forma compatible con el Proyecto;
- Tomado de juntas entre las piezas con mortero cemento-arena, en proporción 1:3. Los cordones deberán ser fabricados en moldes metálicos estancos o de madera enchapada que permitan igual acabado. El hormigón será compactado por vibrado y los moldes serán capaces de soportar sin deformaciones dicha operación. Las piezas deberán tener como máximo 1,00 m de largo debiendo reducirse esta dimensión en segmentos en curva a longitudes adecuadas al diseño mostrado en los Planos o lo instruido por la Fiscalización.

5.9.3.6 Procedimientos constructivos para cordones con encofrados deslizantes.

Este procedimiento se refiere al empleo de formas metálicas deslizantes, acoplados a máquinas automotrices comprendiendo las etapas de construcción relacionadas seguidamente:

- Excavación de la porción anexa al borde del pavimento, obedeciendo a los alineamientos, cotas y dimensiones indicados en el Proyecto;
- Ejecución de una base de asiento para regularización y apoyo de los cordones;
- Lanzamiento del concreto,
- Interrupción del hormigonado y ejecución de juntas de dilatación, a intervalos iguales, no mayores que 12 m. Las juntas deberán ser rellenadas posteriormente con un mastic asfáltico.

5.9.4 ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

El trabajo será considerado aceptado cuando sean satisfechas las siguientes condiciones:

- El acabado sea satisfactorio a juicio de la Fiscalización;
- Las dimensiones externas del dispositivo no difieran de las del Proyecto en más de 10%, en puntos aislados, y

- La resistencia a la compresión simple estimada, determinada sea superior a la resistencia característica especificada.

5.9.5 CONTROL DE CALIDAD

5.9.5.1 Control geométrico y de acabado

El control de las condiciones de acabado de los cordones de concreto será efectuado por la Fiscalización en forma visual. El control geométrico consistirá en mediciones con cinta de mano de las dimensiones externas de los cordones, en sitios definidos en forma aleatoria a lo largo del trecho.

5.9.5.2 Control tecnológico

El control tecnológico del concreto utilizado en el moldeo in situ o en cordones prefabricados, será realizado mediante la rotura de cuerpos de prueba a compresión simple, a los siete días de edad, de acuerdo con lo prescripto en estas especificaciones técnicas. Para el efecto, dará ser previamente establecida una relación experimental entre las resistencias a la compresión simple a los siete, catorce y veintiocho días.

5.9.6 MEDICIÓN

Se cuantificará por metro (m) de cordón de hormigón simple en plataforma, y la medición se efectuará de acuerdo a la longitud estipulada en el Proyecto y aprobada por la Fiscalización.

5.9.7 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente al ítem “Cordón de hormigón simple en plataforma”.

El precio unitario remunera todas las operaciones, mano de obra, equipos y herramientas, excavaciones necesarias para la construcción, conformación de la base de apoyo de las piezas, materiales varios, juntas, rellenos de respaldo, transporte y encargos necesarios para la completa ejecución de los servicios, el suministro y colocación del hormigón masa, y cualquier otra actividad o trabajo necesario para cumplir con lo especificado.

Tabla 5–24: Forma de pago ítem cordón simple en plataforma

Ítem de Pago	Forma de Pago
Cordón de hormigón simple en plataforma	Metro lineal (m)

5.10 BAJANTE DE TERRAPLÉN

5.10.1 DESCRIPCIÓN

La unidad de obra incluye los siguientes trabajos:

- La nivelación y compactación del lecho de asiento de las bajantes.
- Las bajantes elaboradas con los materiales y operaciones necesarias.
- Los hormigones y morteros necesarios en la intersección entre bajantes o entre estas obras y otros dispositivos de drenaje.
- El hormigón necesario en ambos lados de la bajante con el objeto de aumentar su fijación al talud.
- Los agotamientos y drenajes necesarios.
- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

5.10.2 MATERIALES

Las características y dimensiones de las piezas se ajustarán a lo incluido en los planos del Proyecto.

El hormigón empleado para la fabricación de la bajante es de clase D (fck 210 kg/cm²), según lo especificado en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#).

Si se dispone de piezas prefabricadas que compongan las bajantes se someterán a la aprobación del Fiscal de obra, sin la cual no podrán ser puestas en obra. Las bajantes prefabricadas se revisarán antes de su puesta en obra, y si a juicio del Fiscal de obra tuvieran algún defecto, se podrán rechazarlas.

Las bajantes se limpiarán de todo tipo de cuerpos extraños y se mantendrán así hasta la recepción definitiva de las obras.

Se adoptarán las precauciones necesarias en los terrenos susceptibles de asentamiento para garantizar las cotas teóricas y evitar roturas de las bajantes.

5.10.3 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

La superficie de asiento deberá estar nivelada y presentará una pendiente uniforme.

El lecho de asiento de la bajante de hormigón se ejecutará en concreto simple, clase F, según lo especificado en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#), y con las características geométricas indicadas en los Planos del proyecto.

En caso de bajantes de piezas prefabricadas, la unión de las piezas de las bajantes se realizará con mortero de cemento, deberá estar constituido por una (1) parte de cemento Portland y tres (3) partes de arena para concreto, medidas por volumen en estado seco, con el agua necesaria para obtener una mezcla seca pero trabajable.

Una vez terminada la bajante, se procederá al relleno y compactación de la zona adyacente al terreno.

El Contratista deberá cuidar especialmente el perfecto drenaje de la zona durante la realización de la obra, tomando con la debida antelación las medidas necesarias para su protección contra aguas superficiales y de infiltración.

Cualquier sistema de desagüe provisional o definitivo se ejecutará de modo que no se produzcan erosiones.

5.10.4 MEDICIÓN

Las bajantes prefabricadas e “in situ” se medirán por metros lineales (m) realizados, medidos sobre el terreno.

5.10.5 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente al Ítem “Bajante de terraplén”. El precio unitario remunera todas las operaciones, mano de obra, equipos y herramientas, excavaciones necesarias para la construcción, conformación de la base de apoyo de las piezas, materiales varios, juntas, rellenos de respaldo, transporte y encargos necesarios para la completa ejecución de los servicios.

Tabla 5–25: Forma de pago ítem bajante de terraplén

Ítem de Pago	Forma de Pago
Bajante de terraplén	Metro lineal (m)

5.11 DISPOSITIVOS DE DRENAJE EN TERRAPLÉN

5.11.1 DESCRIPCIÓN

Esta sección se refiere a la construcción de las obras necesarias para captar y disponer las aguas que escurren sobre la plataforma del camino, en los sectores indicados en los planos y en los lugares indicados por la Fiscalización.

Consiste en la construcción de canaletas laterales de hormigón para el descenso de agua de la calzada captada a través de las cunetas revestidas en el caso de los cordones cunetas en taludes en terraplén.

5.11.2 MATERIALES

El hormigón para la construcción de este ítem, incluyendo los disipadores de descargas de hormigón cuando corresponda, será de la clase F (150 kg/cm²) y deberá cumplir con lo estipulado en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#).

5.11.3 EQUIPO

Al respecto, es aplicable todo lo que resulta pertinente de [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#), y además, se deberá disponer de elementos para su conformación, para la excavación, carga y transporte de los materiales, así como equipos manuales de compactación.

5.11.4 REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Las canaletas de bajadas se construirán en los taludes en terraplén, para descargar las aguas que escurren a través de las cunetas y otras obras revestidas que forman parte del drenaje superficial. También se construirán en sectores de terraplén o laderas naturales, donde la plataforma queda confinada por obras revestidas del drenaje superficial.

Las obras se construirán con las dimensiones y características señaladas en los planos del Proyecto. Los embudos deberán disponer de una o dos entradas de captación según corresponda. Estos últimos se construirán en los puntos bajos del camino, pudiendo requerirse más de una bajada, dependiendo del caudal a evacuar.

Cuando por efectos del caudal o de la pendiente de descarga, puedan provocarse erosiones del terreno natural, se construirá disipadores de energía de piedra u otra forma similar en el punto de descarga de la bajada de agua o lo que disponga al respecto la Fiscalización.

Después de efectuar las excavaciones requeridas por las obras, se compactará el sello de éstas hasta alcanzar una base satisfactoriamente densificada y en un espesor mínimo de 0,20 m. Todas las obras de hormigón se construirán en sitio.

Los desagües de hormigón deberán ser previamente replanteados por medio de la materialización del eje que corresponde a la alineación de la arista superior. Esta materialización, se obtendrá mediante el hilo de nivel.

Los moldes para la ejecución "in situ" de los desagües de hormigón deberán ser metálicos, admitiéndose el empleo de otros materiales que proporcionen una buena terminación. Una vez concluidos los desagües, deberá ejecutarse la terminación de los laterales con el revestimiento vegetal correspondiente.

Las estructuras tendrán juntas de construcción transversal cada 3,00 m, las cuales serán rellenadas con mezclas de arena-asfalto suficientemente flexibles.

5.11.5 MEDICIÓN

Los dispositivos de drenaje en desmontes se medirán por unidad ejecutada (un), medida en los lugares indicados en los planos y aprobados por la Fiscalización.

La Fiscalización no autorizará el pago de trabajos efectuados por fuera de los límites especificados, ni el de cunetas cuyas dimensiones sean inferiores a las del diseño.

5.11.6 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición descrito más arriba, serán pagadas a los precios unitarios contractuales correspondientes.

Esta partida incluye la construcción del embudo de hormigón para la captación de aguas y la descarga de agua de hormigón en sí. La partida incluye además las excavaciones necesarias, el perfilado y compactación del sello de fundación, la construcción del embudo, de la descarga y del Disipador de Energía y demás obras anexas de hormigón, materiales y cualquier otra actividad o trabajo necesario para cumplir con lo especificado.

Tabla 5–26: Forma de pago ítem dispositivo de drenaje simple en terraplén

Ítem de Pago	Forma de Pago
Dispositivo de drenaje simple en terraplén	Unidad (ud)

5.12 LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS

5.12.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la limpieza total, carga y acarreo a depósitos previamente aceptados por la Fiscalización, de los desechos provenientes de la limpieza de estructuras de drenaje menor y alcantarillas de la carretera. Algunas de ellas existentes.

Este trabajo incluye la limpieza de alcantarillas celulares, tubulares de diámetro comprendido entre 0,80 m y 2,0 metros y la limpieza y adecuación a la entrada/salida de obras de drenaje existentes.

5.12.2 MATERIALES

Los materiales que sean empleados para reparación o renovación bajo las diversas partidas de pago deben ajustarse a los requisitos de las secciones correspondientes.

5.12.3 EQUIPO

Las operaciones de limpieza de alcantarillas, cunetas u estructuras de drenaje menor serán ejecutadas mediante la utilización de equipo adecuado, complementado con el empleo de servicios manuales si es necesario. El equipo será función de las características geométricas de las obras a limpiar, de las condiciones de su entorno, y de los plazos exigidos para la conclusión de la Obra.

5.12.3.1 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Limpieza de alcantarillas

Toda materia extraña dentro de la línea de alcantarilla debe ser eliminada mediante métodos que no causen daños a la tubería. La limpieza debe ser total para que las aguas pluviales corran sin obstrucción alguna. La limpieza total será realizada en todas las tomas, cabezales y alcantarillas que así lo requieran conforme lo establecido por la Fiscalización.

No se permite dejar desechos en montículos cercanos a dichas obras de arte, que puedan por efecto de las lluvias volver a obstruir estas estructuras.

No se permite depositar desechos de material producto de la limpieza, en cuencas, vías o lugares en que se pueda atentar contra la estética o la ecología de la zona.

La Fiscalización debe aprobar previamente al pago, la limpieza realizada y el destino de los desechos.

Cada día, al finalizar las obras de limpieza de las alcantarillas, tomas, cabezales y cunetas, se debe recoger los desechos producto de estas labores y depositarlos en los lugares previamente aprobados por la Fiscalización.

Limpieza y adecuación a la entrada/salida de obras de drenaje existentes

Se realizará la limpieza de la entrada y salida de las obras con los medios mecánicos necesarios. Esta actividad consistirá en la limpieza de todos los materiales, ya sean arenas, rocas, o cualquier tipo de suelo, que se hayan depositado por efecto de la sedimentación en la zona adyacente a la entrada y a la salida de las obras de drenaje transversal, así como la remoción de troncos, maleza, y cualquier basura que retenida en la sección aguas arriba y aguas abajo, dentro de la franja de dominio, que no permita el libre flujo del agua a través de la estructura.

No se permite dejar desechos en montículos cercanos a dichas obras de arte, que puedan por efecto de las lluvias volver a obstruir estas estructuras.

No se permite depositar desechos de material producto de la limpieza, en cuencas, vías o lugares en que se pueda atentar contra la estética o la ecología de la zona.

La Fiscalización debe aprobar previamente al pago, la limpieza realizada y el destino de los desechos.

Cada día, al finalizar las obras de limpieza de las alcantarillas, tomas, cabezales y cunetas, se debe recoger los desechos producto de estas labores y depositarlos en los lugares previamente aprobados por la Fiscalización.

5.12.4 CONDICIONES DE ACEPTACIÓN

El control de las operaciones de limpieza de alcantarillas, cunetas y estructuras de drenaje menor se hará por apreciación visual de la calidad de los trabajos.

5.12.5 MEDICIÓN

Esta actividad será medida y pagada de acuerdo a lo establecido en esta especificación y aceptada por el Fiscal. La unidad de medición será la de metro lineal (m).

5.12.6 PAGO

El pago de esta actividad será la compensación plena por todo el equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalización y cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad. Los trabajos de limpieza de alcantarillas y estructuras de drenaje menor, medidos conforme está estipulado, serán pagados al precio unitario contractual correspondiente al siguiente ítem de pago:

Tabla 5–27: Forma de pago ítem limpieza de alcantarillas

Ítem de Pago	Forma de Pago
Limpieza de Alcantarillas	Metro lineal (m)

El costo de la limpieza de las estructuras accesorias de drenaje ya existentes será incluido como parte del pago para la limpieza de tubería y cunetas. No se hará ningún pago adicional para estos trabajos.

6 OBRAS COMPLEMENTARIAS

6.1 ALAMBRADOS

6.1.1 DESCRIPCIÓN

Se refiere a la retirada de cercos de alambre existentes y construcción de cercos nuevos en los límites de la Franja de Dominio.

La delimitación de la franja de dominio de la carretera será hecha mediante alambradas implantadas de acuerdo a esta Especificación, y en conformidad con los detalles constructivos, alineaciones del proyecto y topografía del terreno indicados en los Planos y órdenes impartidas por la fiscalización. La alambrada se tenderá a lo largo de la carretera excepto en los puntos del proyecto en que fuera considerado innecesario, o así lo indique la Fiscalización.

Este trabajo consistirá en la limpieza de la franja de implantación, provisión e hincas de los postes de hormigón y en la colocación de hilos de alambre de las características y cantidades establecidas en el Proyecto.

6.1.1.1 Ubicación

A lo largo de la carretera ha sido prevista la construcción de alambradas con postes de hormigón armado para el confinamiento de la misma.

Esta alambrada determina el límite de la franja de dominio asociada a la carretera. Esta franja de dominio se dispone a 50m a cada lado del eje de la carretera, en toda la longitud de la misma, siendo la ocupación total de 100 metros de anchura.

El nuevo alambrado se ve interrumpido en cada intersección o acceso. Además, no se considera su colocación cuando ya existe previamente un cerramiento de cualquier tipo, no duplicando los dispositivos de cierre en ningún punto de la carretera.

A lo largo de la carretera se localizan diferentes tipos de alambradas para delimitación de la franja de dominio, las cuales se mantienen si se conservan en buen estado y se encuentran correctamente posicionadas.

6.1.2 MATERIALES

6.1.2.1 Postes de madera lampinada y refuerzos

Serán de madera lampinada, duras, preferentemente de curupay, urundey o urundey mí, recibiendo tratamiento preservativo en la base con aceite de creosota hasta una altura de 0,80 m, excepto en el portón de acceso a propiedad que será de 1,40 m. Los postes serán razonablemente rectos, de sección redondeada obtenida por labrado manual, con diámetro no menor de 0,10 m. La longitud de los postes no será menor que 2,20 m. El extremo superior del poste deberá presentar una cara chanfleada. Los postes serán de madera sana, exenta de nudos y huecos.

Los postes esquineros y los de portón tendrán las mismas características antes citadas, pero sus diámetros no serán menores que 0,20 m, siendo la longitud del poste de portón no menor que 2,80 m.

En el caso de portones, tranqueras deben ser utilizados los existentes, en el caso de encontrarse en buenas condiciones, caso contrario el Contratista debe ejecutar conforme a lo indicado en los planos.

6.1.2.2 Alambres

Será de 5 hilos, de tipo acerado galvanizado, ovalado, calibre N° 17/15. Las ataduras se harán con alambre galvanizado dulce calibre N° 14.

6.1.3 EJECUCIÓN

Antes del tendido del alambrado deberá ser realizada la limpieza de una faja de 2,00 m de ancho, 1 m a cada lado del tendido, para posibilitar la ejecución y conservación del alambrado. La limpieza

consistirá en el destronque, desbroce y desmonte que fuera necesario, para el tendido del alambrado en el nivel y alineamiento requerido.

6.1.3.1 Construcción de alambrado con postes de madera lampinada

Los postes se asentarán en los hoyos previamente cavados y el relleno posterior será compactado adecuadamente. La hilera de postes afirmado deberá presentar alineamiento correcto y sus cabezas formarán una línea continua.

Los postes serán colocados a una profundidad mínima de 0,80 m y de 1,40 m para el portón y distanciados 3,50 m entre sí.

Los orificios a alojar los alambres lisos, deberán taladrarse en el centro de la sección del poste y distanciados entre sí según indiquen los Planos.

En todas las esquinas, o en todos los puntos donde se produzcan cambios bruscos de alineación de la cerca, o a lo menos 400 m, se colocarán postes en arriostramientos como se indica en los Planos del Diseño Final de Ingeniería.

Los alambres deberán quedar tensos y no presentarán catenarias visibles entre los postes.

Los hilos de alambre deberán sujetarse firmemente a los postes mediante alambre para ataduras en los casos de alambres lisos.

6.1.3.2 Remoción de alambrado existente

El Contratista procederá a la extracción de los postes, alambres, portones, y todo material en la Franja de Dominio.

Los materiales provenientes de tales operaciones deben ser trasladados y depositados fuera de los límites de la Franja de Dominio, procediendo siempre de acuerdo con las órdenes que al efecto dicte Fiscalización y/o el Contratante.

Los trabajos de retiro del alambrado se llevarán a cabo adoptando todas las precauciones indispensables para recuperarlos sin producirle deterioros innecesarios.

Los materiales provenientes del retiro quedan a beneficio del propietario o en su defecto al Contratante.

Los pozos que queden como resultado del retiro de los postes deben ser llenados y compactados.

6.1.4 MEDICIÓN

La alambrada será medida por metro (m) de remoción y de construcción concluidas de acuerdo con estas Especificaciones, medida entre los extremos de los postes de cada línea continua del alambrado.

6.1.5 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición descrito arriba serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente a los ítems "Construcción de alambrado" y "Retirada de alambrados".

Dicho precio y pago será la compensación total por el trabajo descrito en estas Especificaciones, incluyendo, mano de obra, retiro de todos los materiales componentes y transporte y compactación de nuevos materiales. Será, además, compensación total por imprevistos y otros incidentales necesarios e inherentes para dar por completados este ítem.

Tabla 6–1: Forma de pago ítems Alambrados

Ítem de Pago	Forma de Pago
Construcción de alambrado	Metro lineal (m)
Retirada de alambrados	Metro lineal (m)

6.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

6.2.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de señalizaciones horizontales permanentes sobre un pavimento terminado.

Las señalizaciones a aplicar en el pavimento sirven para delimitar los bordes de pista, separar los carriles de circulación en autopistas y el eje de la vía en carreteras bidireccionales de una sola pista. También tiene por finalidad resaltar y delimitar las zonas con restricción de adelantamiento.

Considerando que el pavimento rígido ofrece una superficie de color gris o superficie clara, se establece que para que la señalización horizontal (pintura amarilla o blanca) deba evidenciarse o resaltarse, se prevé un contraste negro, por lo que se deberá ejecutar previamente una pintura negra como adherente_base y contorno (imprimación acrílica para termoplásticos) a las pinturas horizontales termoplásticas previstas.

A modo de ejemplo se muestra la siguiente imagen de pinturas en el pavimento rígido que aplica dicha consideración. La base y a su vez contorno negro a la pintura blanca o amarilla deberá envolver a las mismas sobresaliendo 2,5 cm en todos sus lados. El contraste oscuro es denominado Imprimación Acrílica para Termoplástica en base de agua de secamiento aire (resina acrílica de alto desempeño), y sirve como promotor de adherencia entre sustrato y la Pintura Termoplástica ya que provee una adherencia (tack) residual que funciona como base y adhesivo entre ellos. Se pretende incrementar la adherencia entre la pintura final Termoplástica, y la señalización horizontal definitiva que será termoplástica. Estas se describen a continuación y buscan prevalecer aplicaciones que mejoren en lo posible la seguridad vial (diurna y nocturna), por lo que la retrorreflectividad será una exigencia que se establece en estas EETT constructivas. Para el presente proyecto se define que el material a ser utilizado es el tipo III (Señalizaciones retrorreflectivas con pintura termoplástica).



Figura 1: Ejemplo de requerimiento de pintura horizontal con contraste negro

La aplicación se tiene que llevar a cabo de acuerdo con los procedimientos recomendados por el fabricante los que se deberán proporcionar a la Fiscalización antes de comenzar las operaciones. Los materiales para las señalizaciones de plástico sobre el pavimento tienen que ser aplicadas sólo a superficies con temperaturas dentro de los límites especificados por el fabricante para adhesión óptima.

Las pinturas blancas y amarillas superiores deben ser termoplásticas según indicaciones del MCPy 2019. En caso de no cumplir los parámetros de retrorreflectividad previo a la recepción de obra, el contratista deberá repintar o recuperar los grados o valores solicitados en estas EETT.

El equipo tiene que ser proporcionado mientras dure el período de instalación. El vendedor tiene que proporcionar asistencia técnica con respecto al funcionamiento y mantenimiento del equipo, así como la aplicación del material.

6.2.2 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN

No se permitirá la aplicación de ninguna marca en el pavimento en instantes de lluvia ni cuando haya agua o humedad sobre la superficie del pavimento. No se permitirá que los materiales lleguen a obra con envases rotos o tapas abiertas. La pintura y todos los otros materiales a utilizar deberán ser envasados en forma adecuada, según usos del fabricante. Cada envase deberá llevar una etiqueta con la siguiente información:

- Nombre y Dirección del Fabricante
- Punto de Embarque o Despacho
- Marca y Tipo de Pintura
- Fórmula de Fabricación
- Capacidad (número de litros del envase)
- Fecha de fabricación y número de lote del despacho.

La pintura termoplástica (blanca y amarilla) deberá cumplir:

- **PINTURA DE TRÁNSITO TERMOPLÁSTICA (TIPO III)**

Las de color blanco y amarillas, principales como se indican en la descripción (figura). Sus cualidades deben estar acordes con las establecidas en la Norma AASHTO M – 249, Cuya composición o formulación del material debe ser hecha por el fabricante debiendo reunir las consideraciones siguientes, las de la Tablas siguientes y la Norma AASHTO M-24

Características	Pintura Blanca		Pintura Amarilla	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
(1) Aglomerante (*) (%)	18	-	18	-
(2) Pigmento (%)				
• Dióxido de Titanio	10	-	-	-
• Pigmentos Amarillos			(*)	-
(3) Carbonato de Calcio e inertes (%)	-	42	-	(*)

El material termoplástico deberá mantener sin alteración las características dadas en esta especificación por un período no menor de un (1) año. Cualquier material que dentro de este período no cumpla alguno de estos requisitos deberá ser reemplazado por el Contratista

También las señalizaciones en el pavimento pueden estar conformadas por símbolos y palabras con la finalidad de ordenar encausar y regular el tránsito vehicular y complementar y alertar al conductor de la presencia en la vía de colegios, cruces de vías o intersecciones, zonas urbanas y otros elementos que pudieran constituir zonas de peligro para el usuario.

El diseño de las señalizaciones en el pavimento, dimensiones, tipo de pintura y colores a utilizar deberán estar de acuerdo a los planos y documentos del proyecto.

La señalización horizontal será de color blanco o amarillo. El color blanco define la demarcación de borde de calzada y de flechas, símbolos y letras. El color amarillo define la separación de corrientes de tránsito de sentido opuesto, las islas divisorias y las marcas para prevenir el bloqueo de una intersección.

6.2.3 RETRORREFLECTIVIDAD DE LAS PINTURAS DE TRÁNSITO

La retrorreflectividad de las pinturas con la finalidad de que las señalizaciones horizontales en el pavimento mejoren su visibilidad durante las noches o bajo condiciones de oscuridad o neblina, se consigue por medio de la aplicación de microesferas de vidrio que pueden ser premezcladas o post mezcladas con la pintura y que deben reunir las características de calidad y tamaño que se dan en las presentes especificaciones. El tipo E de la clasificación de las señalizaciones horizontales en el pavimento corresponde a cualquiera de las pinturas y materiales de la clasificación A y B sin aplicación de microesferas de vidrio. El tipo de material D por lo general incorpora microesferas de vidrio en su fabricación.

Toda la demarcación será reflectiva y deberá realizarse la medición de la retrorreflectancia horizontal de acuerdo a la norma ABNT NBR 14723. El ángulo de entrada (iluminación) es de 86,5°, con respecto a la normal al pavimento. El ángulo de observación es de 1,5°, ángulo entre el eje de iluminación y el eje de observación. Se exigirá los valores mínimos indicados en la siguiente tabla.

Tabla 6–2: Retrorreflectancia horizontal (MCD/Lux/m2)

Ángulos		Colores	
Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
86,5°	1,5°	250	150

Retrorreflectividad

El material debe mostrar los valores de retrorreflectividad que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 6–3: Valores de retrorreflectividad para el tipo D

Ángulo de entrada	Ángulo de observación	Retrorreflectividad en cd / m2 / lux	
		Blanco	Amarillo
86,0°	0,2°	500	400
86,5°	1,0°	300	175

6.2.3.1 Microesferas de vidrio

Las microesferas de vidrio constituyen el material que aplicado a las pinturas de tránsito producen su retrorreflectividad por la incidencia de las luces de los vehículos mejorando la visibilidad nocturna o condiciones de restricciones de iluminación como los producidos por agentes atmosféricos. La aplicación de las microesferas se hará por esparcido sobre la pintura. Deben cumplir los requerimientos establecidos en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para uso en señalización de Obras Viales.

Requisitos para Microesferas de Vidrio

Tabla 6–4: Características técnicas de microesferas de vidrio

Características técnicas evaluadas	Especificaciones				
	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V
% Granulometría (material que pasa)					
- Tamiz N° 8	-	-	-	-	100
- Tamiz N° 10	-	-	-	100	95 – 100
- Tamiz N° 12	-	-	100	95 – 100	80 – 95
- Tamiz N° 14	-	-	95 – 100	80 – 95	10 – 40
- Tamiz N° 16	-	-	80 – 95	10 – 40	0 – 5
- Tamiz N° 18	-	-	10 – 40	0 – 5	0 – 2
- Tamiz N° 20	100	-	0 – 5	0 – 2	-
- Tamiz N° 30	75 – 95	100	0 – 2	-	-
- Tamiz N° 40	-	90 – 100	-	-	-
- Tamiz N° 50	15 – 35	50 – 75	-	-	-
- Tamiz N° 80	-	0 – 5	-	-	-
- Tamiz N° 100	0 – 5	-	-	-	-

Características técnicas evaluadas	Especificaciones				
	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V
% Flotación	90 min.				
Índice de refracción	1,50 1,55				
Resistencia a la abrasión (lbs) (Ret. Malla Nº40)	30 min.				
Redondez (%)	70 min.				
Resistencia a la humedad	Las esferas no deben absorber humedad durante su almacenamiento. Ellos deben permanecer libres de racimos y grumos y debe fluir libremente desde el equipo de dispersión.				
Resistencia a los ácidos	No presentarán al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañados.				
Resistencia a la solución de 1N de cloruro cálcico	No presentarán, al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañadas.				

6.2.4 PROCESOS DE APLICACION

Variables a considerar para obtener la mejor aplicación:

- Esfericidad y granulometría de la microesfera.
- Recubrimiento y rango de aplicación.
- Temperatura de aplicación.
- Experiencia de los aplicadores.
- Costos de mantenimiento.
- Grado de embebido.
- Espesor de la película.
- Tránsito de Vehículos.
- Costo por día útil de la señal.
- Tipo de sustrato.

Para obtener la mejor performance de las microesferas de vidrio en cuanto a retrorreflectividad de los mismos deberán estar convenientemente embebidas en el material (la máxima retrorreflectividad se obtiene cuando el 60% de la microesfera se encuentra embebida en el material). Pueden ser aplicadas por tres procesos:

6.2.4.1 Por aspersión

Las microesferas son extendidas en la superficie de la señalización a través de dispositivos neumáticos (a presión) sea a presión directa o por succión. La extensión de microesferas deberá hacerse a través de dos picos inyectoros de material los que deberán estar alineados y distanciados para garantizar el vaciado, uniformidad de distribución y anclaje de las microesferas de vidrio.

6.2.4.2 Por gravedad

Las microesferas son transferidas del silo de almacenaje de las máquinas o de los carros manuales, a través de su peso propio y son extendidas en la superficie de la señalización a través de dispositivos adecuados.

Las microesferas deben ser aplicadas inmediatamente después de la aplicación del material para garantizar el perfecto anclaje de las mismas.

6.2.4.3 Manualmente

Las microesferas de vidrio serán extendidas sobre el material recién aplicado, con el impulso de las manos, este proceso solamente debe ser empleado cuando fuera imposible la utilización de los otros dos procesos, pues no hay una perfecta distribución de las esferas en la superficie del material, ni consistencia en el anclaje, lo que representa un inconveniente en términos de obtención de la máxima retrorreflectividad.

6.2.5 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA

6.2.5.1 Microesferas de vidrio almacenadas en obra

Deberán ser enumeradas o registradas con la finalidad de obtener una identificación (número de saco) y muestreo representativo de c/u de ellos.

6.2.5.2 Muestras de microesferas de vidrio para ensayos de calidad

Se escogerá cualquiera de los sacos almacenados para realizar un muestreo con la finalidad de obtener una muestra representativa para realizar los ensayos en Laboratorio.

Nota: Cabe indicar que el muestreo por saco de microesfera estará condicionado a la cantidad existente in situ.

6.2.5.3 Identificación de las muestras

Las microesferas de vidrio muestreadas deben ser empacadas en recipientes secos a prueba de humedad, cada paquete debe contener la siguiente información:

- Nombre del Proyecto.
- Identificación de la muestra (Nº saco).
- Nombre del fabricante.
- Marca – tipo – sello.
- Nº de lote.

Nota: Las operaciones de ensayo deben ser desarrolladas inmediatamente después de remover las microesferas en un desecador.

6.2.5.4 Parámetros considerados para un mejor control de calidad en obra

Para un buen control de calidad en obra (Inspección y la evaluación de la señalización vial horizontal) debe considerarse:

- Materiales
- Preparación de material
- Equipos
- Dimensiones
- Pavimento
- Retrorreflectividad
- Pre-marcación
- Espesores
- Condiciones ambientales

Cuando se apliquen en el eje dos franjas longitudinales paralelas deben estar separadas a una distancia de cien milímetros (100 mm) medidos entre los bordes interiores de cada línea.

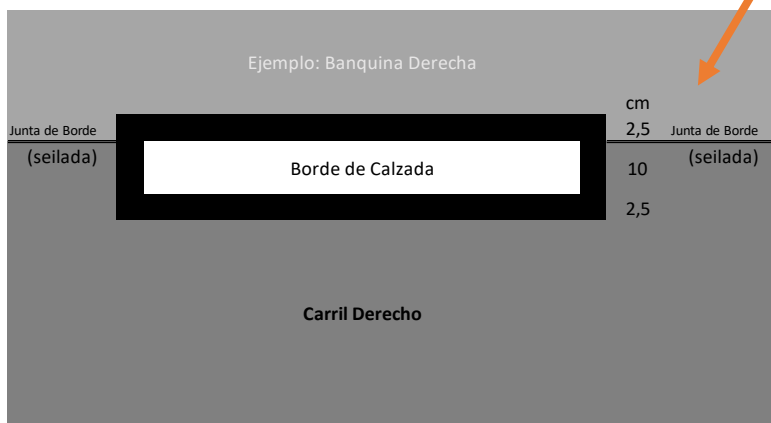
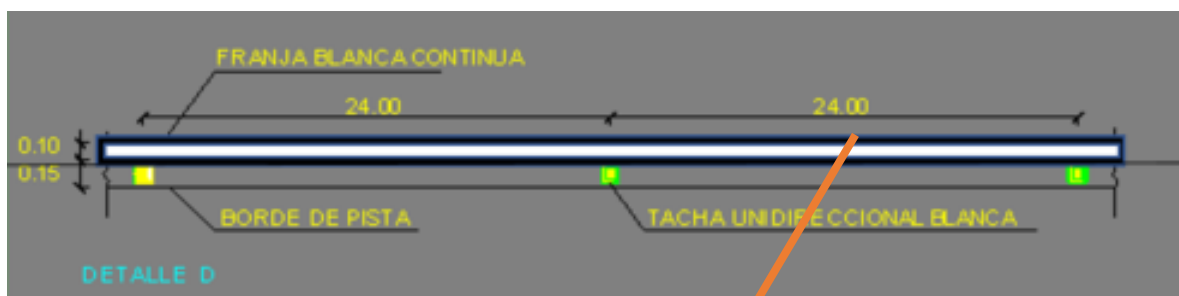
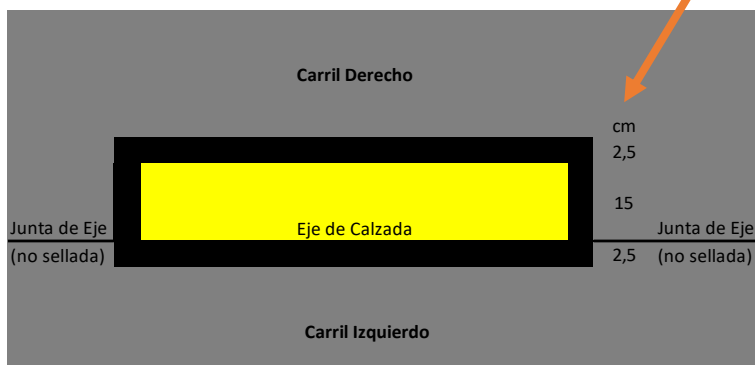
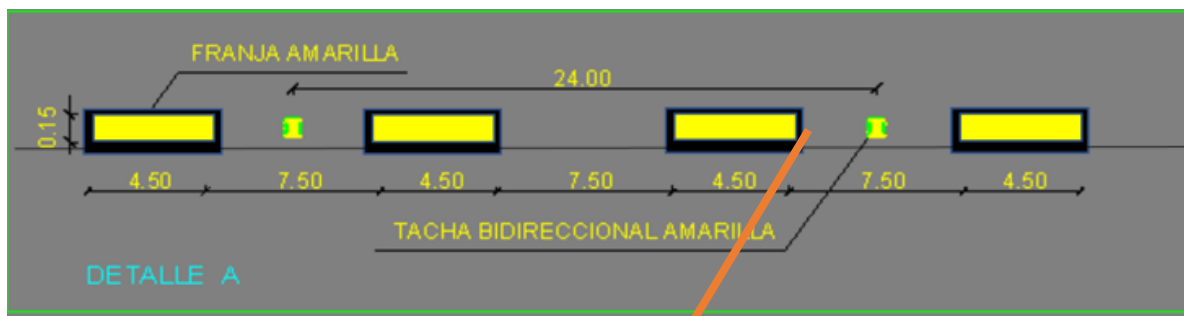
6.2.6 DIMENSIONES

Las líneas o bandas pintadas sobre el pavimento deben ser lo suficientemente visibles para que un conductor pueda maniobrar el vehículo con un determinado tiempo de previsualización.

Las dimensiones de línea o banda que se debe aplicar al pavimento, así como de las flechas y las letras tienen que ser de las dimensiones indicadas en los planos.

Todas las señalizaciones tienen que presentar una apariencia clara, uniforme y bien terminada. Las señalizaciones que no tengan una apariencia uniforme y satisfactoria, durante el día o la noche, tienen que ser corregidas por el Contratista de modo aceptable para la Fiscalización y sin costo para el MOPC.

La señalización horizontal comprenderá los siguientes elementos:



6.2.6.1 Marcas Longitudinales

Líneas centrales de color amarillo en el centro de la calzada para separar ambos sentidos de circulación.

La línea será discontinua y de 15 cm de ancho y presentará una longitud de segmento pintado de 4,50 m y una longitud del espacio sin pintar de 7,50 m en vías rurales.

La línea central discontinua será de 12 cm de ancho y con tramos pintados de 3 m espaciados una longitud de 5 m en vías urbanas.

Cuando se deba prohibir el adelantamiento, se dispondrá además una línea continua y cuando la situación sea simultánea en ambos sentidos de circulación no se demarcará la línea discontinua. Todas las líneas serán de 15 cm de ancho.

Líneas de separación de rampas de entrada o de salida para separar el carril de circulación de dichas rampas. Línea discontinua color blanco de espesor mínimo 15 cm en vías secundarias y terciarias o 20 cm en primarias. Con tramos de 1 m separados 1 m en carretas secundarias o tramos de 1 m separados 2 m en carreteras primarias.

Líneas de borde de carril continuas de color blanco y 15 cm de ancho en vías con velocidad mayor de 60 Km/h y con 10 cm sobre ancho mediante pintura negra de base y de contorno.

Líneas segmentadas de borde de carril de color blanco con tramos pintado de 3 metros espaciados cada 9 m en vías de velocidad mayor de 80 Km/h y con trazos de 3 metros espaciados 5 m en vías de velocidad menor.

No se dispondrán líneas de demarcación de banquetas pavimentadas porque las mismas tienen una anchura de 1,00 metros y el Manual de Carreteras establece en su apartado 108.01.7 del Tomo 5 Volumen II que esta demarcación se hará cuando su ancho sea superior a 3 metros.

6.2.6.2 Marcas transversales

Se dispondrán líneas de pare de color blanco para indicar el sitio de parada de vehículos antes de entrar a las intersecciones (para carreteras de 100 km/h en todas las intersecciones). Las líneas de pare se disponen en las vías secundarias, serán de color blanco y de 20 cm de ancho.

Demarcación de ceda en las zonas donde la visibilidad lo permita, se reemplazará la marca de pare por la de ceda. El símbolo de pare irá acompañado por las líneas de detención que estarán constituidas por dos líneas blancas discontinuas con trazos de 60 cm y espaciado de 30 cm y 20 cm de ancho.

6.2.6.3 Flechas

Se dispondrán de flechas de indicación de las direcciones posibles previo a todos los cruces, para orientar al conductor sobre los movimientos permitidos.

6.2.6.4 Bordes alertadores o franjas sonoras

Se recomienda la colocación de elementos sonoros en el borde de la calzada cuando el tiempo de viaje sea superior a dos horas.

El borde alertador consiste en una línea dentada que produce un efecto sonoro y vibratorio dentro del vehículo, cuando éste traspasa dicha línea. Se instala normalmente en el borde de la calzada, unos centímetros dentro de la banquina o del área sobre la que se desea alertar al conductor que no ingrese. El diseño considera sectores elevados de demarcación cuya altura varía entre 8 mm y 15 mm, con largo entre 10 cm y 25 cm, y separación de 50 cm a 70 cm.

Las Franjas Sonoras consisten en rebajes transversales que se ejecutan en banquetas pavimentadas, lo que produce un efecto sonoro y vibratorio dentro del vehículo, advirtiéndolo al conductor que está abandonando la calzada y debe efectuar maniobras de control.

Estos rebajes tienen una profundidad de 2,5 cm y ancho de 5 cm, y deben ejecutarse transversalmente a la banquina en una longitud de 90 cm, separados 20 cm entre sí.

Se propone la colocación de pintura con resalto en los tramos de vía rectos de longitudes superiores a 1 km.

6.2.7 SEÑALIZACIONES PINTADAS

Las señalizaciones pintadas con material que corresponde a los tipos de pintura definidos deben tener un espesor húmedo mínimo de 15 mils (0,381 mm), medida sin aplicar microesferas de vidrio o con una tasa de aplicación de pintura de 2,5 - 2,7 m² por litro de pintura.

Para las señalizaciones con pintura premezcladas la tasa de aplicación será de 2,0 m² por litro de pintura incluyendo las microesferas (0,26 kg de microesferas por litro). En todo caso, la Fiscalización debe definir la velocidad de la máquina de pintar para obtener la dosificación y el espesor indicados.

Las señalizaciones se tienen que aplicar por métodos mecánicos aceptable por la Fiscalización. La máquina de pintar tiene que ser del tipo rociador, que pueda aplicar la pintura en forma satisfactoria bajo presión con una alimentación uniforme a través de boquillas que rocen directamente sobre el pavimento. Cada máquina tiene que ser capaz de aplicar dos rayas separadas, continuas o segmentadas, a la vez.

Cada depósito de pintura tiene que estar equipado con un agitador mecánico o manual cada boquilla tiene que estar equipada con válvulas de cierre adecuadas que aplicarán líneas continuas o segmentadas automáticamente. Cada boquilla debe tener un dispensador automático de microesferas de vidrio que funcionará simultáneamente con la boquilla rociadora y distribuirá las microesferas en forma uniforme a la velocidad especificada. Cada boquilla tiene que también estar equipada con cubiertas metálicas de jebe para protegerlas del viento.

La pintura tiene que ser mezclada bien antes de su aplicación y ésta tiene que ser aplicada cuando la temperatura ambiente sea superior a los cuatro grados centígrados (4°C) para las señalizaciones tipo A y de diez grados centígrados (10°C) para los de tipo B.

Las áreas pintadas se tienen que proteger del tránsito hasta que la pintura esté lo suficientemente seca como para prevenir que se adhiera a las ruedas de los vehículos o que éstos dejen sus huellas.

Cuando sea aprobado por la Fiscalización, el Contratista puede poner la pintura y las esferas de vidrio en dos aplicaciones de menor espesor para reducir el tiempo de secado en las áreas de congestionamiento de tránsito, sin que varíe la dosificación dispuesta por la Fiscalización.

Las pinturas de tránsito deberán cumplir con los siguientes requisitos:

6.2.7.1 Envasado

Las pinturas de tránsito dentro de sus envases no deberán mostrar asentamientos excesivos, solidificación o gelificación. Podrán ser fácilmente dispersados en forma manual y obtener un estado suave y homogéneo en color.

La pintura podrá ser almacenada hasta por períodos de seis (6) meses desde la fecha de su fabricación. Dentro de este período el pigmento no deberá mostrar cambios mayores de 5 KU con respecto a la pintura fresca en el momento de su fabricación.

6.2.7.2 Pulverizado

La pintura tal como ha sido recibida del fabricante deberá tener propiedades satisfactorias para su pulverización cuando se distribuye a través de boquillas de máquinas de pintado simple.

La película de pintura aplicada por pulverización deberá mostrar un acabado suave y uniforme con los contornos adecuadamente delineados, libres de arrugas, ampollas, variaciones en ancho y otras imperfecciones superficiales.

6.2.7.3 Peladuras

La pintura después de cuarenta y ocho (48 h) de aplicada no deberá mostrar síntomas de peladuras o descascamiento.

6.2.7.4 Microesferas de vidrio

Clasificación

Las microesferas de vidrio según la norma AASHTO M-247 se clasifica de acuerdo a su tamaño o gradación según lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 6–5: Clasificación de microesferas de vidrio (AASHTO M-247)

Tamiz	Porcentaje que pasa Tamiz	
	Tipo I	Tipo II
0,85 mm (Nº 20)	100	-
0,60 mm (Nº 30)	75 – 95	100
0,425 mm (Nº 40)	-	90 – 100
0,30 mm (Nº 50)	15 – 35	50 – 75
0,18 mm (Nº 80)	-	0 – 5
0,15 mm (Nº 100)	0 – 5	-

La aplicación de las microesferas estará de acuerdo con el espesor de la pintura, debiendo garantizarse una flotabilidad entre 50 y 60% a fin de garantizar la máxima eficiencia de retrorreflectividad de las microesferas aplicadas. Los planos y documentos del proyecto deben definir el tipo de microesferas a utilizar, siendo por lo general de mayor eficiencia y rendimiento las microesferas de vidrio tipo I.

Esfericidad

Las microesferas de vidrio deberán tener un mínimo de 70% de esferas reales.

Índice de Refracción

Las microesferas de vidrio deben tener un índice de refracción mínimo de 1,50

6.2.8 REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Las superficies sobre las cuales se vayan a aplicar las señalizaciones tienen que ser superficies limpias, secas y libres de partículas sueltas, lodo, acumulaciones de alquitrán o grasa, u otros materiales dañinos.

Las líneas laterales de borde del pavimento, de separación de carriles y del eje serán franjas de ancho definido en los planos y documentos del proyecto. Las líneas laterales de borde serán de color blanco y continuo. Las líneas separadoras de carril serán discontinuas de color blanco cuando delimita flujos en un solo sentido y de color amarillo cuando delimita flujos de sentido contrario; también podrán ser continuas en zonas de restricción de visibilidad.

Cuando se apliquen en el eje dos franjas longitudinales paralelas deben estar separadas a una distancia de cien milímetros (100 mm) medidos entre los bordes interiores de cada línea.

Dimensiones

Las líneas o bandas pintadas sobre el pavimento deben ser lo suficientemente visibles para que un conductor pueda maniobrar el vehículo con un determinado tiempo de previsualización.

Las dimensiones de línea o banda que se debe aplicar al pavimento, así como de las flechas y las letras tienen que ser de las dimensiones indicadas en los planos.

Todas las señalizaciones tienen que presentar una apariencia clara, uniforme y bien terminada. Las señalizaciones que no tengan una apariencia uniforme y satisfactoria, durante el día o la noche, tienen que ser corregidas por el Contratista de modo aceptable para la Fiscalización y sin costo para el MOPC.

6.2.9 SEÑALIZACIONES TERMOPLÁSTICAS

El material termoplástico sobre un pavimento de concreto portland deberá disponer del Primer del tipo base agua de secado en aire (resina acrílica de alto desempeño) de la familiar acrílica modificada de color negro como contraste a la señalización termoplástica definitiva (blanca o amarilla).

El termoplástico debe ser aplicado solo sobre pavimentos secos cuando la temperatura ambiental sea mayor de diez grados centígrados (10°C).

El pavimento bituminoso nuevo se tiene que lavar con una solución detergente seguido de un enjuague con agua para eliminar cualquier material extraño.

La aplicación del material se puede efectuar por el método de rociado o por el de moldeado en caliente, después que el termoplástico haya sido calentado a $220 \pm 3^\circ\text{C}$.

Para las líneas de eje y líneas separadoras de carriles el espesor de la línea debe ser como mínimo de 2,3 milímetros de película seca o tener una tasa de aplicación de 0,44 metros cuadrados por litro de material aplicado.

Para las líneas de borde o laterales se debe obtener como mínimo un espesor de 1,5 milímetros de película seca o tener una tasa de aplicación de 0,66 metros cuadrados por litro de material.

Las microesferas adicionales del Tipo I deben ser fijadas en el material termoplástico a razón mínima de 0,6 Kg por metro cuadrado, según lo indiquen los planos y documentos de Proyecto.

La resistencia mínima a la adherencia cuando se aplique a en el hormigón (concreto portland) será de 1,2 MPa.

El ancho y espesor de las líneas aplicadas al pavimento deben ser fijados en una sola aplicación.

Al tomar el material termoplástico la temperatura del pavimento y la ambiental la marca debe tener el espesor y ancho especificados y ser capaz de resistir las deformaciones que pueden producir los vehículos al transitar sobre la marca.

Las líneas recién moldeadas a presión tienen que ser protegidas del deterioro, y toda línea de tránsito deteriorada o que no se adhiera en forma correcta a la superficie del pavimento, tiene que ser reemplazada con líneas que cumplan con los requisitos de estas especificaciones a costo del Contratista. El material termoplástico podrá también ser utilizado como señal sonora aplicando franjas transversales a la Carretera según diseño del proyecto. En estos casos el espesor mínimo será de cinco milímetros (5 mm)

6.2.10 ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

6.2.10.1 Controles

Durante la ejecución de la aplicación de las señalizaciones horizontales en el pavimento la Fiscalización efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado de funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados y las dimensiones aplicadas. Comprobar los espesores de aplicación de los materiales y la adecuada velocidad del equipo. Comprobar que la tasa de aplicación de las microesferas de vidrio se halla dentro de las exigencias del proyecto.
- Comprobar que todos los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos
- Evaluar y medir para efectos de pago las señalizaciones sobre el pavimento correctamente aplicadas y aceptadas.

6.2.10.2 Calidad de los Materiales

Las señalizaciones horizontales en el pavimento solo se aceptarán si su aplicación está de acuerdo con las indicaciones de los planos, documentos del proyecto y de la presente especificación. Todas las dimensiones de las líneas de eje, separadora de carriles y laterales, símbolos, letras, flechas y otras señalizaciones deben tener las dimensiones indicadas en los planos. Las deficiencias que excedan las tolerancias de estas especificaciones deberán ser subsanadas por el Contratista a plena satisfacción de la Fiscalización.

Resistencia al deslizamiento: el coeficiente de rozamiento de las demarcaciones planas debe ser mayor o igual a 0,45, según mediciones con el Péndulo Británico (TRRL).

La calidad del material individualmente será evaluado y aceptado de acuerdo a estas especificaciones y con la certificación del fabricante que garantice el cumplimiento de todas las exigencias de calidad del material para las señalizaciones en el pavimento y de las microesferas de vidrio.

La Fiscalización a su criterio y de considerarlo conveniente podrá efectuar pruebas de cada lote de producción del material que se entregue en obra. Se considera un lote representativo la cantidad de mil litros (1 000 L) de pintura y mil quinientos kilogramos (1500 Kg) de microesferas de vidrio.

6.2.11 MEDICIÓN

La unidad de medición será el metro cuadrado (m²) independientemente del color de la marca aplicada. Las cantidades terminadas y aceptadas de señalizaciones horizontales sobre el pavimento serán medidas como sigue:

- a) Las líneas que se hayan aplicado sobre el pavimento serán medidas por su longitud total y ancho para obtener la cantidad de metros cuadrados que les corresponde.
- b) La medición longitudinal se hará a lo largo de la línea central o eje del camino.

Las señalizaciones, símbolos, letras, flechas y cualquier otra aplicación serán medidas en forma individual y sus dimensiones convertidas a metros cuadrados.

No habrá medida para la cantidad de microesferas de vidrio, pero la Fiscalización deberá hacer cumplir las dosificaciones indicadas en cada caso.

6.2.12 PAGO

La cantidad de m² de superficie terminada y aceptada de Señalización Horizontal, determinada como se indica en el Apartado anterior, se pagará al precio unitario contractual establecido para el ítem “Pintura Termoplástica blanca o amarilla” y Pintura de Imprimación Acrílica Negra”.

Este pago constituirá la compensación completa por la limpieza del pavimento a marcar, el replanteo de las señales, imprimación, provisión y aplicación de los materiales, provisión de toda mano de obra, equipos, herramientas, transportes, imprevistos y otros incidentes necesarios o inherentes para dar por completado satisfactoriamente el trabajo descrito en este ítem.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de trazo, delineación de las señalizaciones, preparación del terreno, preparación y suministro de materiales incluyendo las microesferas de vidrio, así como su transporte, almacenamiento, colocación y cuidado. Así mismo, suministro del equipo adecuado a cada tipo de marca, operador, personal, vehículo y protección del grupo de trabajo y en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos de demarcación del pavimento de acuerdo con los planos del Proyecto, esta especificación, y las instrucciones de la Fiscalización.

Tabla 6–6: Forma de pago ítem señalización horizontal

Ítem de Pago	Forma de Pago
Pintura Termoplástica blanca o amarilla	Metro cuadrado (m ²)
Pintura de Imprimación Acrílica Negra	Metro cuadrado (m ²)

6.3 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

6.3.1 DESCRIPCIÓN

Esta Sección se refiere a la provisión e instalación de señalización caminera del tipo vertical lateral incluyendo postes de sustentación y todos los elementos accesorios requeridos.

De no especificarse en el proyecto otra cosa, los trabajos abarcados en esta sección estarán de acuerdo, en lo que corresponda, con el Manual de Carreteras del Paraguay (MOPC), y/o las Disposiciones Especiales del MOPC al respecto.

Estas EETT incluyen a los Delineadores y a toda señalización vertical requerida por el Proyecto.

6.3.1.1 Tipos de Señales

Las señales deberán colocarse en ángulo recto respecto a la dirección y de frente al tránsito al cual sirven. La distancia mínima de colocación de la señal será conforme lo especifica. Ubicación Lateral de las Señales Verticales Tomo 5 Volumen Manual de Carreteras del Paraguay (MOPC)".

Las dimensiones se establecen conforme Dimensiones de los Tableros de la Señales Verticales Tomo 5 Manual de Carreteras del Paraguay (MOPC).

Señales de Advertencia: se utilizarán para prevenir al usuario respecto a curvas, puentes y otros sectores en los que amerite prestar atención. Tendrá forma cuadrada y colocadas con la diagonal correspondiente en forma vertical. En cuanto al color, el fondo será amarillo y el símbolo y orla será de color negro. En excepción en el cartel de zona escolar el fondo será fluorescente verde limón y el símbolo y orla será de color negro.

Señales Reglamentarias: se utilizarán para informar al usuario respecto a sectores en los que rigen reglamentaciones particulares tales como velocidad máxima, prohibido adelantarse, pare etc. Tendrán forma rectangular. En cuanto al color, el fondo será blanco, el círculo rojo, el símbolo negro, letras negras, y orla de color negro. Cuando estas señales indiquen prohibición, el anillo llevara una franja diametral del mismo ancho y color que el anillo, inclinada a 45° y siempre bajando desde la izquierda hacia la derecha. Las excepciones estarán dadas por la señal de PARE, que tendrá la forma de un octógono regular cuyo color será de fondo rojo reflectante con letras blancas y orla blanca, y la señal CEDA EL PASO que tendrá la forma de un triángulo equilátero con vértice hacia abajo, y cuyo color será de fondo blanco reflectante con la orla color rojo reflectante y letras color negro.

Señales Informativas:

- Señales de Ruta: Tendrá forma cuadrada. Las flechas complementarias se usarán en conjunto con el letrero para indicar el sentido que sigue la ruta.
- Señales de Destino: Se utilizarán para indicar al usuario el nombre de las poblaciones que se encuentran sobre la ruta y la dirección que deberá tomar.
- Señales de Servicio: Se utilizarán para identificar lugares donde se prestan servicios generales como gasolineras, puesto de socorro, teléfonos, aeropuertos, etc.
- Señales de Información General: Se utilizarán para identificar lugares, ríos, puentes, poblaciones, nombre de calles, sentido de tránsito, etc.

Las señales informativas serán de forma rectangular, con su mayor dimensión horizontal, excepto las señales de ruta que tendrán forma cuadrada y las señales de servicios que tendrán su mayor dimensión vertical.

La nomenclatura vial y urbana, destinos y distancias, tendrán el fondo de color verde reflectante y orla, leyenda, flechas y números en blanco reflectante.

Las señales de servicio tendrán fondo azul reflectante, símbolo negro, dentro de un cuadrado blanco. Cuando la señal lleve la distancia o flecha en la parte inferior, estas serán blancas sobre fondo azul, en cuyo caso el cuadro blanco ira desplazado hacia la parte superior.

6.3.2 MATERIALES

6.3.2.1 Placas

El tablero de los carteles, especificados en esta Sección, será de metal, tipo chapa galvanizada N°16, con cantos redondeados, comúnmente utilizado para la señalización. Deberá ser resistente, liviano, de buena terminación superficial y altamente resistente a la corrosión.

Las planchas serán cepilladas, perforadas y de cantos redondeados de 38mm de radio de curvatura. La superficie de las chapas será adecuada para proporcionar perfecta adherencia a la lámina reflectante.

Las dimensiones de las placas se corresponden con las indicadas en el Manual de Carreteras del Paraguay para la categoría “Autopista y Carreteras con ancho de corona entre 9 y 12 m”.

6.3.2.2 Láminas Reflectantes

Las placas deberán cubrirse con láminas retro reflectantes. Estas láminas, incluyendo los requisitos del tipo, color, contraste y niveles de retro reflectancia, y los requisitos de textos, ribetes, números, flechas y símbolos, deberán cumplir con lo establecido en las normas técnicas vigentes y en el Proyecto.

Todos los elementos tales como: fondo, caracteres, orla, símbolos, leyendas, pictogramas deberán cumplir con una intensidad retrorreflectiva del NIVEL TIPO XI (material de superintensa retrorreflectancia, en general con micropismas de vidrio), según se indica en la Norma ASTM D 4956 vigente.

El contratista deberá realizar la presentación del Certificado de Calidad de los materiales que pretenda utilizar y que garanticen el buen resultado del producto final. En el mismo se deberá indicar procedencia del material y características técnicas generales y deberá estar acompañado de una muestra de cada tipo de material ofrecido en tamaño de 0,20 x 0,30m.

6.3.2.3 Postes

Los postes serán de perfil “C” metálicos, de acero galvanizado al fuego medidas son 7 mm, 10 mm y 2 mm Medidas.

Las fijaciones también serán de acero galvanizado al fuego. Todos los elementos deberán ser aprobados por la Fiscalización.

6.3.2.4 Hormigón

El relleno de las excavaciones para empotrar los postes de sustentación deberá efectuarse como hormigón del Tipo indicado en los planos o el estipulado por la Fiscalización.

6.3.2.5 Símbolos y Leyenda

Los diseños y las leyendas que deben llevar las señales deberán ser presentados a la Fiscalización con suficiente anticipación para su aprobación.

6.3.2.6 Pinturas

El reverso de todos los tableros será pintado en color negro opaco. La pintura deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M – 70 para pintura del tipo esmalte sintético para intemperie.

6.3.2.7 Identificación

Parante: En la parte superior visible del poste, todas las señales llevarán la sigla DV-MOPC en sentido vertical, nítidamente inscrita y deberá estar aprobada por la Fiscalización.

Tablero: En la parte posterior de las placas deben estar impresos con material aprobado por la Fiscalización: CONTRATANTE: DV-MOPC, CONTRATISTA:, NUMERO DE LOTE:, MES Y AÑO DE FABRICACION:

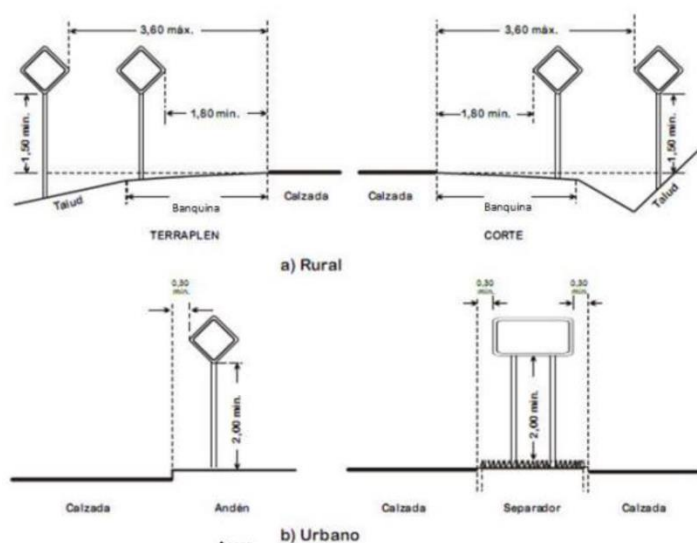
6.3.3 EQUIPO

El equipo para estos trabajos, deberán ser previamente aprobado por la Fiscalización. Todos los elementos deberán ser provistos en número suficiente para completar los trabajos en el plazo contractual establecido.

6.3.4 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Toda la señalización caminera descrita en esta Sección se instalará en la ubicación y con la mínima altura señalada en los antecedentes del Proyecto, con respecto a la distancia horizontal entre la orilla interior de la placa y el borde exterior de la banquina o pavimento, y la altura entre la parte inferior de la placa o estructura y la rasante de la plataforma del camino, respectivamente. Estas dimensiones varían según se trate de camino principal o secundario, zonas rurales o urbanas, tipo de señal e incluso si el lugar instalación se encuentra en corte o terraplén.

Se considerarán al menos las siguientes condiciones mínimas de instalación:



* En el caso de señalización vertical lateral en zonas rurales, el borde interior de la placa deberá quedar a 0,50m del borde de la banquina y a 1,20m del borde de la calzada cuando no exista banquina. Así mismo, el borde inferior de la placa deberá quedar a 1,50m sobre la calzada. En el caso de zonas urbanas, el borde interior de la placa deberá quedar a 0,30m del borde de la calzada y el borde inferior de la placa a 2,00m sobre calzada.

* La profundidad y área mínima de las excavaciones para la instalación de postes sustentadores de señalización vertical lateral, se ajustarán a lo señalado en el Proyecto. En todo caso, la profundidad mínima de empotramiento de los postes será de 0,50m. Con el objetivo de que la señal quede correctamente afirmada, el hueco no ocupado por los postes deberá rellenarse con hormigón del Tipo previsto en los planos y que cumpla con lo establecido en la Sección "Concreto de Cemento Portland", de estas especificaciones técnicas. Deberá conseguirse la perfecta verticalidad de los postes y correcta presentación del tablero.

En el caso de señales relativas a puentes y estructuras afines se deberán considerar delineadores verticales y señales informativas de identificación de las estructuras, con indicación del nombre del puente y rol del camino, en ambas entradas del puente.

Los postes deberán estar debidamente empotrados mediante crucetas sólidamente fijadas al poste.

Las señales serán confeccionadas con una terminación inobjetable de acuerdo con los planos y esta Especificación o lo que indique la Fiscalización. Las láminas reflectantes serán aplicadas sobre planchas limpias con un sistema al vacío, con calor o sistema similar.

En la parte superior visible del poste, todas las señales llevarán la sigla DV-MOPC en sentido vertical, nítidamente inscrita.

6.3.5 EXIGENCIAS Y CONTROL DE CALIDAD

Se realizará la verificación de calidad de las láminas reflectantes, los tableros y los postes, así como del diseño y ubicación de las señales, en correspondencia con lo indicado en estas especificaciones y lo ordenado por la Fiscalización.

El fabricante de materiales retro reflectantes debe adjuntar una copia de un certificado de calidad emitido por un laboratorio en el país en el que se haya fabricado el material preferiblemente; este laboratorio debe estar avalado por la American Association for Laboratory Accreditation (A2LA) o cualquier otro cuerpo de acreditación signatorio del acuerdo de reconocimiento mutuo (MRA por su sigla en Inglés) de la International Accreditation Cooperation (ILAC).

El certificado debe incluir los valores mínimos de acuerdo al estándar ASTM D4956 y presentado ante la Supervisión antes de la adquisición de los materiales o del inicio de la fabricación de las señales de tránsito. Todas las documentaciones presentadas deberán estar validadas/certificadas por los entes u organismos internacionales correspondientes de autoridad en países de origen con la República del Paraguay.

El Departamento de Seguridad Vial del MOPC hará la verificación del cumplimiento de los requisitos especificados en este ítem y emitirá un Informe Técnico al respecto.

6.3.6 CONSERVACIÓN

El Contratista deberá tomar todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito, peatones y del personal de faena durante la ejecución de la obra.

6.3.7 MEDICIÓN

Se cuantificará por metro cuadrado (m²) de Señalización Vertical instalada y aprobada por la Fiscalización; la medición se efectuará de acuerdo a las dimensiones teóricas de cada tipo de señalización.

6.3.8 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente al Ítem “Señalización Vertical”.

Esta partida incluye el suministro y colocación de la señalización vertical lateral del tipo reglamentario, preventivo e informativo, cualesquiera sean sus dimensiones y características, incluyendo los postes de sustentación, cualquiera sea el número y tipo, pernos, accesorios, excavaciones, rellenos, manejo del tránsito, autocontrol de calidad y todas las actividades u operaciones necesarias para cumplir con lo especificado.

Tabla 6-7: Forma de pago ítem señalización vertical

Ítem de Pago	Forma de Pago
Señalización Vertical	Metro cuadrado (m ²)

6.4 DELINEADORES O TACHAS REFLECTIVAS

6.4.1 DESCRIPCIÓN

Los delineadores son elementos que tienen por finalidad remarcar o delinear segmentos de carretera que por su peligrosidad o condiciones de diseño o visibilidad requieran ser resaltados para advertir al usuario de su presencia.

Entre los delineadores se consideran:

- Las tachas reflectivas.
- Los tachones reflectivos

La forma, dimensiones y tipo de material de los delineadores serán indicados en los planos y documentos del Proyecto.

6.4.2 MATERIALES

6.4.2.1 Tachas Reflectivas

Las tachas delineadoras serán fabricadas con materiales plásticos, epóxicos o similares de alta resistencia. El lente estará constituido por un material retrorreflector prismático. Las tachas deben ser sin pernos.

Dimensiones

Las tachas tendrán una altura máxima de veinte milímetros y tres décimos de milímetro (20,3 mm) y el área de contacto con la superficie del pavimento será cuando menos de ochenta centímetros cuadrados (80 cm²). El área del material retrorreflector proyectado deberá ser como mínimo trece y medio centímetros cuadrados (13,5 cm²) medido con respecto a un plano normal a la superficie de apoyo.

Resistencia a la compresión

Se determinará sobre tachas con dimensiones en largo o ancho menor a diez centímetros (10 cm)

La tacha probada deberá resistir una carga de dos mil setecientos veintisiete kilogramos (2.727 kg), sin romperse o tener una deformación superior a tres milímetros con tres décimas (3,3 mm).

Resistencia a la Flexión

Se determinará sobre tachas con dimensión en largo y ancho, ambos mayores o iguales a diez centímetros (10 cm).

Una tacha deberá soportar una carga de novecientos nueve kilogramos (909 kg), sin romperse o presentar una deformación mayor de tres milímetros con tres décimas (3,3 mm)

Color

Los documentos del proyecto indicarán el color por emplear, el cual deberá ser el mismo de la línea de demarcación, del pavimento (blanco o amarillo) según su ubicación.

Retrorreflectividad

La tacha deberá ofrecer retrorreflectividad o brillantez óptima por ambas caras, con los valores mínimos establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 6–8: Coeficientes de retrorreflectividad mínimo en milicandelas/lux

Ángulo de observación	Ángulo de Entrada	Blanco	Amarillo	Rojo
0,2°	0°	279	167	70
0,2°	20°	112	67	28

6.4.2.2 Tachones

Los tachones son dispositivos sólidos fabricados en resina poliéster maciza de color amarillo porcelanizado, de alta resistencia al impacto, que se anclan al piso mediante dos (2) espigas de varilla de acero corrugado de 16 mm (5/8") y 12 cm de longitud. Se utilizan para separar carriles de circulación en un mismo sentido, principalmente cuando se tienen carriles exclusivos para el transporte público.

Todos los bordes que unen las caras del tachón serán redondeados. Su altura será de 8 cm, el ancho de 15 cm y el largo de 40 cm. El área de contacto con la superficie del pavimento será como mínimo de 600 cm².

La base del tachón deberá estar libre de lustre o sustancias que pudieran reducir su ligadura con el adhesivo. Esta deberá ser plana. Se deberá utilizar únicamente pegante epóxico de dos (2) o más componentes.

6.4.2.3 Adhesivo

El material destinado a adherir la tacha con el pavimento deberá presentar unas características generales garantizadas por el fabricante. Este, además, deberá indicar la dosificación con la cual ha de aplicarse el producto. Se podrá emplear material bituminoso o adhesivo epóxico de dos (2) o más componentes. El adhesivo no se podrá emplear sin la aprobación de la Fiscalización.

Los adhesivos bituminosos deben cumplir con la norma ASTM 4280 – Anexo A1, alternativamente podrá utilizarse adhesivos epóxicos que cumplan con la normativa AASHTO M237-96.

6.4.3 EQUIPO

Se deberá disponer del equipo necesario para preparar la superficie del pavimento y para el transporte y colocación de las tachas, así como para la limpieza de la superficie luego de terminados los trabajos.

6.4.4 REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

6.4.4.1 Localización

Se dispondrán tachas reflectivas con el objeto de mejorar la visibilidad de la demarcación en circunstancias de humedad del pavimento.

Se dispondrán tachas reflectivas bidireccionales de color amarillo en las líneas centrales segmentadas, en el centro del espaciado (cada 12 m).

Se dispondrán tachas reflectivas bidireccionales de color amarillo / rojo entre las líneas centrales discontinua y continua, en el centro de cada espaciado (cada 9 m).

Se dispondrá de tachas reflectivas bidireccionales de color rojo entre las dos líneas centrales continuas (cada 9 m).

En la línea blanca de borde de pavimento se dispondrán tachas reflectivas bidireccionales de color blanco, colocadas al tresbolillo con respecto a las tachas centrales.

En el borde del pavimento se dispondrán de tachas reflectivas bidireccionales de color blanco, se instalarán al lado derecho de las líneas de borde de pavimento a una distancia de 5 cm. La separación longitudinal de las tachas reflectivas en tramos rectos será de 24 metros, mientras en zonas de curvas se colocarán con una separación de 12 metros.

En tanto la colocación de tachones en las intersecciones se realizarán en los bordes laterales de la isla en intervalos de 3 m.

6.4.4.2 Colocación

Los sitios elegidos para la colocación de las tachas se deberán limpiar de polvo, barro, suciedad y cualquier otro elemento extraño cuya presencia atente contra la correcta adhesión de la tacha al pavimento.

Para ello, se podrá emplear cualquier procedimiento que resulte satisfactorio para la Fiscalización. Las tachas se colocarán en los sitios previamente localizados fijándolas con el adhesivo indicado en estas especificaciones, a las distancias indicadas en los planos y documentos del Proyecto.

6.4.4.3 Control del tránsito

Será responsabilidad del Contratista la colocación de toda la señalización preventiva requerida para la ejecución segura de los trabajos, así como el ordenamiento del tránsito automotor durante el tiempo requerido según lo indicado por la Fiscalización.

6.4.5 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN

No se permitirá la colocación de postes y tachas en instantes de lluvia. Además, deberán atenderse todas las limitaciones atmosféricas adicionales que establezcan los fabricantes del adhesivo y de las tachas.

6.4.6 ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

6.4.6.1 Controles

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

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que todos los materiales cumplan con los requisitos de calidad exigidas en estas especificaciones.
- Impedir que las tachas se coloquen con anterioridad a la aplicación de las líneas de demarcación del pavimento.
- Verificar que los postes y las tachas queden correctamente colocadas.

6.4.6.2 Instalación de las tachas

La Fiscalización sólo aceptará el trabajo, si los delineadores (postes y tachas) han sido colocados de acuerdo con los planos, la presente especificación y sus instrucciones.

Todas las deficiencias que presenten los trabajos deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, y a plena satisfacción de la Fiscalización.

6.4.7 MEDICIÓN

Las tachas reflectivas y los tachones reflectivos se medirán por unidad (ud) instaladas de acuerdo con los documentos del proyecto y la presente especificación, debidamente aceptadas por la Fiscalización.

6.4.8 PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda tacha reflectiva colocada a satisfacción de la Fiscalización. El precio unitario deberá cubrir todos los costos inherentes al suministro de materiales y equipos, preparación de los sitios de colocación; transportes, almacenamiento, colocación y adhesivo de las tachas; señalización temporal y ordenamiento del tránsito; limpieza, remoción, transporte y disposición de desperdicios y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado.

Tabla 6–9: Forma de pago ítems tachas reflectivas

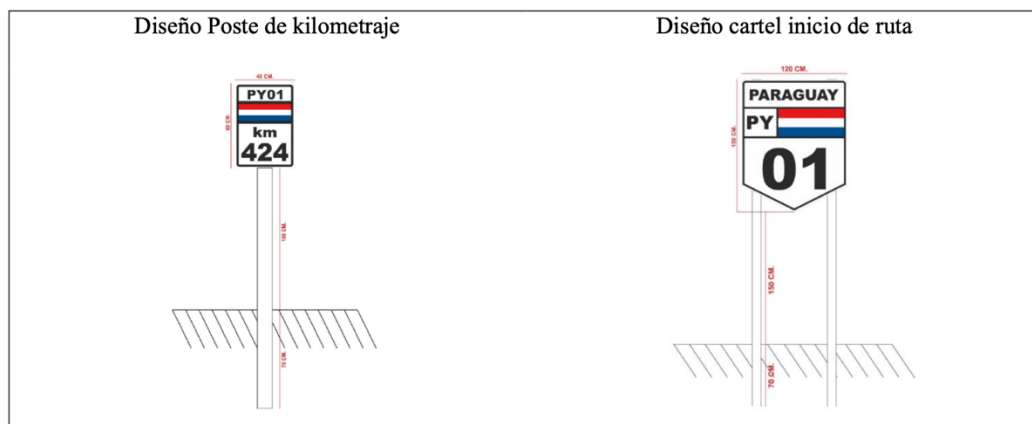
Ítem de Pago	Forma de Pago
Tachas Reflectivas Bidireccionales	Unidad (ud)
Tachas Reflectivas Monodireccionales	Unidad (ud)
Tachas reflectivas “Tachones”	Unidad (ud)

6.5 MOJÓN DE KILOMETRAJE

6.5.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, e instalación de postes de kilometraje y carteles indicativos de inicio de ruta en los sitios establecidos en los planos del Diseño Final de Ingeniería.

El diseño del cartel deberá estar de acuerdo con lo estipulado por Resolución Ministerial N° 1824/19 del MOPC y sus modificaciones si las hubiera.



6.5.2 MATERIALES

6.5.2.1 Placas

El tablero de los carteles, especificados en esta Sección, será de metal, tipo chapa galvanizada conforme a la norma ASTM A 36 calibre N°16 (1,6mm), de tamaño 0,4 x 0,6 metros, para los mojones de kilometraje y 1,5 x 1,2 metros, para los carteles de inicio de ruta, con cantos redondeados, comúnmente utilizado para la señalización. Deberá ser resistente, liviano, de buena terminación superficial y altamente resistente a la corrosión.

Las planchas serán cepilladas, perforadas y de cantos redondeadas. La superficie de las chapas será adecuada para proporcionar perfecta adherencia a la lámina reflectante.

6.5.2.2 Láminas Reflectantes

Las placas deberán cubrirse con láminas retro reflectantes de alta reflectividad TIPO XI de la Norma ASTM D- 4956 vigente. Estas láminas, incluyendo los requisitos del tipo, color, contraste y niveles de retro reflectancia, y los requisitos de textos, ribetes, números, flechas y símbolos, deberán cumplir con lo establecido en las normas técnicas vigentes y en el Proyecto.

Todos los elementos tales como: fondo, caracteres, orla, símbolos, leyendas, pictogramas, podrán ser realizados por impresión digital y deberán cumplir con una intensidad retrorreflectiva del NIVEL TIPO XI -ASTM D-4956, siempre que el fabricante garantice que la impresión digital tenga la misma duración que el laminado tradicional. Todas las láminas deben contar con una lámina transparente protectora anti grafiti, el cual protege a la lámina reflectiva manteniendo la calidad y la reflectancia de las mismas en todo momento.

El Contratista deberá realizar la presentación del Certificado de Calidad de los materiales que pretenda utilizar y que garanticen el buen resultado del producto final.

El fabricante de materiales retro reflectantes debe adjuntar copia de un certificado de calidad emitido por un laboratorio en el país en el que se haya fabricado el material preferiblemente; este laboratorio debe estar avalado por la American Association for Laboratory Accreditation (A2LA) o cualquier otro cuerpo de acreditación signatario del acuerdo de reconocimiento mutuo (MRA por sus siglas en Ingles) de la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

El certificado debe incluir los valores mínimos de acuerdo al estándar ASTM D4956 y presentado ante el inspector fiscal antes de la adquisición de los materiales o del inicio de la fabricación de las señales de tránsito.

También se deberá indicar procedencia del material y características técnicas generales y deberá estar acompañado de una muestra de cada tipo de material ofrecido en tamaño de 0,20 x 0,30m.

6.5.2.3 Postes

Los postes serán de perfil “C” metálicos, de acero galvanizado en caliente forme a la norma ASTM A 123 con medidas 6cm, 10cm, 1,5cm y 2mm de espesor.

El poste debe llevar por lo menos un perno de anclaje a 5 cm del extremo inferior del poste.

Las fijaciones también serán de acero galvanizado en caliente. Todos los elementos deberán ser aprobados por la Fiscalización.

6.5.2.4 Hormigón

El relleno de las excavaciones para empotrar los postes de sustentación deberá efectuarse como hormigón del Tipo indicado en los planos o el estipulado por la Fiscalización, y deberá ser de al menos $f_{ck} \geq 18$ MPa.

6.5.2.5 Pinturas

El reverso de todos los tableros será pintado en color negro opaco. La pintura deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M – 70 para pintura del tipo esmalte sintético para intemperie.

6.5.2.6 Identificación

Parante: En la parte superior visible del poste, todas las señales llevarán la siga DV-MOPC en sentido vertical, nítidamente inscrita y deberá estar aprobada por la Fiscalización.

Tablero: En la parte posterior de las placas deben estar impresos con material aprobado por la Fiscalización:

- CONTRATANTE: DV-MOPC
- CONTRATISTA:
- NUMERO DE LOTE:
- MES Y AÑO DE FABRICACION:

6.5.3 EQUIPO

El equipo para estos trabajos, deberán ser previamente aprobado por la Fiscalización. Todos los elementos deberán ser provistos en número suficiente para completar los trabajos en el plazo contractual establecido.

6.5.4 REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

6.5.4.1 Fabricación

Los carteles serán hechos de chapa galvanizada fondeada con lámina reflectiva. Se deberán soldar al menos 3 tiras de planchuelas de tamaño 5x1.5x1 cm contra el poste, y las placas deberán conectarse a las plan-chuelas mediante pernos de anclaje, los cuales deben ser remachados.

Todos los materiales mencionados deberán cumplir con las dimensiones, formas y especificaciones estipuladas en el Proyecto.

6.5.4.2 Ubicación

Los carteles se colocarán en los sitios que indiquen los planos del proyecto o señale la Fiscalización, como resultado de mediciones efectuadas por el eje longitudinal de la carretera. La colocación en el caso de carreteras de una pista bidimensional se hará en el costado derecho de la vía para los kilómetros pares y en el izquierdo para el kilometraje impar. En caso de autopistas se colocará un poste

de kilometraje en cada pista y en cada kilómetro. Los postes se colocarán a una distancia del borde de la banquina de cuando menos un metro y medio (1,5 m), debiendo quedar resguardado de impactos que puedan efectuar los vehículos.

Los mojones de kilometraje se instalarán cada 1 kilómetro e indicarán la distancia en kilómetros al punto tomado como origen de la vía.

Los carteles indicativos de inicio de ruta se colocarán al comienzo y al final de cada ruta.

6.5.4.3 Excavación

Las dimensiones de la excavación para anclar los postes en el suelo deberán ser las indicadas por el MOPC:

- Para el mojón de kilometraje: 30 x 30 x 70 cm
- Para el cartel de inicio de ruta: 30 x 30 x 70 cm (por poste)

6.5.4.4 Colocación

El cartel se colocará verticalmente de manera que su leyenda quede perpendicular al eje de la vía. El espacio entre el poste y las paredes de la excavación se rellenará con hormigón.

6.5.4.5 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la colocación de mojones de kilometraje o carteles de inicio de ruta en instantes de lluvia, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de ésta se encuentre demasiado húmedo, a juicio de la Fiscalización.

Toda agua retenida en la excavación deberá ser retirada por el Contratista antes de colocar el cartel.

6.5.5 ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

6.5.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, la Fiscalización efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales y mezclas satisfagan las exigencias de la presente especificación
- Verificar que las placas y los postes tengan las dimensiones correctas y que su instalación esté conforme con los planos y las exigencias de esta especificación.
- Contar, para efectos de pago, la cantidad de mojones correctamente elaborados e instalados.

6.5.5.2 Calidad de los materiales

La Fiscalización no admitirá tolerancias en relación con los requisitos establecidos en la presente especificación para los diversos materiales que conforman los postes y su anclaje.

6.5.5.3 Excavación

La Fiscalización verificará, además, que su fondo sea horizontal y se encuentre debidamente compactado, de manera que proporcione apoyo uniforme al poste.

6.5.5.4 Dimensión de Carteles

No se admitirán carteles cuyas dimensiones sean inferiores a las indicadas por MOPC para el mojón de kilometraje y cartel de inicio de ruta.

Tampoco se aceptarán si una o más de sus dimensiones exceden las indicadas por el MOPC en más de dos centímetros (2 cm). Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, a satisfacción de la Fiscalización.

6.5.6 MEDICIÓN

Los postes de kilometraje se medirán por unidad (un.) instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y la presente especificación, debidamente aceptada por la Fiscalización.

6.5.7 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado, serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente al Ítem “Mojón de Kilometraje”.

El precio por metro cuadrado deberá cubrir todos los costos de materiales, fabricación, pintura, manejo, almacenamiento y transporte del cartel hasta el sitio de instalación; la excavación y el concreto para el anclaje; carga, transporte y disposición en los sitios que defina la Fiscalización de los materiales excavados; la instalación del cartel y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado.

El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta Sección.

Tabla 6–10: Forma de pago ítem mojón de kilometraje

Ítem de Pago	Forma de Pago
Mojón de Kilometraje	Unidad (ud)

6.6 PÓRTICO DE SEÑALIZACIÓN

6.6.1 DESCRIPCIÓN

Este ítem se refiere a la provisión de todos los materiales y mano de obra necesarios para la colocación de pórticos metálicos destinados a la fijación de placas de señalización, en la cantidad y lugares indicados en los planos u ordenados por la Fiscalización de acuerdo con estas Especificaciones y Órdenes de Trabajo.

En las placas estarán indicadas:

- Las obligaciones, limitaciones, prohibiciones o restricciones del uso de la vía.
- Direcciones de puntos de interés, de manera a auxiliar a los conductores en sus desplazamientos, aumentar la seguridad y mantener el flujo de tránsito en orden.
- Los pórticos serán de una columna en algunos casos, y de dos columnas en otros, según se indiquen en los planos correspondientes.

Rige para este ítem, todo lo especificado en el ítem “Señalización Vertical” de estas especificaciones.

6.6.2 MATERIALES

6.6.2.1 Fundación

El hormigón utilizado para soporte será ejecutado de acuerdo con lo especificado en la Sección “Hormigones” del tipo fck = 150 kg/cm², con los refuerzos que indiquen los planos.

6.6.2.2 Elementos estructurales

Las columnas serán metálicas. Estarán constituidas por tubos de hierro galvanizado con diámetros de 4 pulg. y 6 pulg. utilizados en donde se indica en el proyecto y el reticulado será armado con perfiles “U” laminados, cortados y soldados.

6.6.2.3 Carteles y accesorios de fijación

Los carteles serán de chapa metálica, del tipo zincado especial con 270 gramos de zinc por metro cuadrado, semi-manufacturados con espesor de 3,00 mm. Las dimensiones de los carteles serán de 3,00 m x 1,50 m, una de las caras pintadas en color negro semi – opaco y la otra con color verde.

6.6.3 EQUIPOS

Todos los equipos deberán ser inspeccionados por la Fiscalización, debiendo recibir aprobaciones correspondientes.

Deberán ser del tipo, tamaño y cantidad que sean necesarios para la satisfactoria ejecución del servicio.

El equipo básico estará compuesto por:

- Herramientas manuales, como palas, azadas, pisones, cortador de hierro, llaves de torque, perforadoras, etc.
- Nivel y plomada.
- Aparato de soldadura.
- Camión equipado con guinche.
- Otros equipos que fueran necesarios.

6.6.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Para la ejecución de los pórticos las etapas básicas son las siguientes:

6.6.4.1 Fijación de columnas

Una vez hormigonados y curados los bloques de fundación se procederá a la colocación y fijación de las columnas metálicas. Esta operación será efectuada mediante los tornillos de espera de acuerdo al proyecto y deberá permitir la correcta posición de las columnas y su perfecta estabilidad.

6.6.4.2 Montaje de placas y reticulados

Las placas (carteles) serán montadas en el reticulado por medio de tornillos. El izado del conjunto se hará con auxilio de guinches de manera a permitir la fijación de los extremos de los reticulados a la columna de sustentación. Las uniones de las diferentes partes de esa estructura se harán por medio de soldaduras, chapas, planchuelas de hierro y bulones galvanizados.

6.6.5 CONTROL DE CALIDAD

Todos los materiales utilizados en la ejecución de los servicios deberán satisfacer las condiciones establecidas en estas Especificaciones.

6.6.5.1 Control Geométrico y de Acabado

El control de las condiciones de implantación y acabado de este dispositivo será efectuado por la fiscalización mediante observaciones visuales.

6.6.5.2 Aceptación

La aceptación de los materiales empleados será efectuada por medio de la comprobación de la calidad a través de certificados de los fabricantes y/o laboratorio idóneo.

Los servicios serán considerados como aceptados, desde el punto de vista del control geométrico y del acabado, si las diferencias que se puedan encontrar en las medidas de las dimensiones y posicionamiento del dispositivo no difieran en más del 10% de las del proyecto.

6.6.6 CONSERVACIÓN

Los trabajos ejecutados comprendidos en este ítem. Deberán ser mantenidos en perfectas condiciones hasta la recepción final de la obra y el Contratista efectuará para ello las reparaciones correspondientes a su exclusivo cargo.

6.6.7 MEDICIÓN

El ítem Pórticos de Señalización, será medido por la determinación del número de unidades (ud) completa e instalada.

6.6.8 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al Método de Medición descrito más arriba serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente al ítem “Pórticos de Señalización”.

Este pago constituirá la compensación completa por el replanteo, la fundación, elementos estructurales y cálculos, la provisión y aplicación de los materiales, provisión de toda mano de obra, equipos, herramientas, transportes, imprevistos y otros incidentes necesarios o inherentes para dar por completado satisfactoriamente el trabajo descrito en este ítem.

Tabla 6–11: Forma de pago ítem pórticos de señalización

Ítem de Pago	Forma de Pago
Pórticos de Señalización	Unidad (ud)

6.7 BARANDAS METÁLICAS

6.7.1 DESCRIPCIÓN

Esta Sección se refiere al suministro e instalación de un dispositivo de contención lateral para vehículos, ensayado de acuerdo a la Norma Europea EN1317-2.

Las barandas metálicas de contención vehicular serán instaladas en los sectores donde se disponga de terraplenes con pendiente menor a 1/3 y se supere los 2,00 m de altura, también en lugares que se deben proteger columnas, que no podrán ser trasladadas debido a no tener espacio físico para implementar el traslado (franja de dominio insuficiente), y en las zonas especiales indicadas en los planos del Proyecto u órdenes impartidas por la Fiscalización. (La decisión de definir si una columna es posible o inviable trasladar se debe apoyar en los reglamentos de seguridad vial). Se prevé disponerlas en tornos a los puentes existentes.

En los lugares indicados en los planos, se añadirá, a la barrera metálica, elementos de protección específicamente diseñados para la protección de motociclistas.

6.7.2 CARACTERÍSTICAS

Nivel de contención

Corresponderá a un nivel de contención H1, según la Norma Europea EN1317-2.

Ensayo de prueba de choque a escala real:

- Ensayo TB11: Vehículos de 900 kg a 100 km/h y 20 grados de ángulo de impacto y
- Ensayo TB51: Vehículos de 13.000 kg a 70 km/h y 20 grados de ángulo de impacto.

Índice de severidad de impacto

- ASI clase A ($\leq 1,0$)

Ancho de trabajo

- Clase W4 ($\leq 1,30$ m)

Características que deberá cumplir el conjunto resultante de la instalación adicional del sistema de protección de motociclistas:

El conjunto cumplirá los siguientes niveles indicados en la Norma UNE 135900

- Nivel de protección: 60 Km /hr
- Índice de severidad del impacto: Nivel I

6.7.3 MATERIALES

Todos los materiales del dispositivo tienen que corresponder a los utilizados para el Nivel de Contención H1 en los ensayos TB11 y TB51 de la Norma Europea EN1317-2.

Se protegerán frente a la corrosión mediante galvanizado en caliente según la norma UNE EN ISO 1461.

6.7.4 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

6.7.4.1 Instalación

Las barandas metálicas de contención vehicular deberán instalarse, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante conforme a la Norma Europea EN1317 y en las posiciones que se indiquen en el Proyecto, mediante procedimientos que aseguren una perfecta colocación en conformidad con los requisitos y tolerancias aquí especificadas.

El personal a realizar la instalación deberá ser capacitado como mínimo 5 (cinco) días por el fabricante.

En los lugares que la Fiscalización considere necesario, los extremos de las barreras deberán contar con terminales abatidos y esviados a 20 grados, o terminales atenuadores de impacto, o elementos de transición para enlazar con dispositivos existentes.

6.7.4.2 Manejo del tránsito

Durante el transcurso de los trabajos, el Contratista deberá mantener la señalización preventiva adecuada y retirarla tan pronto como deje de ser necesaria.

6.7.5 EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD

El dispositivo seleccionado/ofertado, deberá obligatoriamente presentar la Declaración de Conformidad CE por el fabricante junto con el Certificado de conformidad CE emitido por la entidad notificadora, según establece el Anexo ZA de la norma europea EN 1317-5.

Para permitir el control de la conformidad de los dispositivos suministrados e instalados con los prototipos ensayados, así como su compatibilidad con las condiciones del lugar de instalación, tal como establece la propia Norma EN 1317-5, deberán presentarse obligatoriamente los informes de ensayos de choque a escala real, completos y originales, según las normas anteriores.

Los documentos presentados estarán validados/certificados por la Embajada/Consulado de la República del Paraguay en el país de origen del fabricante que posee el marcado CE.

La Fiscalización hará una verificación aleatoria de dicho cumplimiento, para lo cual se asesorará convenientemente.

El Departamento de Seguridad Vial del MOPC hará la verificación del cumplimiento de los requisitos especificados en este ítem y emitirá un Informe Técnico al respecto.

6.7.6 CONSERVACIÓN

Estará a cargo del Contratista el cuidado y mantenimiento de las barandas defensa metálicas instaladas y aceptadas por la Fiscalización.

6.7.7 MEDICIÓN

Se cuantificará por metro lineal (m) de barrera metálica colocada y la medición se efectuará según la proyección horizontal, en las longitudes requeridas por el Proyecto y aprobadas por la Fiscalización. La longitud a considerar en el pago incluye los terminales y elementos de transición.

6.7.8 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado serán pagadas, en cada caso, a los precios unitarios correspondientes a los Ítem de Pago “Barrera metálica nivel de contención H1”.

La partida incluye el suministro, transporte y colocación de las barandas metálicas galvanizadas, postes sustentadores, piezas terminales, elementos de transición, separadores, elementos reflectantes, excavaciones, retiros de excedentes, hincado de postes y tratamiento de los bordes extremos de la baranda y, en el caso de la barrera metálica para motoristas, los faldones. La partida incluye, además, el autocontrol de calidad, y todos los trabajos o actividades que sean necesarios para cumplir con lo especificado en esta Sección. Cualquier daño que sufran los materiales por efecto de manejo, transporte u otra causa, serán de cargo exclusivo del Contratista.

Tabla 6–12: Forma de pago ítems Barrera metálica nivel de contención H1

Ítem de Pago	Forma de Pago
Barrera metálica nivel de contención H1	Metro lineal (m)

6.8 PRETILES EN PUENTES

6.8.1 DESCRIPCIÓN

6.8.1.1 Introducción

Atendiendo los elementos ejecutados en el denominado Lote 1, ya intervenido y mantenido, se hace referencia a que deben aplicarse los mismos elementos en la contención lateral de los puentes existentes, reemplazando las existentes en estado deteriorado. Se muestran las ejecutadas:



Se ha considerado necesario la sustitución de los actuales sistemas de contención de los puentes, que están conformadas por unas barreras metálicas no apropiadas para resistir impactos de vehículos. La remoción de las barreras existentes se considera incluida dentro de los trabajos que comprenden la sustitución de las mismas. Las barreras de seguridad en puentes o pretilas son elementos cuya función es mitigar las consecuencias de un accidente de circulación por salida de la vía, haciéndolos más predecibles y menos graves. Su tecnología ha sufrido en los últimos años un desarrollo muy importante, tendente a la mejora continua de la seguridad vial.

Estos nuevos sistemas de contención pretenden conseguir los siguientes objetivos:

1. Alcanzar un adecuado nivel de contención, asegurando que el sistema contiene al vehículo sin traspaso ni vuelco.
 2. Minimizar la severidad del impacto proporcionando bajas deceleraciones.
- Conseguir el redireccionamiento del vehículo, asegurando que el vehículo no invade otros carriles.

6.8.1.2 Normativa

En el presente proyecto se considerará que los sistemas de contención de vehículos deben cumplir los requisitos de la norma europea UNE-EN 1317.

De acuerdo con esta norma los sistemas deben someterse a ensayos de impacto, cuyos parámetros y criterios de aceptación se encuentran definidos en la propia norma. Dependiendo de los resultados de los ensayos, los sistemas se clasifican en clases de comportamiento y obtienen determinados parámetros de rendimiento.

Con la superación de estos requisitos un sistema de contención de vehículos puede ser certificado con marcado CE. Las partes de mayor interés de esta norma son:

EN 1317-1 Terminología y criterios generales para los métodos de ensayo. Para poder comparar los resultados con todos los productos ensayados, la EN 1317-1 indica las especificaciones, procedimientos de cálculo y condiciones en que se deben llevar a cabo los ensayos. Además de otros términos, la norma especifica principalmente:

- Masa y dimensiones de los vehículos de ensayo.
- Localización y anclaje de los instrumentos de medida.
- Método de cálculo de los efectos que sufren los ocupantes de vehículos colisionados.

EN 1317-2 Clases de comportamiento, criterios de aceptación de ensayos de impacto y métodos de ensayo para barreras de seguridad incluyendo pretilas.

La segunda parte de la Norma EN 1317 contiene las clases de comportamiento, criterios de aceptación para el ensayo de choque y métodos de ensayo para barreras de seguridad. Esencialmente, los tres criterios de los sistemas de seguridad son:

- Nivel de contención: (T3, H2, H4b...).
- Severidad del impacto (niveles A, B ó C).
- Deformación del sistema (anchura de trabajo de W1a W8).

EN 1317-5 Requisitos de producto y evaluación de la conformidad para sistemas de contención de vehículos.

6.8.2 CARACTERISTICAS

Nivel de contención

Corresponderá a clase contención alta, con un nivel de contención H2, según la Norma Europea EN1317-2. Ensayo de prueba de choque a escala real:

- Ensayo TB11: Vehículos de 900 kg a 100 km/h y 20 grados de ángulo de impacto y
- Ensayo TB51: Vehículos de 13.000 kg a 70 km/h y 20 grados de ángulo de impacto.

Índice de severidad de impacto

- ASI clase A ($\leq 1,0$)
- ASI clase B ($11,0 < ASI \leq 1,4$)

Deflexión dinámica, Ancho de trabajo

- Deflexión dinámica de D $\leq 0,60$
- No se considera la Anchura del trabajo W para la definición de los pretiles de los puentes al no existir obstáculo fijo en el diseño del proyecto que pudiera afectar al comportamiento del sistema vehicular.

6.8.3 MATERIALES

El dispositivo seleccionado/ofertado, deberá obligatoriamente contar con el Certificado de Constancia de Prestaciones por el fabricante junto con el Certificado de Conformidad CE emitido por el ente acreditador, según establece el Anexo ZA de la norma europea EN 1317-5.

Para permitir el control de la conformidad de los dispositivos suministrados e instalados con los prototipos ensayados, así como su compatibilidad con las condiciones del lugar de instalación, tal como establece la propia Norma EN 1317-5, deberán presentarse obligatoriamente, al MOPC, los informes de ensayos de choque a escala real y videos, completos y originales, según las normas anteriores.

Todas las documentaciones presentadas deberán estar validadas/certificadas por los entes u organismos internacionales correspondientes. El Departamento de Seguridad Vial del MOPC hará la verificación del cumplimiento de los requisitos especificados en este ítem

6.8.4 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

6.8.4.1 Instalación

Los pretiles metálicos o de hormigón para contención vehicular deberán instalarse, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante conforme a la Norma Europea EN1317 y en las posiciones que se indiquen en el Proyecto, mediante procedimientos que aseguren una perfecta colocación en conformidad con los requisitos y tolerancias aquí especificadas.

Previamente se deberá de estudiar el sistema de anclaje del pretil con el puente, para que ambos sean compatibles, pues la geometría y armado del borde del tablero va a influir en gran manera al tipo de pretil a seleccionar.

El personal a realizar la instalación deberá ser capacitado como mínimo 5 (cinco) días por el fabricante.

En los lugares que la Fiscalización considere necesario, los extremos de las barreras deberán contar con terminales abatidos y esviados a 20 grados, o terminales atenuadores de impacto, o elementos de transición para enlazar con dispositivos existentes.

6.8.4.2 Manejo del tránsito

Durante el transcurso de los trabajos, el Contratista deberá mantener la señalización preventiva adecuada y retirarla tan pronto como deje de ser necesaria.

6.8.5 EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD

El dispositivo seleccionado/ofertado, deberá obligatoriamente presentar la Declaración de Conformidad CE por el fabricante junto con el Certificado de conformidad CE emitido por la entidad notificadora, según establece el Anexo ZA de la norma europea EN 1317-5.

Para permitir el control de la conformidad de los dispositivos suministrados e instalados con los prototipos ensayados, así como su compatibilidad con las condiciones del lugar de instalación, tal como establece la propia Norma EN 1317-5, deberán presentarse obligatoriamente los informes de ensayos de choque a escala real, completos y originales, según las normas anteriores.

Los documentos presentados estarán validados/certificados por la Embajada/Consulado de la República del Paraguay en el país de origen del fabricante que posee el marcado CE.

La Fiscalización hará una verificación aleatoria de dicho cumplimiento, para lo cual se asesorará convenientemente.

El Departamento de Seguridad Vial del MOPC hará la verificación del cumplimiento de los requisitos especificados en este ítem y emitirá un Informe Técnico al respecto.

6.8.6 CONSERVACIÓN

Estará a cargo del Contratista el cuidado y mantenimiento de los pretilos instalados y aceptados por la Fiscalización.

6.8.7 MEDICIÓN

Se cuantificará por metro lineal (m) de pretil colocado, sea cual sea el tipo, y la medición se efectuará según la proyección horizontal, en las longitudes requeridas por el Proyecto y aprobadas por la Fiscalización. La longitud a considerar en el pago incluye los terminales y elementos de transición.

6.8.8 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente al Ítem de Pago “Pretil de puente con nivel de contención H2”.

La partida incluye el suministro, transporte y colocación de los pretilos, actuaciones necesarias en el tablero de los puentes, piezas terminales y elementos de transición, elementos reflectantes, retiros de excedentes. La partida incluye, además, el autocontrol de calidad, y todos los trabajos o actividades que sean necesarios para cumplir con lo especificado en esta Sección. Cualquier daño que sufran los materiales por efecto de manejo, transporte u otra causa, serán de cargo exclusivo del Contratista.

Tabla 6-13: Forma de pago ítem pretil de puente con nivel de contención H2.

Ítem de Pago	Forma de Pago
Pretil de puente con nivel de contención H2	Metro lineal (m)

6.9 REFUGIO PARA PEATONES CON CASETA DE H°A°

6.9.1 DESCRIPCIÓN

Esta Sección se refiere a la construcción de dársenas con refugio para peatones, destinados a la espera del transporte público, de acuerdo a los planos y las indicaciones de la Fiscalización.

6.9.2 MATERIALES

El paquete estructural de la dársena será el mismo que el paquete estructural del pavimento a ser rehabilitado o construido.

Los materiales empleados para los refugios de peatones deberán cumplir con lo especificado en los planos y con las indicaciones de la Fiscalización.

6.9.2.1 Hormigón

El concreto para la construcción de la caseta prefabricada, del piso, cimientos y otros elementos serán de la clase D (fck= 210 kg/cm²) establecido en [3 HORMIGÓN HIDRÁULICO](#).

6.9.2.2 Acero

El acero para la confección de armaduras de la caseta prefabricada será del tipo Grado 60 (AASHTO) fy= 4200 kg/cm² y deberá cumplir con las exigencias establecidas en [4 ACERO DE REFUERZO](#).

6.9.3 EQUIPO

El equipo para estos trabajos deberá ser previamente aprobado por la Fiscalización y conservado siempre en buenas condiciones. Todos los elementos deberán ser provistos en número suficiente para completar los trabajos en el plazo contractual establecido.

6.9.4 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

El terreno en el que construirá la caseta deberá despejarse y escarpase si corresponde. Antes de iniciar cualquier trabajo, la ubicación exacta donde deba emplazarse el refugio deberá trazarse, demarcando sus cuatro esquinas. El área demarcada deberá compactarse hasta alcanzar en los 0,30m superiores, no menos del 95% de la densidad máxima establecida para el tipo de suelo de fundación.

Cuando se requiera de un ensanche, corte o relleno de la plataforma existente para dar cabida al emplazamiento de la caseta y construcciones anexas, las obras necesarias, como por ejemplo movimiento de suelos, se cuantificarán para efectos de pago en los apartados respectivos de estas Especificaciones Técnicas.

Los refugios peatonales se construirán o instalarán en la forma y las dimensiones que indique el Proyecto. Se prestará especial atención a la terminación de los refugios, aplicándoles las pinturas, barnices y otros materiales que señalen el Proyecto o la Fiscalización.

6.9.5 EXIGENCIAS Y CONTROLES DE CALIDAD

Se realizará la verificación de la calidad de los materiales y la correcta ejecución de los trabajos, en correspondencia con lo indicado en los planos, en estas especificaciones u ordenado por la Fiscalización.

6.9.6 CONSERVACIÓN

Estará a cargo del Contratista el cuidado y mantenimiento de las dársenas y los refugios para peatones hasta la recepción de las obras.

6.9.7 MEDICIÓN

Se cuantificará por unidad (un.) de refugio para peatones con caseta de H° A° construido y aceptado por la Fiscalización.

6.9.8 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente a lo siguiente:

Tabla 6–14: Forma de pago ítem caseta de refugio peatonal

Ítem de Pago	Forma de Pago
Caseta de refugio en dársena de buses	Unidad (ud)

6.10 REVESTIMIENTO VEGETAL

6.10.1 DESCRIPCIÓN

Los trabajos comprendidos en la presente Sección se refieren a la protección contra la erosión de taludes de terraplenes o los lugares señalados en los documentos del Proyecto, o donde lo indique la Fiscalización.

Esta protección se llevará a cabo mediante la colocación de un recubrimiento vegetal constituido por suelo orgánico y sembrado de pasto de las variedades *Brachiaria* (*Brachiaria Decumbens*), Gatton Panic, y Avena Strigosa, de conformidad con lo especificado en el Proyecto, o lo indicado por la Fiscalización.

Por la naturaleza dispersiva de la mayoría de los suelos existentes en los yacimientos de suelos estudiados, y como tal altamente sensibles a la erosión y tubificación de los terraplenes por escorrentías superficiales de aguas de lluvia, la protección vegetal de taludes deberá ser colocado tan pronto como sea posible.

En efecto, la protección vegetal de taludes deberá ser colocado a medida que avanza el terraplén en altura, y de ningún modo se permitirá la permanencia del terraplén sin esta cobertura más allá de 1 (un) km corrido.

6.10.2 MATERIALES

6.10.2.1 Suelo Orgánico

El suelo vegetal es el material constituido por el suelo orgánico a emplear para el establecimiento del pasto sobre los taludes de los terraplenes y/o áreas que indique la Fiscalización, será parte de la capa superficial del suelo y puede ser el obtenido de las operaciones de desbroce o de las áreas adyacentes. El material debe estar libre de agregados, desperdicios, raíces grandes o elementos foráneos y de terrones duros. El porcentaje mínimo de materia orgánica que deberá contener el suelo vegetal será de 3%.

6.10.2.2 Variedades de Pasto

Se utilizará una mezcla de semillas de dos especies de pasto de crecimiento perenne y una tercera de carácter temporal, que han demostrado una muy buena adaptación a las condiciones del medio regional, suelo y clima en obras similares a saber:

Pasto *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*): esta especie es utilizada como pasto forrajero en el sector ganadero del Paraguay, Argentina y Brasil y en la protección de los taludes de la presa de Yacyretá. Se ha comprobado su muy buena adaptación a las condiciones edáficas y climáticas de esta región. Presenta un follaje de tipo erecto pero su sistema radicular protege muy bien al suelo contra la erosión.

Pasto Gatton Panic, especie adaptada a las condiciones del Chaco por clima y suelo.

Avena Strigosa: conocida vulgarmente como “Avena negra”, de carácter temporal y de ciclo invernal, será utilizada conjuntamente con las otras dos especies, a los efectos de evitar la erosión en las etapas iniciales de la cobertura del talud. En el periodo comprendido entre abril y agosto en que las especies principales presentan un escaso desarrollo, se incluirá esta especie por:

- Su capacidad de rápida germinación para protección inicial contra el arrastre por escurrimiento del agua de las otras dos especies propuestas.
- Su capacidad para formar una camada que mantendrá cierta humedad en el área, mejorando las condiciones para la germinación de la *Brachiaria*.
- Su utilización contribuirá en el mejoramiento de las cualidades del suelo y por consiguiente con el objetivo de lograr una buena cobertura.

6.10.2.3 Agua

El agua a utilizar en el proceso de riego deberá ser de calidad tal que garantice el agarre de las plantas en el terreno colocado. No deberán utilizarse aguas que puedan estar contaminadas con productos químicos.

6.10.2.4 Aditivos

A los efectos de cuantificar la demanda de elementos nutricionales, se ejecutarán análisis de suelos, a partir de muestras representativas tomadas de las áreas de yacimientos. El análisis deberá revelar el estado de fertilidad del suelo.

De ser necesario, podrán utilizarse aditivos para compensar las necesidades del suelo o proteger las semillas colocadas, como por ejemplo compuestos minerales, fertilizantes, materia orgánica u otros. El tipo y las cantidades de cada uno de los aditivos a utilizar, se determinarán de acuerdo al análisis del suelo a proteger, efectuado por el Contratista previo a la siembra del pasto. Este análisis será sometido a conocimiento y aprobación de la Fiscalización.

Los elementos nutritivos o aditivos se agrupan en: principales (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), secundarios y micro nutrientes. Todos los tipos de vegetación necesitan los mismos elementos pero en diferentes proporciones, de acuerdo a las características y estados del suelo.

6.10.3 EQUIPO

El equipo para estos trabajos, deberá ser previamente aprobado por la Fiscalización y conservado siempre en buenas condiciones. La Fiscalización podrá exigir el cambio o retiro de los elementos que no fueren aceptables. Todos los elementos deberán ser provistos en número suficiente para completar los trabajos en el plazo contractual establecido.

6.10.4 PROCESO CONSTRUCTIVO

Previo a la ejecución del semillado se deberá retirar de la superficie todo el material suelto o susceptible de caer por su propio peso. Adicionalmente, en caso que corresponda, deberán haber sido construidas las obras de drenaje previstas en el proyecto, necesarias para evitar que las aguas provenientes de la parte superior del talud o de napas subterráneas, afecten a la superficie a proteger.

El talud, en sí mismo, deberá ser mecánicamente estable antes de proceder a la colocación del pasto. Si no lo fuese, se realizarán los perfilamientos correspondientes a objeto de darle un acabado uniforme en un todo con los alineamientos dados en las secciones transversales del Proyecto. Antes de la ejecución del revestimiento vegetal, se deberá colocar una capa de suelo vegetal de 15 cm de espesor y de calidad agronómica satisfactoria, que en caso de ser necesario será semi-compactada ya sea en forma manual o con retroexcavadora a los efectos de protegerlos contra la erosión.

Antes de la ejecución del semillado, en la capa vegetal se deberá realizar un rastrillaje superficial, a los efectos de favorecer las condiciones para la germinación.

Luego se deberá realizar una fertilización inicial utilizando un fertilizante completo de fórmula 15-15-15 o similar en cantidad de 10 g/m² aplicado al voleo con equipo manual y luego mezclado con la capa superficial del suelo.

Posteriormente se realizará la siembra de una mezcla de semillas pastos de las especies *Brachiaria decumbens* + *Gattonpanic* y/o Avena negra:

- En verano: Gatton 5 g/m² + *Brachiaria* 5 g/m²
- En invierno: 5 g Gatton + 5 g *Brachiaria* + 5 g Avena

La siembra de la Avena *Strigosa*, se realizará en el periodo comprendido entre abril y agosto, en la proporción de 40 kg/Ha, de calidad satisfactoria (Valor Cultural superior a 25%), distribuida al voleo conjuntamente con las dos especies, y luego cubierta de una ligera capa de tierra.

El Contratista deberá mantener todas las áreas sembradas hasta que se haya producido una cubierta densa y sana de gramínea, libre de lugares descubiertos y acanaladuras. El mantenimiento consistirá en la protección necesaria de las áreas sembradas incluyendo la fertilización y el resembrado, cuando por cualquier razón, no se haya logrado una cubierta uniforme.

El mantenimiento de la protección vegetal se refiere al conjunto de acciones medidas, técnicas operativas y tratamientos que deben proveerse a fin de asegurar la permanencia de una cobertura continua, homogénea, firme, densa y sana sobre el talud del terraplén, o el área prevista. Incluye el combate de plagas, retiro de hormigueros y la reparación de los daños que las plagas pueden ocasionar.

Las actividades de mantenimiento se realizarán hasta el momento de la liberación total de cada tramo de la protección vegetal, prosiguiendo con la conservación y reparación de eventuales daños en la cobertura hasta la recepción definitiva.

6.10.5 EXIGENCIAS Y CONTROL DE CALIDAD

Se realizará la verificación del proceso constructivo establecido, contemplando la conformación y preparación de taludes, colocación de la capa de suelo vegetal, rastrillaje superficial, fertilización inicial, la siembra de semillas, en correspondencia con lo indicado en estas especificaciones u ordenado por la Fiscalización.

6.10.6 CONSERVACIÓN

El Contratista deberá mantener y conservar la protección de taludes hasta la recepción de las obras.

6.10.7 MEDICIÓN

Se cuantificará por metro cuadrado (m²) de pasto sembrado y arraigado. La medición se efectuará geométricamente, de acuerdo con las medidas efectivas en el terreno, debidamente aprobadas por la Fiscalización. Se descontará a los efectos del pago, las superficies de pasto que no hayan arraigado al momento de la recepción definitiva de las obras.

6.10.8 PAGO

El pago se realizará según lo establecido en la modalidad de contratación y definido en los Pliego de Bases, según Ítem "Revestimiento de suelo orgánico y semillado".

Los precios deberán incluir la preparación del subsuelo subyacente; el suministro, distribución, riego, mantenimiento, protección contra la erosión, la colocación de una cubierta retenedora de humedad cuando así se requiera, y las reparaciones hasta la Recepción Final de las Obras.

Tabla 6-15: Forma de pago ítem revestimiento vegetal

Ítem de Pago	Forma de Pago
Revestimiento de suelo orgánico y semillado	Metro cuadrado (m ²)

6.11 TRASLADO DE ESTRUCTURAS ELÉCTRICAS Y DE COMUNICACIONES DEL SERVICIO PÚBLICO

6.11.1 DESCRIPCIÓN

Esta sección se refiere a las tareas de remoción, desarme de los elementos y estructuras existentes dentro del área de trabajo y referentes a servicios de interés público, que interfieran con la ejecución de las obras o sea necesario su reemplazo, según se indique en el Proyecto.

Ninguna estructura o sistema que se encuentre en servicio deberá ser removida antes de haberse ejecutado las obras de reemplazo definitivas, que permitan dar continuidad a este servicio. El diseño y construcción de los sistemas nuevos destinados a mantener el servicio serán de cargo y responsabilidad del Contratista.

Por tanto, se identifican en el proyecto los servicios que quedan dentro de la franja de dominio de la carretera, pero solo se considera la afección de los elementos que se vean directamente interceptados por la plataforma de la carretera con su movimiento de tierras asociado. Por tanto, no se considera como afectados por las obras de la carretera a los elementos que aun quedando dentro de la franja de dominio de la carretera (situada a 25 m a cada lado del eje de la misma) no se vean directamente afectados por la plataforma de la misma.

En las obras complementarias de Asfaltado se encuentran igualmente columnas de servicio público, del tendido eléctrico, tanto de media como de baja tensión, y de la red de comunicaciones. No se considera como afectados por las obras complementarias de Asfaltado a los elementos que aun quedando dentro de la franja de dominio de la carretera (situada a 12,5 m a cada lado del eje) no se vean directamente afectados por la plataforma de la misma. Además, no se considera tampoco como afectadas por las obras de la carretera los elementos de servicio existentes ubicados en aquellas zonas en las que la actuación a realizar sea la pavimentación del tramo de vía existente.

Entre las tareas referentes a la presente Especificación Técnicas, se mencionan a continuación las siguientes:

- Traslado de columnas y línea de la A.N.D.E. de baja tensión.
- Traslado de columnas y línea de la A.N.D.E. de media tensión.

En el presente Ítem se incluyen todos los trabajos necesarios para realizar los traslados de los postes que soportan el sistema de tendido eléctrico para el suministro de la energía eléctrica de la A.N.D.E., tanto de media como de baja tensión ubicados dentro de los límites de la Franja de Dominio, ubicados en las veredas de las propiedades de los frentistas y en las zonas afectadas directamente por el Proyecto.

Así mismo para el traslado de las estructuras de comunicación debe solicitarse la aprobación y los permisos correspondientes a COPACO u otras compañías que sean afectadas.

Durante la redacción del proyecto de construcción el Contratista definirá los tramos realmente afectados, que sea necesario trasladar.

6.11.2 MATERIALES

Durante la redacción del proyecto de construcción el Contratista contemplará la reposición de materiales nuevos necesaria, de manera preliminar se han realizado las siguientes consideraciones: Para el traslado de los postes de la A.N.D.E., se contempla una reposición del 50% de los mismos, sean metálicos o de hormigón. Los elementos metálicos tanto de sujeción como de transporte de energía serán reutilizados, estimándose una reposición del orden del 30% del total de los existentes.

El relleno de las excavaciones para soporte de los postes será elaborado con hormigón, de acuerdo a las especificaciones técnicas de la A.N.D.E. sobre el particular. Todos los materiales necesarios para la ejecución de las tareas deberán ser previamente aprobados por la Fiscalización con la supervisión de la A.N.D.E. sobre el particular.

Para el traslado de las líneas de comunicaciones se utilizarán nuevamente los mismos cables, elementos de sujeción y demás implementos específicos existentes en las instalaciones. El Contratista deberá incluir en su precio una reposición del 20% de materiales. Todos los materiales necesarios para la ejecución de las tareas deberán ser previamente aprobados por la Fiscalización con la supervisión del titular de la línea.

6.11.3 PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

Para la ejecución de los trabajos de excavación y relleno se seguirán las indicaciones de los ítems correspondientes de estas especificaciones y a las instrucciones particulares de la A.N.D.E.

Para la desconexión, traslado, reposición de partes y reconexión de los postes, el Contratista deberá obtener por su cuenta las autorizaciones pertinentes de la A.N.D.E. sobre el particular.

Para dar por completado el ítem, previo a la aprobación de la Fiscalización, el Contratista deberá presentar la aprobación pertinente de los trabajos, por parte de A.N.D.E.

Para la desconexión, traslado, reposición de partes y reconexión de la línea de comunicaciones, el Contratista deberá obtener por su cuenta las autorizaciones pertinentes del titular del servicio.

Para dar por completado los trabajos, previo a la aprobación de la Fiscalización, el Contratista deberá presentar la aprobación pertinente de los trabajos, por parte del titular del servicio.

6.11.4 MEDICION

La partida se cuantificará por metros (m) de líneas de provisiones de servicio público afectadas, incluidos los postes de las mismas, ya sean de hormigón o metálicos, y la medición se efectuará según las unidades requeridas por el Proyecto y aprobadas por la Fiscalización y el ente público correspondiente.

No recibirán pago por separado todos los trámites necesarios para la obtención por parte de ANDE y/o COPACO o los titulares de los servicios, de los sistemas de trabajo, y la aprobación final de los mismos.

6.11.5 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente.

Estos precios serán la compensación total por la ejecución de los trabajos arriba descriptos, por suministrar todo el equipo necesario, mano de obra, maquinaria, materiales, transporte, servicios, supervisión y los imprevistos para dar por completado el Ítem. También será compensación total por los servicios de conseguir las especificaciones, supervisión, y la aprobación final de los trabajos por parte de la ANDE.

No se hará ningún pago adicional en concepto de repetición de las operaciones o removidos adicionales de los desechos provenientes de los trabajos abarcados por este Ítem.

Tabla 6–16: Forma de pago ítems traslados de estructuras del servicio público

Ítem de Pago	Forma de Pago
Traslado de estructuras eléctricas, Servicio Público	Metro lineal (m)
Traslado de estructuras de comunicaciones, Servicio Público	Metro lineal (m)

6.12 MANTENIMIENTO DE CAMINOS AUXILIARES

6.12.1 DESCRIPCIÓN

El presente ítem corresponde a las tareas de mantenimiento de camino auxiliar existente y de los nuevos caminos a ejecutar como desvío en función de la obra en el tramo del Contrato. Dichos caminos oficiaran de servicio durante la ejecución de las obras para el tránsito habitual y de obra de todos los tramos del proyecto hasta la liberación al tránsito del nuevo pavimento a ejecutar.

6.12.2 TAREAS DE MANTENIMIENTO DE CAMINO AUXILIAR

El Contratista en una primera etapa, dentro de los primeros dos meses de la Orden de Inicio del Contrato, realizará los trabajos de Puesta a Punto del Camino Auxiliar, que consiste en colocación de tubos de alcantarilla en los sectores donde potencialmente hubiere acumulación de agua, y realizar además alteo de terraplén en los sectores que requieran.

El Contratista adoptará las disposiciones convenientes a fin de que la ejecución de la obra no interfiera o interrumpa el tránsito en la medida estrictamente indispensable y asegurar asimismo el acceso a las propiedades.

A tal efecto deberá tomar todos los recaudos necesarios para asegurar inexorablemente, y en forma permanente durante la ejecución de los trabajos, buenas condiciones de transitabilidad del camino auxiliar de servicio (Podrá tomarse como camino de desvío el camino existente). Se considera buena transitabilidad cuando se pueda circular como mínimo a 60 Km/h sin inconvenientes.

En caso de que sea imprescindible interrumpir el tránsito del camino auxiliar el Contratista requerirá previamente autorización escrita a la Fiscalización. En caso de ser necesaria realizar nuevos desvíos por motivo de la ejecución de las obras, el Contratista presentará a la Fiscalización un Plan de Trabajos de las tareas de caminos auxiliares y desvíos de tránsito que contemple la distribución y señalamiento de dispositivos de seguridad coherente con el plan de trabajos. Una vez finalizados los trabajos el Contratista deberá dejar el desvío adoptado en perfecto estado, pudiendo la Fiscalización hacer las observaciones que considere conveniente.

El Contratista debe tener en cuenta para el mantenimiento, el tránsito propio habitual, el tránsito de obra del propio contratista, el tránsito de obra del resto de los tramos, el tránsito de los particulares que circulen por la zona, etc.

El Contratista deberá realizar diariamente el regado del camino, en al menos dos frecuencias por día de todo el tramo, con el objeto de disminuir la emisión polvo en la zona.

6.12.2.1 Señales de advertencia y peligro

Durante la construcción de la obra, el Contratista deberá disponer en el camino auxiliar de señalización de advertencia de acuerdo a lo requerido en el Señalización Transitoria en Zona de Obras.

6.12.3 MATERIALES

Alcantarillas tubulares, suelo de aporte y todo material requerido para la Puesta a Punto y mantenimiento hasta la culminación de las obras de construcción.

6.12.4 EQUIPOS

Los equipos mínimos que el contratista debe tener a disposición permanente para la ejecución de este ítem son los que se listan a continuación:

- Un camión regador
- Una pala de carga
- Una motoniveladora
- Equipos de compactación

6.12.5 MEDICIÓN

Este ítem se medirá por mes mantenido desde la Orden de Inicio del Contrato hasta la culminación del plazo de ejecución de las obras.

La medición corresponderá a la cantidad suficiente disponible y que obligue a los usuarios a utilizar la alternativa hasta la terminación de los tramos no disponibles o hasta la liberación del pavimento construido al tránsito, a criterio de la Fiscalización, mantenidos mensualmente donde se compruebe que la velocidad de circulación es como mínima 30 km/h.

6.12.6 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado, serán pagadas en forma mensual y consecutiva al precio unitario contractual correspondiente al ítem “Mantenimiento de Caminos Auxiliares”.

El precio unitario de contrato comprende los equipos, maquinarias, insumos, combustible, materiales, mano de obra, transporte, herramientas mayores y menores, y todo otro elemento y gasto necesario para la correcta realización del ítem de acuerdo a estas especificaciones y a total satisfacción de la Fiscalización.

Tabla 6–17: Forma de pago ítem mantenimiento de caminos auxiliares

Ítem de Pago	Forma de Pago
Mantenimiento de Caminos Auxiliares	mes

7 ESTACIÓN DE PEAJE Y PESAJE

7.1.1 DESCRIPCIÓN

Esta Sección corresponde a las tareas de ajuste de diseño, construcción y equipamiento de estaciones fijas de pesaje y patrulla caminera, y de peaje, ubicados en el Lote B tal como se muestran en los documentos del Proyecto.

Teniendo en cuenta los planos referenciales de Proyecto, el Contratista deberá elaborar los planos arquitectónicos, de instalación sanitaria, eléctrica, los planos viales y todo otro documento para desarrollar el Proyecto y la ejecución del mismo, además de las propuestas de equipamiento y todo mobiliario que permita la correcta operatividad de las Estaciones. Todos estos documentos deben ser presentados para aprobación de la Fiscalización.

7.1.2 CONSERVACIÓN

Estará a cargo del Contratista el cuidado y conservación del predio hasta el Certificado de Recepción Definitiva de las Obras de Construcción.

7.1.3 MEDICIÓN

El ítem será medido en unidad (ud) de Estación de Pesaje y Estación de Peaje.

7.1.4 PAGO

Se certificará y abonará por porcentaje del ítem ejecutado

Los trabajos computados en la forma precedentemente mencionada, serán pagados en fracción del avance, a criterio de la Fiscalización, certificado al precio unitario contractual de los ítems “Puestos de Pesaje y Patrulla Caminera” y “Puesto de Peaje”

Este precio y pago, incluirá la compensación total por el diseño, la mano de obra, herramientas, equipos, materiales, transporte, equipamientos especiales, mobiliarios y los imprevistos necesarios para efectuar la movilización, desmovilización del equipo y personal del Contratista y remediación ambiental para la construcción y mantenimiento del campamento y todos los trabajos e instalaciones necesarios para asegurar la correcta ejecución de la Obra de conformidad con el Contrato.

Tabla 7-1: Forma de pago ítems estación de peaje y pesaje

Ítem de Pago	Forma de Pago
Puestos de Pesaje y Patrulla Caminera	Unidad (ud)
Puesto de Peaje	Unidad (ud)

7.2 INSTALACIÓN DE SENSORES Y ESPIRAS MAGNÉTICAS

7.2.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la provisión y colocación sensores; piezoeléctricos, de temperatura y espiras magnética; corte en seco en la calzada terminada para la ubicación de dichos sensores, colocación y sellado con resinas, ejecución de las conexiones al gabinete de cada uno de los sensores sin empalmes a través de los registros de conexión existentes o nuevos a ejecutar, así como la puesta en funcionamiento del puesto en cuestión, en un todo de acuerdo con estas Especificaciones y en conformidad a las alineaciones, cotas, secciones transversales y dimensiones dadas en los Planos y/u Órdenes de la Fiscalización.

Así mismo, en caso en que deban ser intervenidas la banquina y/o franja de dominio, las actividades para este ítem incluirán, además, la construcción de nuevos registros de conexión y los ductos para cada salida de los sensores y espiras, la provisión o traslado del poste de H°A° para la ubicación de los gabinetes, las instalaciones del gabinete y posa escalera, del pararrayos y las conexiones inherentes para el funcionamiento del equipo de conteo permanente y estacional. Así mismo y para el caso de los puestos permanentes en donde los postes, las instalaciones y transformadores de provisión de energía eléctrica de ANDE sean afectados, se deberán incluir la provisión de los materiales y/ o equipos e instalaciones, y las gestiones pertinentes ante la ANDE, para la restitución inmediata de dicha energía eléctrica.

Incluirá además la transmisión de datos al Servidor del MOPC en el formato en que la Dependencia del MOPC encargada de la operación de los puestos de control lo solicite.

Los puestos de conteo a instalar deberán ser permanentes de acuerdo a las características establecidas en esta especificación.

7.2.2 DISEÑO TIPO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LOS PUESTOS PERMANENTES

7.2.2.1 Puestos Permanentes

Las principales características de la infraestructura de los puestos permanentes (PP) son las siguientes:

- Para cada carril, 2 sensores piezoeléctricos para conteo y pesaje en movimiento (WIM) más 1 espira magnética para detección,
- Para cada puesto, un sensor de temperatura.
- Conexión eléctrica de la ANDE con descarga a tierra con pararrayos.
- Un gabinete de metal hermético, montado sobre una base y un apoya-escaleras que contiene el equipo EMU3 de conteo, accesorios de conexión de los sensores y de conexiones de energía eléctrica y/o batería.
- Conectividad con el servidor ubicado en el MOPC
- Transmisión de datos con el formato solicitado por la Dependencia del MOPC encargada de la operación de los puestos de control

7.2.3 INSTALACIÓN DE LOS PUESTOS PERMANENTES

Para que los equipos mencionados puedan obtener la información de conteo de tránsito con los mayores niveles de calidad, es necesario el cumplimiento de las condiciones de instalación, operación y mantenimiento establecidas en estas especificaciones.

- Replantear la localización de sensores sin errores: las longitudes y distancias deben ser cuidadosamente respetadas.
- Manipulación cuidadosa de los sensores.
- Realizar el corte, conformación y limpieza de la caja con extremo cuidado, manteniendo las dimensiones especificadas y no introduciendo imperfecciones en su fondo y paredes.

- Utilizar la resina según su especificación, cuidar que no se produzcan alteraciones en su composición por introducción de agua u otros contaminantes y prestar atención al tiempo necesario para su colocación, evitando una canalización excesivamente anticipada.
- Lograr una superficie del sensor sin imperfecciones y perfectamente alineada con la superficie del pavimento adyacente.
- Realizar las pruebas iniciales de funcionamiento según las especificaciones.

7.2.3.1 Columna y gabinete.

La columna será de hormigón armado en la cual se colocará el soporte del gabinete con el equipo de conteo y se ubicará en la franja de dominio a una distancia del borde de banquina tal que no conlleve peligro para el tránsito.

7.2.3.2 Equipos y sensores de Puestos Permanentes (PP)

Para cada carril, 2 sensores piezoeléctricos flexibles (tipo RoadTrax BL clase 1) para conteo y pesaje en movimiento (WIM) más 1 espira magnética para detección. Para cada puesto, un sensor de temperatura. Deberán ser compatibles con el equipo EMU3 fabricado en Inglaterra.

En lo referente a la colocación de los sensores y espiras en el pavimento, la demarcación de la ubicación de la posición de los sensores y espiras, así como los cables de salida correspondientes, en el pavimento debe realizarse con extremo cuidado respetando las medidas establecidas en los planos finales.

La demarcación debe comenzarse definiendo una línea transversal al eje de la calzada y enfrentada a la columna, la cual oficiará de eje de la instalación. Luego serán demarcadas las ubicaciones de los diferentes componentes.

A efectos de instalar los sensores piezoeléctricos y de temperatura, las espiras magnéticas, así como los cables de salida correspondientes, se deberá cortar el pavimento con una máquina aserradora de juntas que trabaje en seco.

Una vez efectuada la terminación de los cortes, se procede a la limpieza profunda dentro de los cortes y en la superficie del pavimento utilizando un compresor de aire.

Los sensores abarcarán un mínimo del 90% del ancho de cada carril. El ancho de las cajas para los sensores piezoeléctricos debe estar comprendido entre los 19 y los 25 mm, mientras que la profundidad será de 19 mm +/- 1mm, utilizando como relleno Resina para sensores Piezoeléctricos PU200W.

Posteriormente se colocará el cable en el corte y se lo introducirá empujándolo con un elemento no cortante ni punzante, sellado con Resina para sensores Piezoeléctricos PU200W, y deberá cuidarse que la superficie del sensor quede sin imperfecciones y perfectamente alineada con la superficie del pavimento adyacente.

La espira se instalará mediante corte en el pavimento el ancho debe ser de 10 mm y la altura es de 40 mm, sellado con Resina para espiras magnéticas PU204.

Prevía colocación del cable de las espiras en el corte efectuado en el pavimento se deberá preparar éste observando que la longitud de este sea suficiente para llegar hasta el gabinete y permitir la conexión con el equipo de conteo sin empalmes.

Luego de completada la cantidad de vueltas del cable que conforma las espiras, se llevará el extremo final del cable hasta aparearlo con el cable del comienzo de la espira; ambos extremos de alimentación deberán retorcerse sobre sí mismo desde la salida del corte hasta el extremo del cable y luego se introducirá en el corte efectuado desde el borde de la calzada. El motivo por el que se realiza el retorcido de los cables alimentadores es para evitar que los mismos produzcan variaciones en la inductancia de la espira cuando pasa un vehículo sobre estos, produciendo una señal errática.

Para la protección ante descargas, se utilizará el pararrayos que será instalado a tierra, a través de un conductor de cobre dentro de un ducto de plástico pvc con una jabalina de cobre. Asimismo, se instalará el gabinete a tierra para protección ante descargas.

Las cajas de inspección son de mampostería de ladrillo revocado en todo su interior y tienen una tapa de H° para cierre hermético. Interiormente deben tener un sistema de drenaje para que el agua de lluvia que pueda introducirse drene en el caso de que penetre en la caja. Las tapas de las cajas deberán quedar a +/- 50 cm del nivel del suelo que la rodea de manera a proteger las conexiones de obras de reparaciones y/o limpieza de banquina y franja de dominio.

El cableado entre el borde de banquina y el poste debe estar dentro de un tubo de PVC. Es importante que este caño de PVC se introduzca en la banquina para evitar la existencia de un punto frágil en el borde de la misma. También si se considera necesario podrá realizarse el cableado en banquina ya dentro de caños de PVC para cada cable de conducción, esto es conveniente para aquellas banquetas de material granular con revestimientos de bajo espesor.

Los cables provenientes de los sensores y las espiras se conectan al gabinete a través de los registros de inspección dentro de caños de PVC para cada cable de conducción hasta la segunda cámara de inspección y desde ahí a través de un caño de hierro galvanizado de 2" de diámetro y 1/2" de espesor, adosados a la columna de H° hasta una caja de distribución y de ahí hasta el gabinete a través de 2 cañerías de caño corrugado reforzado y revestido en su interior con una chapa.

Las conexiones a la electrónica se realizarán a través de conectores tipo BNC, mientras que los cables de las espiras se conectan a borneras colocadas dentro del gabinete, desde donde salen los cables con los conectores hacia la electrónica.

Dentro del gabinete se realiza la instalación para el suministro eléctrico del equipo desde la red de ANDE. Se dispone de una fuente de 12V – 5A y un regulador de carga para mantener cargada la batería de respaldo. Se instala una llave termo magnética de 10A y una llave diferencial de 25 A – 30mA para cortar el suministro eléctrico y proteger el equipo ante una sobretensión desde la red de ANDE. Las llaves y las borneras van amuradas sobre rieles DIN.

7.2.4 MEDICIÓN

La unidad de medida de los trabajos comprendidos en este ítem, serán medidos en forma de unidad, una vez aprobados por la Fiscalización y la Dependencia del MOPC encargada de la operación de los puestos de control.

7.2.5 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al Método de Medición descripto más arriba serán pagadas a los precios unitarios correspondientes al ítem de pago "Instalación de sensores y espiras magnéticas en puesto de conteo".

Estos precios y pagos constituirán compensación completa por la colocación, mano de obra, equipos, servicios, supervisión, imprevistos y otros incidentales necesarios para, e inherente a, dar por completado el ítem, inclusive los gastos provenientes y necesarios para la restitución total del funcionamiento del puesto afectado a la misma condición actual (personal técnico, materiales, gestiones pertinentes, etc.), de acuerdo con estas Especificaciones y en conformidad a las alineaciones, cotas, secciones transversales y dimensiones de los Planos y/u Ordenes de Servicio.

Tabla 7-2: Forma de pago ítem sensores y espiras magnéticas en puesto de conteo

Ítem de Pago	Forma de Pago
Instalación de sensores y espiras magnéticas en puestos de conteo	Unidad (ud)

8 MOVILIZACIÓN

8.1.1 DESCRIPCIÓN Y ALCANCE

Esta Sección se refiere a las consideraciones y criterios que se deberán tener en cuenta para la ejecución, operación y abandono de las instalaciones de trabajo y campamentos.

En particular, las instalaciones comprendidas en esta Sección se refieren a la construcción o provisión, acondicionamiento y desarme de campamentos, depósitos, oficinas, laboratorios y demás instalaciones necesarias para el normal desarrollo de las tareas. Abarca igualmente todas las instalaciones, empalmes, uniones y conexiones de electricidad, agua potable y alcantarillado sanitario; así como también el suministro, durante todo el plazo del Contrato, de la energía eléctrica, agua potable y combustibles que sean necesarios. Se debe considerar también, los permisos, derechos y gravámenes de todo tipo, que afecten la construcción de todas las instalaciones.

La ubicación de las áreas destinadas a las instalaciones, tales como: campamentos, talleres, plantas de producción, oficinas, laboratorios u otros, deberá ser determinada por el Contratista y aprobada por la Fiscalización.

En un plazo no mayor de 15 días de iniciado el Contrato, el Contratista deberá presentar a la Fiscalización, una descripción detallada de todas las instalaciones, en la que se especificará claramente la ubicación, dimensiones y tipo de materiales a emplear.

Dentro de los 45 días siguientes a la fecha de aprobación de la proposición del Contratista por parte de la Fiscalización, todas las dependencias exigidas en esta Especificación deberán estar en condiciones de prestar los servicios para los cuales fueron concebidas. En todo caso, el Pliego de Bases y Condiciones del Contrato podrá fijar un plazo diferente.

El Ítem considerará el establecimiento total del Contratista en la zona de la Obra, el traslado del equipo y maquinarias en la cantidad necesaria para el cumplimiento de los plazos contractuales y la instalación completa de los campamentos y obradores, viviendas del personal, oficina técnica y administrativa, talleres, depósitos, laboratorios, etc., así como las labores al final de la Obra, necesarias para el desmantelamiento de las instalaciones y traslado de retorno.

8.1.1.1 Campamentos y depósitos del Contratista

El Contratista deberá construir y/o proporcionar al personal que trabaja en las obras, campamentos que los protejan satisfactoriamente de las lluvias, el viento y la humedad, y que se encuentren a plena satisfacción de la Fiscalización.

Las instalaciones deberán tener un tamaño compatible con la cantidad de personas que trabajarán en la Obra y contarán al menos con: servicios higiénicos, piezas con sus respectivos casilleros, guardarropas y comedores adecuados.

Los depósitos deberán ofrecer condiciones que garanticen el cumplimiento de las exigencias de las presentes especificaciones, con respecto al almacenamiento de materiales y equipos.

8.1.1.2 Transporte

El Contratista deberá proporcionar movilización para transportar personal e instrumentos de topografía y de laboratorio, las probetas y los testigos de hormigón, las muestras de suelo, los áridos y todos los implementos que se requieran trasladar para un efectivo control de las obras.

El traslado del equipo pesado se puede efectuar en camiones transportadores de plataforma baja, mientras que el equipo liviano puede trasladarse por sus propios medios, llevando el equipo liviano no autopropulsado como herramientas, martillos neumáticos, vibradores, etc.

El Contratista antes de transportar el equipo mecánico al sitio de la obra deberá someterlo a inspección del MOPC dentro de los 30 días después de otorgada la Orden de Inicio. Este equipo será revisado por la Fiscalización en la obra y de no encontrarlo satisfactorio en cuanto a su condición y operatividad deberá rechazarlo en cuyo caso el Contratista deberá reemplazarlo por otro similar en buenas

condiciones de operación. El rechazo del equipo no podrá generar ningún reclamo por parte del Contratista.

El Contratista no podrá retirar de la obra ningún equipo sin autorización escrita de la Fiscalización.

8.1.2 LABORATORIOS DE CONTROL

El Contratista deberá disponer y operar, por su cuenta, un Laboratorio de control de las obras que esté ejecutando, así como también proveerá la cobertura de servicios de laboratorios externos que se requieran consultar. El Laboratorio de la obra deberá estar provisto de los equipos y elementos que fueran necesarios para efectuar los ensayos que se citan en las presentes Especificaciones Técnicas. Los elementos y equipos se aportarán según las necesidades de la Obra y cuando lo disponga la Fiscalización, reponiendo los que se encuentren en mal estado.

8.1.3 MEDICIÓN

La movilización se medirá en forma global (gl). La medición será realizada de manera proporcional al avance conseguido por el Contratista durante la movilización, instalación del campamento, traslado del equipo y de las máquinas considerados como “mínimo inicial”, en función al programa de trabajo presentado por el mismo, siempre y cuando sean cumplidas las obras y servicios presupuestadas por el mismo en su Oferta.

8.1.4 PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente al Ítem “Movilización”.

El precio unitario no será superior al tres por ciento (3%) del monto total de la Oferta y en él se considerarán contemplados la totalidad de gastos necesarios para la instalación y levantamiento de toda la infraestructura necesaria a entera satisfacción de estas Especificaciones Técnicas y de la Fiscalización.

Tabla 8-1: Forma de pago ítem movilización

Ítem de Pago	Forma de Pago
Movilización	Global (gl)

9 INSTALACIONES Y SERVICIOS

9.1 INSTALACIONES Y SERVICIOS PERSONALIZADOS

9.1.1 DESCRIPCIÓN

El Contratista deberá proveer los servicios, instalaciones e insumos que se mencionan a continuación en la medida indicada para la Obra.

Todo lo indicado en esta especificación deberá ser proveído por cada Lote (Lote A y Lote B).

Este ítem consistirá en la provisión de mobiliarios, electrodomésticos, equipos de oficina, insumos y otros elementos necesarios para el alojamiento y la operación de la Supervisión del MOPC y de la Unidad Ejecutora de Proyectos CAF, en la prestación de los servicios correspondientes para el mantenimiento de las viviendas, equipos y oficinas y en el cubrimiento de los gastos de operación respectivos.

9.1.2 MOVILIDAD

9.1.2.1 Para la Supervisión

Vehículo 0 km, tipo camioneta PICK UP, con capacidad mínima de 3.000 cc, turbo diesel, doble tracción, transmisión automática, aire acondicionado, póliza de seguro contra todo riesgo, atención mecánica, lavado, mantenimiento y combustible (tipo extra o aditivado) para un consumo de 500 Lts/mes, y cambio de juego completo de cubiertas cada 40.000 km y el costo correspondiente a estacionamiento del vehículo en las inmediaciones del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.

9.1.2.2 Para la Unidad Ejecutora de Proyectos CAF

Vehículo 0 km, tipo camioneta PICK UP, con capacidad mínima de 3.000 cc, turbo diesel, doble tracción, transmisión automática, aire acondicionado, póliza de seguro contra todo riesgo, atención mecánica, lavado, mantenimiento y combustible (tipo extra o aditivado) para un consumo de 500 Lts/mes, y cambio de juego completo de cubiertas cada 40.000 km y alquiler de estacionamiento mensual en las inmediaciones del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.

9.1.3 VIVIENDAS Y OFICINA DE CAMPO

El Contratista deberá proveer las instalaciones edilicias que reúnan los requisitos que se detallan a continuación, de acuerdo a las instrucciones y en los lugares que indique la Fiscalización. Estas instalaciones deberán estar listas para su uso y ocupación, incluyendo el amueblamiento, cuando el Contratista instale su campamento-obrador.

Para la Supervisión se proveerán, los tipos de viviendas y las instalaciones que se indican más adelante y serán:

- Vivienda tipo "A", cantidad: 1 (uno), de aproximadamente 130 m².
- Oficina de Campo: 1 (uno).

9.1.3.1 Ubicación de vivienda

La ubicación de la vivienda para la Supervisión deberá ser aprobada por la misma.

Dentro de los 30 (treinta) días posteriores a la recepción de la Orden de Inicio, el Contratista presentará a la Fiscalización, para su aprobación, los detalles de los edificios a ser proveídos.

9.1.3.2 Materiales para vivienda

Los edificios serán de mampostería de ladrillo, techos de tejas y pisos tipo calcáreo o cerámico; de materiales de primera calidad, sujetos a la aprobación de la Fiscalización.

9.1.3.3 Facilidades y mobiliario de vivienda

Los edificios deberán contar con servicios sanitarios, agua corriente y electricidad. Deberán incluir el siguiente equipo y mobiliario.

Vivienda Tipo A: (Hall, lugar de estar, 2 dormitorios, cocina, comedor, baño y lavadero)

- a) Baño con agua corriente fría y caliente, completo.
- b) Cocina con agua corriente fría y caliente, pileta de lavado de platos con escurridor y gabinete de madera debajo, y otros gabinetes de pared o estantes para depósito.
- c) Lavadero que incluya pileta con escurridor y agua corriente fría.
- d) Dormitorios con placares-roperos grandes para colgar ropas, estantes y cajones, y estante alto para depósito.
- e) Tanque elevado de agua de 1000 litros
- f) Pozo ciego y cámara séptica
- g) Servicios de limpieza

Se detalla aquí la lista de equipo y mobiliario a proveer:

- 1 Heladera eléctrica de 10 pies cúbicos
- 1 Calefón grande para agua, eléctrico
- 1 Cocina de cuatro hornallas con horno a gas
- 2 Unidades de equipos de Aire Acondicionado 12.000 BTU, 220 Volt
- 1 Juego de comedor con 6 sillas
- 2 Camas gemelas o 1 cama de dos plazas con colchones
- 1 Juego de sala con sofá y 2 sillones tapizados (cuerina)
- 1 Mesita
- 7 Sillas plegadizas
- 4 Sillas comunes
- 1 Mesa 1 m. x 2m.
- 2 Cómodas con cajones y espejo
- 2 Camas gemelas, con colchones
- 4 Mesas de noche
- 4 Veladores
- 1 Ventilador de techo

9.1.3.4 Mantenimiento de la vivienda

El Contratista deberá proveer los servicios requeridos, mantener y reparar las instalaciones y facilidades contempladas para la vivienda, según sean necesarios, durante el contrato, hasta la Recepción Provisoria de la Obra.

9.1.4 OFICINA DE CAMPO

El Contratista deberá proporcionar, equipar y mantener en buenas condiciones la Oficina de Campo que serán usadas exclusivamente por la Supervisión.

La Oficina (40 m²) deber ser ubicada en el Obrador del Contratista.

El Contratista suministrará, además las comodidades descritas a continuación: energía eléctrica tal y como sea requerida, agua corriente y agua potable.

9.1.4.1 Detalles constructivos para la oficina de campo

La Oficina deberá ser un edificio a prueba de intemperie. El edificio como mínimo contará con dos oficinas y baño.

Las generalidades de construcción serán las mismas indicadas para las viviendas, además de los indicados a continuación:

- Servicio Sanitario:

Se equipará con inodoro, ducha y lavamanos, conectados con una fosa séptica adecuada y pozo ciego. Como alternativa, estas mismas facilidades pueden ser instalado en un edificio aparte, si éste está dentro de 30 metros de la oficina de campo.

- Mobiliario y Equipo para la Oficina:

Lámparas adecuadas, tomacorrientes de pared, mobiliario nuevo y equipo como sigue:

- 2 archivos de metal con llave, de 0,90 m. de fondo, 0,45 metros de ancho y 1,80 metros de alto.
- 2 archivos de metal, tamaño oficio con 4 gavetas, cada una de 0,42 x 0,57 m.
- 2 escritorios, 2 mesas.
- 8 sillas.
- 2 unidades de aire-acondicionado de 12.000 BTU de capacidad.
- 1 Heladera eléctrica de 9 pies cúbicos de capacidad mínima.
- Instalaciones:

Todas las piezas deben tener aparatos de luz montados en el cielorraso y conectados con interruptores instalados en las paredes cerca de las puertas. Las oficinas deben tener por lo menos un tomacorriente doble en cada pared interior.

9.1.4.2 Mantenimiento de la oficina de campo

El Contratista deberá proveer los servicios requeridos, mantener y reparar las instalaciones y facilidades contempladas para la oficina de campo, según sean necesarios, durante el contrato, hasta la Recepción Provisoria de la Obra.

9.1.5 SERVICIOS DE COMEDOR Y HOSPEDAJE

El Contratista deberá proveer el servicio diario de alimentación (tres comidas diarias) para la Supervisión (para 1 persona por día).

Se deberá proveer los gastos de alimentación (tres comidas diarias) para personales de la Unidad Ejecutora de Proyecto CAF, para tres (3) personas, dos (2) días al mes.

Además, se deberá proveer el servicio de hospedaje para personales de la Unidad Ejecutora de Proyecto CAF, para tres (3) personas, dos (2) días al mes.

9.1.6 SUMINISTROS PARA LA UNIDAD EJECUTORA DE PROYECTOS CAF

Una fotocopiadora láser color multifunción (impresora, fotocopiadora, escáner) para hojas tamaño Carta, A4, Oficio y A3, todos nuevos y de última generación incluido el mantenimiento y repuestos durante todo el periodo del contrato, hasta la Recepción Provisoria de la Obra.

Papelería, cartuchos de tinta y otros gastos de funcionamiento de Unidad Ejecutora no definidos anteriormente por un monto mensual equivalente a 13 jornales mínimos, debiendo la Unidad Ejecutora realizar la correspondiente solicitud por escrito, debiendo el contratista entregar los insumos con el correspondiente registro de la fecha y persona que los recibió. Este servicio se extiende durante todo el periodo del contrato, hasta la Recepción Provisoria de la Obra.

Dos computadoras transportables (notebook) con las siguientes características como mínimo: Pantalla 17 pulg, procesador con 4 núcleos con 2.7 Ghz cada uno, memoria RAM 16 GB, disco duro 1 tb, tarjeta gráfica con 640 núcleos 128 bits con Microsoft office instalado, y licencia de antivirus, con sus respectivos, mouse inalámbrico y portafolio, todos nuevos y de última generación; u otros equivalentes definidos por la Supervisión. Deberá preverse el mantenimiento y reparación de estos equipos durante la duración del contrato, hasta la Recepción Provisoria de la Obra.

Los equipos indicados en este apartado deberán ser nuevos (no se admitirán equipos usados), y serán devueltos a la Contratista luego de la Recepción Provisoria de la Obra.

9.1.7 DURACIÓN DEL SERVICIO, EQUIPOS Y VEHÍCULOS.

Todos los servicios mencionados en esta especificación deberán ser proveídos desde la orden de inicio hasta la recepción provisora de la Obra.

Los equipos y vehículos serán devueltos al Contratista cuando la misma obtenga la Recepción Provisora de la Obra.

9.1.8 MEDICIÓN

Se efectuará la medición de los Servicios prestados conforme a la provisión, y se medirá de manera global.

9.1.9 PAGO

Los servicios, provisiones e instalaciones medidos conforme al Método de Medición descrito más arriba, se abonarán en el ítem "Instalación y Servicios Especializados". Este precio y pago constituirán la compensación completa por el suministro de las instalaciones y servicios, así como la conservación y mantenimiento necesarios durante periodo detallado equipos, servicios, imprevistos, y otros incidentales necesarios para dar por completado el ítem.

Tabla 9-1: Forma de pago ítem Instalación y servicios especializados

Ítem de Pago	Forma de Pago
Instalación y servicios especializados	Global (gl)