

ANEJO Nº 30

SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

ANEJO Nº30

SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

ÍNDICE

DOCUMENTO Nº1 : MEMORIA

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

DOCUMENTO Nº 3: PRESUPUESTO



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA



ANEJO Nº 30
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL
ÍNDICE

<p>1. OBJETO 8</p> <p>2. MARCO NORMATIVO 8</p> <p>3. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN LA OBRA 18</p> <p>3.1. Reglamento de Seguridad e Higiene de la Empresa contratista adaptado (RSHEA) 18</p> <p>3.2. Control de accesos 18</p> <p>3.3. Procedimiento penalizador - incentivador 20</p> <p>3.4. Organización preventiva 20</p> <p>3.4.1. Técnico de seguridad y salud. 21</p> <p>3.4.2. Recursos preventivos 21</p> <p>3.4.3. Matriz de funciones y responsabilidades de la empresa contratista 23</p> <p>3.5. Formación e información sobre seguridad y salud de los trabajadores 29</p> <p>3.5.1. Consideraciones generales 29</p> <p>3.5.2. Contenido y duración de los cursos 29</p> <p>3.6. Planificación preventiva 30</p> <p>3.7. Plan de autoinspección de seguridad 30</p> <p>3.7.1. Vigilancia del método de trabajo 30</p> <p>3.7.2. Vigilancia sobre el estado de las instalaciones provisionales 30</p> <p>3.7.3. Vigilancia de las protecciones colectivas 31</p> <p>3.7.4. Vigilancia del uso de protecciones individuales 31</p> <p>3.8. Medicina preventiva 31</p> <p>3.8.1. Servicio médico laboral (SML) 31</p> <p>3.8.2. Reconocimientos médicos 31</p> <p>3.8.3. Asistencia a accidentados 31</p> <p>3.8.4. Partes de deficiencia y accidente. Actuación en caso de accidentes 32</p> <p>3.9. Enfermedades profesionales, medidas a considerar 32</p> <p>3.9.1. Enfermedades causadas por plomo 33</p> <p>3.9.2. Enfermedades causadas por benceno 33</p> <p>3.9.3. Enfermedades causadas por vibraciones 33</p> <p>3.9.4. Sordera profesional 33</p> <p>3.9.5. Silicosis 34</p> <p>3.9.6. Dermatitis 34</p> <p>3.9.7. Neumoconiosis 34</p> <p>3.9.8. Humos y vapores 34</p> <p>3.9.9. Líquidos 34</p> <p>3.9.10. Gases 34</p>	<p>3.10. Índices de siniestralidad 35</p> <p>3.11. Descripción de las instalaciones de higiene y bienestar en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlas 35</p> <p>3.12. Coordinación de actividades empresariales 36</p> <p>3.12.1. Comité o comisión de seguridad y salud 36</p> <p>3.12.2. Obras colindantes o solapadas 37</p> <p>3.12.3. Reposición de servicios afectados 38</p> <p>4. PREVISIÓN DE ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIA 38</p> <p>4.1. Plan de actuaciones en caso de emergencia 38</p> <p>4.1.1. Clasificación de las emergencias 38</p> <p>4.1.2. Medidas a adoptar 39</p> <p>4.1.3. Primeros auxilios 42</p> <p>4.1.4. Sistemas de comunicación 42</p> <p>4.1.5. Plan de prevención y extinción de incendios 43</p> <p>4.1.6. Instalaciones de ventilación 44</p> <p>4.1.7. Instalaciones eléctricas 45</p> <p>4.1.8. Circulación de trenes 46</p> <p>4.1.9. Acceso al interior del túnel 46</p> <p>4.1.10. Cámara de escape en tuneladoras 46</p> <p>4.2. Formación 46</p> <p>4.2.1. Descripción 46</p> <p>4.2.2. Plan de formación del personal 46</p> <p>4.3. Coordinación con medios externos 47</p> <p>4.4. Simulacros de emergencia 47</p> <p>4.5. Servicios de emergencia 47</p> <p>4.5.1. Equipos de respiración 48</p> <p>4.5.2. Otros 48</p> <p>5. INFORMACIÓN ÚTIL PARA TRABAJOS POSTERIORES 49</p> <p>6. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA 49</p> <p>6.1. Descripción de la obra 49</p> <p>6.1.1. Trazado de la vía 49</p> <p>6.1.2. Estaciones 50</p> <p>6.1.3. Túneles 50</p> <p>6.1.4. Pozos de ventilación, bombeo y salidas de emergencia 50</p> <p>6.1.5. Superestructura 51</p> <p>6.2. Procedimiento constructivo. Generalidades. 51</p> <p>6.3. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra 52</p> <p>6.4. Cronograma de obra 52</p> <p>7. RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN 52</p> <p>7.1. Riesgos y medidas preventivas generales de obra 52</p>
---	--

7.1.1.	Introducción	52	8.	ANÁLISIS DE LAS UNIDADES CONSTRUCTIVAS. APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS.	69
7.1.2.	Normas generales de comportamiento	52	8.1.	Trabajos de replanteo	69
7.1.3.	Ordenación del tráfico por el interior de la obra	53	8.1.1.	Definición y análisis	69
7.1.4.	Zonas de acopio	54	8.2.	Instalaciones de higiene y bienestar	70
7.1.5.	Riesgos generales	55	8.2.1.	Emplazamiento	70
7.1.6.	Protecciones individuales	55	8.2.2.	Instalaciones de Obra	70
7.1.7.	Protecciones colectivas	56	8.3.	Demoliciones y levantados	71
7.2.	Riesgos de materiales y productos más comunes	56	8.3.1.	Descripción de los trabajos	71
7.2.1.	Cemento	56	8.3.2.	Identificación de riesgos	71
7.2.2.	Cal	56	8.3.3.	Medidas preventivas	72
7.2.3.	Aditivos químicos para hormigones	57	8.3.4.	Protecciones colectivas	72
7.2.4.	Desencofrantes	57	8.3.5.	Protecciones individuales	72
7.2.5.	Yeso	57	8.3.6.	Medios auxiliares	73
7.2.6.	Asbesto	57	8.3.7.	Maquinaria	73
7.2.7.	Betunes	58	8.3.8.	Señalización y balizamiento	73
7.2.8.	Lana de roca	58	8.3.9.	Desmontaje y retirada de placas de fibrocemento, aislantes, etc.	73
7.2.9.	Poliuretano	58	8.4.	Excavación mediante explosivos. Voladuras	73
7.2.10.	Maderas	59	8.4.1.	Identificación de Riesgos	74
7.2.11.	Insecticidas y fungicidas	59	8.4.2.	Utilización y manejo de explosivos	74
7.2.12.	Combustibles	59	8.4.3.	Fases de ejecución	76
7.2.13.	Gases combustibles	59	8.4.4.	Barrenos fallidos	78
7.3.	Señalización de los riesgos del trabajo	60	8.4.5.	Transporte, almacenamiento y distribución del explosivo	78
7.3.1.	Elementos de Señalización y balizamiento	60	8.4.6.	Protecciones colectivas	78
7.3.2.	Señalización por zonas	60	8.4.7.	Protecciones individuales	78
7.4.	Riesgos y medidas preventivas servicios afectados	62	8.5.	Excavaciones en zanjas y rellenos	79
7.4.1.	Conducciones afectadas subterráneas. Gas.	62	8.5.1.	Descripción de los trabajos	79
7.4.2.	Conducciones afectadas subterráneas. Agua	64	8.5.2.	Identificación de riesgos	79
7.4.3.	Conducciones afectadas subterráneas. Saneamiento	64	8.5.3.	Medidas preventivas	79
7.4.4.	Conducciones aéreas. Líneas eléctricas de alta tensión	64	8.5.4.	Protecciones colectivas	82
7.4.5.	Prevención de trabajos cercanos a líneas eléctricas	65	8.5.5.	Protecciones individuales	82
7.5.	Control del ruido y las vibraciones	66	8.5.6.	Medios auxiliares	82
7.5.1.	Criterio de medida de nivel de ruido y vibración	66	8.5.7.	Maquinaria	82
7.5.2.	Vibraciones	66	8.5.8.	Señalización y balizamiento	82
7.5.3.	Ruidos	66	8.6.	Excavación en desmante	82
7.5.4.	Medidas preventivas en ambientes ruidosos y en presencia de vibraciones	67	8.6.1.	Definición	82
7.6.	Riesgos de daños a terceros	67	8.6.2.	Medios	83
7.6.1.	Riesgos más frecuentes	68	8.6.3.	Identificación de Riesgos	83
7.6.2.	Prevención de riesgos de daños a terceros	68	8.6.4.	Medidas preventivas	83
7.7.	Trabajos nocturnos y a turnos	68	8.6.5.	Protecciones	84
7.8.	Sustancias peligrosas o nocivas	68	8.6.6.	Medidas complementarias	84
7.9.	Atmósferas peligrosas	68	8.7.	Puesta en obra e instalación de tubos	85
7.10.	Estrés térmico, frío y humedad	69	8.7.1.	Descripción de los trabajos	85
			8.7.2.	Identificación de riesgos	85

8.7.3.	Medidas preventivas	85	8.15.5.	Limpieza y tratamiento de pantallas	100
8.7.4.	Protecciones colectivas	86	8.15.6.	Gunitado	101
8.7.5.	Protecciones individuales	87	8.15.7.	Ejecución del acceso definitivo	102
8.7.6.	Medios auxiliares	87	8.15.8.	Cerramiento de pozos	102
8.7.7.	Maquinaria	87	8.16. Estaciones obra civil	102	
8.7.8.	Señalización y balizamiento	87	8.16.1.	Descripción de las actividades	102
8.8. Rellenos en zanja	87		8.16.2.	Ejecución de losa superior in situ	103
8.8.1.	Identificación de riesgos	87	8.16.3.	Excavación de rampas de acceso	103
8.8.2.	Medidas preventivas	87	8.16.4.	Excavación bajo losa	103
8.8.3.	Protecciones	87	8.16.5.	Ejecución de anclajes para losas y estampidores intermedios	104
8.9. Ejecución de pantallas	87		8.16.6.	Ejecución de losas y escaleras definitivas mediante el empleo de cimbras	104
8.9.1.	Introducción y descripción	87	8.16.7.	Ejecución de losas superiores de vigas prefabricadas	105
8.9.2.	Pantallas con pantalladora	88	8.16.8.	Ejecución de contrabóveda de hormigón armado	105
8.10. Demolición de la cabeza de los paneles	92		8.16.9.	Ejecución de muros o paramentos verticales de hormigón armado	106
8.10.1.	Definición	92	8.16.10.	Ejecución de forjados y andenes	108
8.10.2.	Medios empleados	92	8.17. Corte de hormigón con hilo de diamante	109	
8.10.3.	Identificación de riesgos	92	8.17.1.	Procedimiento.	109
8.10.4.	Medidas preventivas	92	8.17.2.	Medidas preventivas	109
8.10.5.	Protecciones	92	8.17.3.	Protecciones individuales	110
8.11. Construcción de la viga de atado de paneles	93		8.17.4.	Protecciones colectivas	110
8.11.1.	Definición	93	8.18. Estaciones arquitectura	110	
8.11.2.	Medios empleados	93	8.18.1.	Templete exterior	110
8.11.3.	Identificación de Riesgos	93	8.18.2.	Cubiertas interiores	112
8.11.4.	Medidas preventivas	93	8.18.3.	Impermeabilizaciones y aislamientos	113
8.11.5.	Protecciones	93	8.18.4.	Albañilería	114
8.12. Lodos bentoníticos	93		8.18.5.	Montaje de prefabricados	115
8.12.1.	Medios empleados	94	8.18.6.	Enfoscados y enlucidos	116
8.12.2.	Identificación de Riesgos	94	8.18.7.	Falso techo	117
8.12.3.	Medidas preventivas	94	8.18.8.	Solados	118
8.12.4.	Protecciones	94	8.18.9.	Identificación de riesgos	118
8.13. Ejecución de pilotes hormigonados "in situ"	94		8.18.10.	Medidas preventivas	118
8.13.1.	Ejecución del pilote	95	8.18.11.	Protecciones	119
8.13.2.	Demolición de la cabeza de los pilotes	97	8.18.12.	Alicatados	119
8.13.3.	Construcción de la viga de atado de los pilotes	97	8.18.13.	Revestimientos	120
8.14. Ejecución de pilas-pilote	97		8.18.14.	Carpintería metálica	121
8.14.1.	Definición	97	8.18.15.	Cerrajería	123
8.14.2.	Identificación de riesgos	97	8.18.16.	Montaje de vidrio	124
8.14.3.	Medidas preventivas	97	8.18.17.	Pinturas	125
8.14.4.	Protecciones	98	8.18.18.	Instalaciones eléctricas	126
8.15. Infraestructura de pozos	98		8.18.19.	Fontanería y saneamiento	127
8.15.1.	Ejecución recinto de pozos	99	8.18.20.	Climatización	128
8.15.2.	Excavación	99	8.19. Túnel en línea	131	
8.15.3.	Ejecución de estampidores intermedios	100	8.19.1.	Métodos constructivos	131
8.15.4.	Acceso en fase de ejecución	100			

8.19.2.	Circulación de vehículos. Tráfico de personal en el interior del túnel	131	8.26.2.	Iluminación	222
8.20.	Excavación de túnel con tuneladora	132	8.26.3.	Integración ambiental	223
8.20.1.	Introducción	132	8.26.4.	Protecciones colectivas	224
8.20.2.	Generalidades	132	8.26.5.	Protecciones individuales	225
8.20.3.	Descripción de las actividades y tajos	133	8.27.	Ensayos de laboratorio y control de calidad	225
8.20.4.	Emboquille	136			
8.20.5.	Montaje de tuneladora	137	9.	OBLIGACIONES PREVENTIVAS DEL EMPRESARIO CONTRATISTA	
8.20.6.	Extracción del material fuera del túnel	145		PRINCIPAL	228
8.20.7.	Mantenimiento y acondicionamiento de la tuneladora	146	9.1.	Designación de la organización preventiva de la obra	228
8.20.8.	Acopio y suministro de materiales	148	9.2.	Formación de personal en seguridad y salud	228
8.20.9.	Guiado de la tuneladora	150	9.3.	Información	229
8.20.10.	Perforación	151	9.4.	Presencia de los recursos preventivos	229
8.20.11.	Circulación de trenes dentro del back-up	155	9.5.	Coordinación de actividades empresariales	229
8.20.12.	Sostenimientos	159	9.6.	Vigilancia preventiva.	229
8.20.13.	Trabajos en la cabeza de corte	163	9.7.	Subcontratación	229
8.20.14.	Instalaciones auxiliares	166	9.8.	Obligaciones preventivas de empresas subcontratistas y	
8.20.15.	Desmontaje de tuneladora	179		trabajadores autónomos	230
8.21.	Excavación de túnel. Nuevo método austriaco.	180	10.	EXIGENCIAS PREVENTIVAS EN EL USO DE MAQUINAS	230
8.21.1.	Descripción de las actividades	180		10.1. Grandes máquinas	230
8.21.2.	Fases de ejecución.	181	10.1.1.	Riesgos más frecuentes	230
8.21.3.	Medidas preventivas generales	183	10.1.2.	Protecciones y medidas preventivas	230
8.21.4.	Acceso al frente del túnel	184	10.1.3.	Protecciones individuales:	231
8.21.5.	Frente de ataque	187	10.1.4.	Protecciones colectivas	231
8.21.6.	Procedimiento constructivo	188	10.2. Jumbo		231
8.21.7.	Instalaciones auxiliares	207	10.2.1.	Riesgos más frecuentes	231
8.22.	Galerías	216	10.2.2.	Medidas preventivas	231
8.23.	Superestructura de la vía	216	10.2.3.	Protecciones individuales:	232
8.23.1.	Definición	216	10.2.4.	Protecciones colectivas	232
8.23.2.	Medios	217	10.3. Robot de gunitado		232
8.23.3.	Identificación de riesgos	217	10.3.1.	Identificación de riesgos	232
8.23.4.	Medidas preventivas	217	10.3.2.	Medidas preventivas	232
8.23.5.	Protecciones	217	10.3.3.	Protecciones individuales	235
8.23.6.	Medidas complementarias	218	10.3.4.	Protecciones colectivas	235
8.24.	Firmes y pavimentos	218	10.4. Camión de transporte y dúmperes		235
8.24.1.	Definición	218	10.4.1.	Riesgos más frecuentes	235
8.24.2.	Medios	218	10.4.2.	Medidas preventivas	235
8.24.3.	Identificación de riesgos	218	10.4.3.	Protecciones colectivas	236
8.24.4.	Medidas preventivas	219	10.4.4.	Protecciones individuales	236
8.24.5.	Protecciones	219	10.5. Mini dúmper		236
8.25.	Señalización, balizamiento y defensa	219	10.5.1.	Riesgos más frecuentes	236
8.25.1.	Señalización urbana vertical	219	10.5.2.	Medidas preventivas	236
8.25.2.	Señalización urbana horizontal: pintura	220	10.5.3.	Protecciones colectivas	237
8.26.	Urbanización	221	10.5.4.	Protecciones individuales	237
8.26.1.	Colocación de bordillo y acerados	221			

10.6. Camión basculante	237	10.15.2. Medidas preventivas	249
10.6.1. Identificación de riesgos	237	10.15.3. Protecciones colectivas	249
10.6.2. Medidas preventivas	238	10.15.4. Protecciones individuales	249
10.6.3. Protecciones	238	10.16. Camión hormigonera.	249
10.7. Maquinaria de elevación	238	10.16.1. Riesgos más frecuentes	249
10.7.1. Identificación de riesgos	238	10.16.2. Protecciones y medidas preventivas	249
10.7.2. Medidas preventivas	238	10.16.3. Protecciones colectivas	250
10.7.3. Protecciones	239	10.16.4. Protecciones individuales	250
10.8. Grúa pantalladora	239	10.17. Bomba de hormigonado	250
10.8.1. Identificación de riesgos	239	10.17.1. Riesgos más frecuentes	250
10.8.2. Medidas preventivas	239	10.17.2. Protecciones y medidas preventivas	250
10.8.3. Protecciones	239	10.17.3. Protecciones colectivas	251
10.8.4. Medidas complementarias	240	10.17.4. Protecciones individuales	251
10.9. Grúa autopropulsada	240	10.18. Extendedora de productos bituminosos	251
10.9.1. Riesgos más frecuentes	240	10.18.1. Riesgos más frecuentes	251
10.9.2. Medidas preventivas	240	10.18.2. Medidas preventivas	251
10.9.3. Protecciones colectivas	241	10.18.3. Protecciones individuales	252
10.9.4. Protecciones individuales	241	10.19. Pequeñas compactadoras	252
10.10. Camión grúa	241	10.19.1. Riesgos más frecuentes	252
10.10.1. Riesgos más frecuentes	241	10.19.2. Protecciones y medidas preventivas	252
10.10.2. Medidas preventivas	242	10.19.3. Protecciones colectivas	252
10.10.3. Protecciones colectivas	243	10.19.4. Protecciones individuales	252
10.10.4. Protecciones individuales	243	10.20. Compresor	252
10.11. Cabrestante mecánico o maquinillo	243	10.20.1. Riesgos más frecuentes	252
10.11.1. Descripción del equipo.	243	10.20.2. Protecciones y medidas preventivas	253
10.11.2. Identificación de riesgos	243	10.20.3. Protecciones colectivas	253
10.11.3. Medidas preventivas principales	243	10.20.4. Protecciones individuales	253
10.11.4. Medidas preventivas complementarias.	243	10.21. Dobladora de ferralla	253
10.12. Pala cargadora	244	10.21.1. Identificación de riesgos	253
10.12.1. Definición	244	10.21.2. Medidas preventivas	253
10.12.2. Identificación de riesgos	244	10.21.3. Protecciones	254
10.12.3. Medidas preventivas	245	10.22. Martillo neumático	254
10.12.4. Protecciones	245	10.22.1. Riesgos más frecuentes	254
10.13. Maquinaria para pilotajes. Pilotadora	245	10.22.2. Medidas preventivas	254
10.13.1. Identificación de riesgos	245	10.22.3. Protecciones colectivas	255
10.13.2. Medidas preventivas	246	10.22.4. Protecciones individuales	255
10.13.3. Protecciones	246	10.23. Vibrador	255
10.14. Retroexcavadora	247	10.23.1. Riesgos más frecuentes	255
10.14.1. Riesgos más frecuentes	247	10.23.2. Medidas preventivas	255
10.14.2. Protecciones y medidas preventivas	247	10.23.3. Protecciones individuales	255
10.14.3. Protecciones colectivas	248	10.24. Sierra radial eléctrica.	255
10.14.4. Protecciones individuales	248	10.24.1. Riesgos más frecuentes	255
10.15. Motoniveladora	249	10.24.2. Medidas preventivas	255
10.15.1. Identificación de riesgos	249	10.24.3. Protecciones colectivas	255

10.24.4. Protecciones individuales	255	10.34.1. Riesgos más frecuentes	264
10.25. Taladro portátil	256	10.34.2. Protecciones y medidas preventivas	264
10.25.1. Riesgos más frecuentes	256	10.34.3. Protecciones individuales	264
10.25.2. Protecciones y medidas preventivas	256	10.34.4. Protecciones colectivas	264
10.25.3. Protecciones individuales	256	10.35. Plataformas elevadoras	264
10.26. Hormigonera	256	10.35.1. Riesgos más frecuentes	264
10.26.1. Identificación de riesgos	256	10.35.2. Protecciones y medidas preventivas	265
10.26.2. Medidas preventivas	256	10.35.3. Protecciones individuales	265
10.26.3. Protecciones individuales	256	10.35.4. Protecciones colectivas	265
10.27. Mesa de corte	257		
10.27.1. Identificación de riesgos	257	11. INSTALACIONES AUXILIARES	265
10.27.2. Medidas preventivas	257	11.1. Planta de dovelas	266
10.27.3. Protecciones individuales	257	11.1.1. Protecciones individuales	267
10.28. Cortadora cerámica	257	11.1.2. Protecciones colectivas	267
10.28.1. Identificación de riesgos	257	11.1.3. Medidas preventivas	267
10.28.2. Medidas preventivas	257	11.2. Parque de ferralla	269
10.28.3. Protecciones	257	11.2.1. Medidas preventivas	270
10.29. Cortadora de hilo de diamante	257		
10.29.1. Identificación de riesgos	257	12. EXIGENCIAS PREVENTIVAS EN LA UTILIZACIÓN DE MEDIOS AUXILIARES	270
10.29.2. Medidas preventivas generales.	258	12.1. Andamios	270
10.29.3. Seguridad de la zona de trabajo	258	12.1.1. Definición	270
10.29.4. Preparativos antes de trabajar	258	12.1.2. Identificación de riesgos	271
10.29.5. Indicaciones sobre seguridad	258	12.1.3. Medidas preventivas	271
10.29.6. Protección contra sacudidas eléctricas	259	12.1.4. Andamios de pies derechos	272
10.29.7. Equipos de protección individual	259	12.1.5. Andamios metálicos tubulares	273
10.29.8. Protecciones colectivas	259	12.1.6. Andamios de puentes volados	274
10.30. Grupo de soldadura eléctrica	259	12.1.7. Andamios de palomillas	274
10.30.1. Riesgos más frecuentes	259	12.1.8. Andamios de borriquetas	274
10.30.2. Medidas preventivas	260	12.1.9. Andamios colgados móviles	275
10.30.3. Protecciones individuales	261	12.1.10. Andamios sobre ruedas	276
10.31. Soldadura oxiacetilénica	261	12.2. Pasarelas	276
10.31.1. Riesgos más frecuentes	261	12.2.1. Medidas preventivas	276
10.31.2. Medidas preventivas	261	12.3. Cimbras	276
10.31.3. Protecciones individuales	262	12.3.1. Identificación de riesgos	276
10.32. Botellas de gases comprimidos y dispositivos de seguridad asociados	262	12.3.2. Medidas preventivas	276
10.32.1. Almacenamiento en obra	262	12.4. Torretas o castilletes de hormigonado	277
10.32.2. Transporte	262	12.4.1. Identificación de riesgos	277
10.32.3. Uso	262	12.4.2. Medidas preventivas	277
10.33. Grupo electrógeno	263	12.5. Escaleras de mano	277
10.33.1. Identificación de riesgos más frecuentes.	263	12.5.1. Definición	277
10.33.2. Normas básicas de seguridad.	263	12.5.2. Medidas preventivas	277
10.33.3. Protecciones colectivas.	264	12.6. Ganchos, cables y eslingas	278
10.34. Herramientas manuales	264	12.6.1. Ganchos	278

12.6.2.	Cables	278	13.2.19.	Pasillos o marquesinas de seguridad	287
12.6.3.	Eslingas	278	13.2.20.	Barandillas	287
12.7.	Puntales	279	13.2.21.	Redes de seguridad	288
12.7.1.	Normas de uso	279	13.2.22.	Extintores	289
12.7.2.	Medidas preventivas	279	13.2.23.	Escaleras de mano	289
13.	CONDICIONES GENERALES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN	280	13.2.24.	Redes verticales	289
13.1.	Protecciones individuales	280	13.2.25.	Redes horizontales	289
13.1.1.	Prescripciones del casco de seguridad no metálico	280	13.2.26.	Mallazos	289
13.1.2.	Prescripciones del calzado de seguridad	280	13.2.27.	Plataformas de trabajo	289
13.1.3.	Prescripciones del protector auditivo	281	13.2.28.	Andamios tubulares metálicos	289
13.1.4.	Prescripciones de guantes de seguridad	281	13.2.29.	Protecciones colectivas en zonas o puntos peligrosos	289
13.1.5.	Prescripciones del cinturón de seguridad	281	13.2.30.	Protecciones colectivas en trabajos con maquinaria	290
13.1.6.	Prescripciones de gafas de seguridad	282	13.2.31.	Protecciones colectivas en trabajos en carretera	290
13.1.7.	Prescripciones de mascarilla antipolvo	282	13.2.32.	Protecciones colectivas en trabajos con riesgo eléctrico	290
13.1.8.	Prescripciones de bota impermeable al agua y a la humedad	283	13.2.33.	Líneas de vida	290
13.1.9.	Prescripciones de equipo para soldador	283	13.2.34.	Protecciones colectivas en los materiales dentro del túnel	291
13.1.10.	Prescripciones de guantes aislantes de la electricidad	283	14.	IMPUTACIÓN DE COSTES PREVENTIVOS	291
13.1.11.	Prescripciones de seguridad para la corriente eléctrica de baja tensión	284			
13.1.12.	Prescripciones de seguridad para la corriente eléctrica de alta tensión	284			
13.1.13.	Prescripciones de extintores	285			
13.2.	Prescripciones sobre protecciones colectivas	285			
13.2.1.	Caídas de altura.	285			
13.2.2.	Contactos eléctricos.	286			
13.2.3.	Caídas de cargas suspendidas.	286			
13.2.4.	Dispositivos de seguridad de maquinaria.	286			
13.2.5.	Limpieza de obra.	286			
13.2.6.	Señalización de tráfico y seguridad.	286			
13.2.7.	Topes de desplazamiento de vehículos	286			
13.2.8.	Cerramiento de obra	286			
13.2.9.	Valla para contención peatonal y cortes de tráfico.	286			
13.2.10.	Pórtico limitador de gálibo en pasos bajo líneas de A.T.	286			
13.2.11.	Señales de seguridad.	286			
13.2.12.	Barandillas.	286			
13.2.13.	Redes para prevención de caídas.	287			
13.2.14.	Control del polvo en las perforaciones	287			
13.2.15.	Riegos antipolvo.	287			
13.2.16.	Tubos de sujeción de cinturón de seguridad, sus anclajes soportes y anclajes de redes.	287			
13.2.17.	Medidas a realizar sobre los vehículos de obra para minimizar la emisión de gases contaminantes	287			
13.2.18.	Vallas autónomas de limitación y protección	287			

ANEJO Nº 30

SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

1. OBJETO

El presente Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (en adelante ESS) constituye la base sobre la que se desarrollará la actividad preventiva de las obras del metro de Quito. En base a este ESS las empresas contratistas desarrollarán un nuevo Reglamento de Seguridad e Higiene de la Empresa adaptado (RSHEA) a los niveles de protección aquí desarrollados, que deberán tramitar ante el Ministerio de Trabajo y cuya validez temporal se extenderá durante todo el plazo de ejecución de las obras y el periodo de garantía de las mismas.

En adelante el RSHEA se denominará Plan de Seguridad y Salud (PSS).

Se ha tratado de cumplir con rigor la legislación vigente, y en esa línea, se han introducido la totalidad de riesgos laborales previsibles en cada tajo según los criterios constructivos contenidos en el proyecto, y las correspondientes medidas técnicas de protección y prevención aconsejables para eliminarlos o minimizar sus consecuencias negativas; sin embargo, no es posible introducir en el ESS y evaluar completamente aquellos riesgos que se originan como consecuencia de las peculiaridades constructivas que van a introducir en la ejecución de la obra las empresas contratista o subcontratistas, cuyos riesgos y las correspondientes medidas alternativas deberán ser concretados por éstos en el correspondiente PSS y en sus modificaciones posteriores.

Por ello no puede darse una identidad plena entre los riesgos que contenga el Estudio y los del PSS, pues por concepto, el Estudio no puede reflejar otra cosa que “previsiones” mientras que el PSS debe contener “definiciones de riesgos”, ya que al redactar éste se cuenta con todas las peculiaridades con las que se va a construir la obra; e igualmente habrán de producirse diferencias si se comparan las medidas técnico preventivas incluidas en uno y otro documento.

El presente Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional establece, las previsiones iniciales respecto a prevención de riesgo de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas sanitarias y de bienestar de los trabajadores necesarias para la ejecución de las obras de infraestructura de del Metro de Quito.

Estas podrán ser modificadas y ampliadas en el PSS, en el cual se alcanzará un mayor grado de detalle con su correspondiente colección de planos y presupuesto de seguridad y salud que constituirá una previsión de inversión mínima en materia de seguridad y salud que deberá realizarse entre todas las empresas participantes en la ejecución de las obras.

A esos efectos y no a otros el contratista desarrollará en su PSS un presupuesto de seguridad y salud como compromiso mínimo de inversión que en ningún caso podrá ser inferior al que

se presente en el Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional del presente proyecto constructivo

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de el Equipo Fiscalizador. El PSS de la empresa contratista no podrá disminuir los niveles de protección contemplados en el presente ESS.

En este Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional se recogen, entre otras, las previsiones que deben tenerse en cuenta respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales durante los trabajos de ejecución del túnel, ya sea con máquina tuneladora, con pantallas, mediante el método tradicional de Madrid (también conocido como belga) o a través del método austriaco.

Se evaluarán los riesgos del trabajo en todo el proceso de ejecución del túnel, y también se estimarán las circunstancias que puedan influir en la generación de riesgos como consecuencia en la utilización de máquinas, instalaciones o elementos auxiliares necesarios para trabajos complementarios.

Se tratarán conceptos relacionados con normas generales de trabajo y los riesgos de prevención.

También se tratarán los conceptos relacionados con medicina preventiva y asistencia a los accidentados, situaciones de emergencia y medidas a tomar, así como la formación del personal.

2. MARCO NORMATIVO

A continuación se presenta una tabla con una relación no exhaustiva de la legislación vigente en materia de prevención. Las empresas constructoras, contratistas y subcontratistas que vayan a participar en las obras, se atenderán en todo momento a la normativa vigente, salvo que el presente ESS establezca condiciones más restrictivas. Así mismo es establece que las normas o textos legales aquí citados y calificados según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) como obligatorias o voluntarias, serán en todos los casos de aplicación obligatoria, salvo que el ESS regule condiciones más restrictivas en cuyo caso se aplicarán estas últimas.

CUADRO RESUMEN NORMATIVA				
NORMATIVA	Ed	APLICABILIDAD	CAMPO DE APLICACIÓN EN PROYECTO	OBSERVACIONES
NEC-11 Normativa Ecuatoriana de la construcción	Abr-2011			
MOP - 001-F 2002: Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.	2002			
CPE INEN 5 Parte 9.2: Código Ecuatoriano de la Construcción. (C.E.C). Diseño de instalaciones sanitarias: Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1 000 habitantes	Ed1 1997			
CPE INEN 019:01 Código eléctrico Nacional		Sí		
CPE INEN 5 Parte 8 Sección VII: Código de Práctica sobre protección de edificios contra incendios. Equipo de lucha contra el fuego y su mantenimiento.	1986			
CPE INEN 5 Parte 8 Sección VIII: Código de Práctica sobre protección de edificios contra incendios. Instalaciones eléctricas	1986			
CPE INEN 5 Parte 1. Capítulo 12. Requisitos generales de diseño: peligro sísmico, espectros de diseño y requisitos mínimos de cálculos para diseño sismo-resistente	2001	Sí	Consideraciones sobre los efectos sísmicos	Puede resultar de utilidad, aunque es mejor consultar el Capítulo 2 de la NEC-11: Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo-resistente.
NEC-11. Capítulo 2. Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo-resistente.	2011	Sí	Consideraciones sobre los efectos sísmicos	
NEC-11. Capítulo 9. Geotecnia y Cimentaciones.	2011	Sí	Geotecnia	Aunque está destinada a los estudios geotécnicos de edificaciones, algunos de los criterios generales recogidos pueden resultar de utilidad para el presente Proyecto.
NTE INEN. 0685:82. Geotecnia: Mecánica de suelos. Terminología y simbología	1982	Sí	Geotecnia	
NTE INEN 0146:76 Casco de seguridad para uso industrial. Requisitos e inspección	1976	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Establece características, clasificación y métodos de ensayo para todo tipo de protecciones de cabeza y faciales
NTE INEN 0441:84 1R Identificación de cilindros que contienen gases industriales	1984	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece un sistema de marcado para los cilindros que contienen gases industriales, en estado líquido o gaseoso, a fin de identificar su contenido. Se aplica a los cilindros que contienen gases empleados en la industria.

CUADRO RESUMEN NORMATIVA				
NORMATIVA	Ed	APLICABILIDAD	CAMPO DE APLICACIÓN EN PROYECTO	OBSERVACIONES
NTE INEN 0803:87 Equipo contra incendios. Vestimenta resistente al calor. Requisitos	1987	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la vestimenta para protección contra el calor, incluyendo inmersión de corta duración en la llama. Se aplica a vestimenta utilizada en la lucha contra el fuego por el personal de bomberos e incluye ropas, cascos protectores, guantes y calzado de seguridad contra incendios. No es aplicable a trajes refrigerados por aireo por líquidos, ni a equipos que utilizan aparatos respiratorios.
NTE INEN 0812:86 Identificación de cilindros y otros recipientes que contienen agentes extintores de fuego	1986	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece el sistema de marcado para identificación de los cilindros y recipientes que contienen agentes extintores de fuego. Esta norma se aplica en especial a extintores portátiles, pero puede utilizarse también para identificar otro tipo de recipientes que contengan agentes para extinción de fuego.
NTE INEN 0876:83 Guantes de cuero para uso industrial. Requisitos	1982	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece las características generales y dimensiones de los guantes de cuero para uso industrial.
NTE INEN 1000:09 1R Elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos ecuatorianos, RTE INEN	2009	Obligatoria	Aquellos que se ven afectados por la aplicación de estos reglamentos	Esta norma establece los requisitos y procedimientos para la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos Ecuatorianos, RTE INEN, a fin de evitar que estos se constituyan en obstáculos técnicos innecesarios al comercio. Esta norma es aplicable a la elaboración y aprobación de reglamentos Técnicos de los productos o servicios de todos los sectores; esto incluye a los procesos relacionados con los servicios o la fabricación de productos en tanto afecten las características finales de los mismos,
NTE INEN 1076:87 Prevención de incendios. Clasificación e identificación de sustancias peligrosas en presencia de fuego	1987	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece la clasificación y el método de identificar las sustancias peligrosas en presencia de fuegos, respecto a tres aspectos fundamentales: a) riesgo para la salud, b) riesgo de inflamabilidad, c) riesgo de reactividad (inestabilidad)
NTE INEN 1467:86 Tarjetas de seguridad para prevención de accidentes. Requisitos	1986	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las tarjetas o etiquetas destinadas a prevención de accidentes, en industrias, locales comerciales, edificios y lugares públicos, o donde fuesen de utilidad para ayudar a prevenir daños accidentales a personas o bienes. Esta norma se aplica a las tarjetas usadas como medio de advertencia sobre un peligro existente temporalmente. No deben utilizarse en lugar de señales de seguridad.
NTE INEN 1652:88 Andamios tubulares. Requisitos	1988	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos de seguridad para la construcción, operación, mantenimiento y uso de los andamios tubulares, utilizados en la construcción, modificación y mantenimiento de edificaciones y estructuras. La presente norma comprende las disposiciones para los andamios conformados con elementos tubulares y plataformas de otra naturaleza.
NTE INEN 1780:92 Protección contra incendios. Polvo químico seco para extinción de fuegos. Requisitos	1992	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el polvo químico seco empleado en la extinción de fuegos. Esta norma se aplica a los polvos químicos secos, cuya base es bicarbonato de sodio bicarbonato de potasio, cloruro de potasio y fosfato monoamónico, y a los polvos químicos secos utilizados en los extintores de fuego, de acuerdo a la Norma INEN 731.

CUADRO RESUMEN NORMATIVA				
NORMATIVA	Ed	APLICABILIDAD	CAMPO DE APLICACIÓN EN PROYECTO	OBSERVACIONES
NTE INEN 1900:92 Herramientas manuales. Carretillas. Requisitos	1992	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Establece los requisitos que deben cumplir las carretillas metálicas de una sola rueda utilizadas en la ingeniería, industria y agricultura
NTE INEN 2049:95 Cilindros para gases de alta presión. Revisión	1995	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos y el procedimiento para la revisión de cilindros para gases de alta presión, licuados y disueltos, que están en servicio, para determinar su estado de conservación y aptitud para el uso o su retiro de circulación. Esta norma se aplica a los cilindros portátiles para gases de alta presión, fabricados de acero no soldados, diseñados para una presión mínima de servicio de 7 MPa (70 kgf/cm ²).
NTE INEN 2216:00 Explosivos. Uso, almacenamiento, manejo y transporte	2000	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos para el uso, almacenamiento, manejo y transporte de explosivos. Esta norma se aplica a los siguientes explosivos: agentes y accesorios de voladura, gelatinas de agua, dinamita, pentolitas, pólvora negra, cápsulas o fulminantes eléctricos y no eléctricos, cebos, cordón detonante, mechas de seguridad y conectores de retardo para el cordón detonante. Esta norma se aplica en las actividades industriales: obras civiles, sector minero, exploración sísmica, campo militar y demolición.
NTE INEN 2288:00 Productos químicos industriales peligrosos. Etiquetado de precaución. Requisitos	2000	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma se aplica a la preparación de etiquetas de precaución de productos químicos peligrosos, como se definen en ella, usados bajo condiciones ocupacionales de la industria. Recomienda solamente el lenguaje de advertencia, más no cuando o donde deben ser adheridas a un recipiente.
CPE INEN 5 parte 1 Código ecuatoriano de la construcción. Requisitos generales de diseño	2001	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales / Diseño Constructivo	Esta Parte prescribe los requisitos generales de diseño aplicables a todas las estructuras reguladas por este Código.
CPE INEN 5 parte 5 Código ecuatoriano de la construcción. Ordenanza municipal básica de construcciones	1984	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales / Diseño Constructivo	Este Código establece disposiciones y requisitos para diseño seguro y estable, métodos de construcción y eficiencia de materiales en edificios, regulaciones para mantenimiento de equipos, uso y ocupación de toda clase de edificios y locales. Los requisitos de este Código deben considerarse como los requisitos mínimos que debe exigir la autoridad municipal en el interés de la salud pública, seguridad e higiene en la construcción de edificios. Las construcciones o instalaciones que igualen o excedan los requisitos establecidos en este Código deben considerarse como correctamente realizadas.
CPE INEN 5 parte 8. Sección I Código ecuatoriano. Protección contra incendios	1986	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales / Diseño Constructivo	Este Código establece los principios generales de protección contra incendios en los edificios, clasificación de incendios de edificios y requisitos generales de seguridad contra incendios para componentes estructurales de los edificios. La primera parte de este Código comprende los principios generales de protección contra incendios y la clasificación de incendios, en relación con la posibilidad de su estallido.
CPE INEN 5 parte 8. Sección II Código ecuatoriano. Protección contra incendios	1986	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales / Diseño Constructivo	Este Código establece los principios generales de protección contra incendios en los edificios, con relación a los materiales y a los métodos empleados en su construcción. La segunda sección de este Código comprende los requisitos esenciales de seguridad de los edificios contra el fuego, en relación a los materiales y a los métodos empleados en su construcción.

CUADRO RESUMEN NORMATIVA				
NORMATIVA	Ed	APLICABILIDAD	CAMPO DE APLICACIÓN EN PROYECTO	OBSERVACIONES
CPE INEN 5 parte 8. Sección IV Código ecuatoriano. Protección contra incendios	1986	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales / Diseño Constructivo	Esta Sección del Código establece los requisitos de seguridad contra incendios en los edificios, en relación al riesgo personal.
CPE INEN 5 parte 8. Sección VII Código ecuatoriano. Protección contra incendios	1986	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales / Diseño Constructivo	Esta Sección del Código establece los requisitos que deben cumplir los siguientes tipos de equipo de lucha contra el fuego: a) instalaciones de surtidores automáticos, b) servicios de hidrantes, y c) artefactos manuales. En esta Sección del Código también se establece recomendaciones relativas al mantenimiento de los equipos indicados.
CPE INEN 5 parte 8. Sección VIII Código ecuatoriano. Protección contra incendios	1986	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales / Diseño Constructivo	Esta Sección del Código establece las regulaciones relacionadas con el equipo eléctrico de los edificios, requeridas desde el punto de vista de la seguridad contra el fuego. Comprende regulaciones referentes a: equipo de fuerza, tableros eléctricos, líneas de distribución y dispositivos de control de motores subestaciones, conexiones a tierra, cableado, alumbrado, equipos y salidas eléctricas y requisitos en el caso de usos y ensayos específicos. Esta Sección del Código debe interpretarse como un documento complementario del Código Eléctrico Ecuatoriano y, en caso de duda o discrepancia, deben prevalecer las disposiciones de dicho Código, así como las disposiciones establecidas por empresas de suministro de energía eléctrica para los usuarios.
CPE INEN 9 Código de practica para la manipulación de cilindros de acero para gas licuado de petróleo	1985	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Este Código establece los aspectos normativos y reglamentarios para la manipulación, instalación y uso de los cilindros de acero para gas licuado de petróleo.
CPE INEN 10 Código de practica seguridad en el uso de grúas	1984	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Este Código establece las recomendaciones generales para el manejo seguro de las grúas. Se establecen además las recomendaciones para ensayo, mantenimiento, armado y desarmado, así como localización de las grúas, juntamente con los requisitos mínimos para entrenamiento de personal de maquinistas, señalizador, señaladores y ayudantes. Este Código se aplica a grúas móviles, grúas de torre y grúas de pescante.
CPE INEN 16-PARTE 3 Código de práctica para señalización de vías. Parte 3. Señales de vías. Requisitos	1996	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta parte del Código establece las características específicas de diseño, fabricación y acabado de las señales normalizadas de vías indicadas en la Primera Parte del Código. Los tipos y tamaños de las señales deben ser designados por una referencia literal y numérica, tal como se indica en el Capítulo 11 de la Primera Parte del Código.
GPE INEN 7 Guía para la presentación de los avisos sobre accidentes de trabajo	1975	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta guía tiene por objeto establecer un formulario único para la presentación de la información concerniente a la denuncia de un accidente de trabajo

CUADRO RESUMEN NORMATIVA				
NORMATIVA	Ed	APLICABILIDAD	CAMPO DE APLICACIÓN EN PROYECTO	OBSERVACIONES
GPE INEN 12 Guía práctica. Uso de medidas preferidas para la construcción. Excavaciones	1987	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	<p>Esta guía tiene por objeto señalar algunas medidas que garanticen una relativa seguridad a las personas que trabajan en excavaciones y construcción de zanjas.</p> <p>Esta guía proporciona las instrucciones y medidas que deben tomarse en cuenta para evitar que se derrumben los taludes y realizar estructuras de contención del suelo, así como algunos ejemplos para realizar construcciones soportantes en zanjas con un método seguro.</p> <p>Esta guía se aplica en todos los trabajos en que los taludes no están directamente recortados hasta un talud de equilibrio.</p> <p>Esta guía no tiene aplicación en excavaciones destinadas a la explotación de minas de arena o piedra, etc.</p>
GPE INEN 20 Guía práctica. Andamiajes. Madera redonda y Bambú	1987	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	<p>Esta guía establece las reglas de seguridad necesarias para construcciones de andamiajes de madera redonda y bambú.</p> <p>Esta guía contiene algunos ejemplos prácticos de construcciones recomendables; sin embargo, las autoridades competentes pueden exigir recomendaciones adicionales, cuando la situación lo justifique.</p> <p>Esta guía proporciona algunas recomendaciones para probar la seguridad de los andamiajes y controlar la calidad de los diversos materiales empleados.</p>
GPE INEN 38 Signos visuales para interiores de edificios	1987	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	<p>Esta guía establece los signos de seguridad con el propósito de identificar e interpretar claramente un mensaje.</p> <p>Esta guía se aplica a signos y símbolos de uso general para interiores de edificios. Este símbolo, si es necesario, se refuerza con una leyenda explicativa bajo el signo.</p>
GPE INEN 56 Guía de práctica. Evacuación de edificios y espacios exteriores urbanos en prevención de desastres	2001	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	<p>Esta guía establece las disposiciones que deben cumplirse para conseguir una evacuación segura, ordenada y rápida de los edificios y espacios exteriores circundantes en prevención de desastres.</p> <p>Esta guía comprende las disposiciones que deben aplicarse, tanto con anticipación, como en la contingencia de un desastre que obligue a la evacuación de la población en los edificios de vivienda, en los lugares habituales de trabajo o de concentración de personas.</p>
GPE INEN 57 Guía de práctica. Para prevención de riesgos producido por desastres naturales.	2001	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	<p>Esta guía establece las disposiciones que deben aplicarse para prevenir y mitigar los daños causados por desastres naturales.</p> <p>Esta guía comprende las disposiciones que se aplican en casos de emergencia ante la de riesgo de un desastre natural. No comprende las disposiciones aplicables a largo plazo.</p>
RTE INEN 004-1:2011 Primera revisión SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	2011	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	<p>Este Reglamento establece los requisitos que deben cumplir los dispositivos de control de tránsito y los principios para su uso, promover la seguridad y eficiencia en las vías a través del movimiento ordenado de todos los usuarios viales en todo el país.</p>
RTE INEN 004-2:2011 Primera revisión SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.	2011	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	<p>Este Reglamento Técnico establece los requisitos que debe cumplir la señalización horizontal, con el propósito de proteger la salud y la seguridad de las personas, prevenir prácticas que puedan inducir a error a los usuarios de las vías, espacios públicos y proteger el medio ambiente.</p>

CUADRO RESUMEN NORMATIVA				
NORMATIVA	Ed	APLICABILIDAD	CAMPO DE APLICACIÓN EN PROYECTO	OBSERVACIONES
RTE INEN 006:2009 EXTINTORES PORTÁTILES PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.	2009	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Este Reglamento Técnico establece los requisitos que debe cumplir y las condiciones en que deben usarse los extintores portátiles para la protección contra incendios.
NTE INEN 034:2009 Primera y segunda revisión ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN VEHÍCULOS AUTOMOTORES.	2009/ 2010	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Este Reglamento Técnico establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los vehículos automotores con el fin de prevenir los riesgos para la salud, la vida de las personas y evitar prácticas erróneas.
RTE INEN 052:2011 SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO PARA EL USO DEL AMIANTO CRISOTILO EN LAS ACTIVIDADES LABORALES.	2011	Obligatoria	Prevención de Riesgos Laborales	Este Reglamento Técnico establece métodos o prácticas adecuadas para proteger la vida, salud y seguridad de las personas, en uso o fabricación de materiales, productos o elementos de amianto crisotilo en actividades laborales
NTE INEN 0439:84 Colores, señales y símbolos de seguridad	1984	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los colores, señales y símbolos de seguridad, con el propósito de prevenir accidentes y peligros para la integridad física y la salud, así como para hacer frente a ciertas emergencias. Esta norma se aplica a la identificación de posibles fuentes de peligro y para marcar la localización de equipos de emergencia o de protección.
NTE INEN 0739:87 Extintores portátiles. Inspección, mantenimiento y recarga	1987	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los procedimientos para inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles. Esta norma se aplica a extintores portátiles de todo tipo.
NTE INEN 0743:87 Prevención de incendios. Clasificación de los materiales explosivos	1987	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece la clasificación general para los materiales explosivos comerciales, relacionada con sus características de riesgo. Se aplica a materiales utilizados en la industria con diversos fines, tales como voladura de roca y excavación en minas y canteras, la industria pirotécnica en general, etc. Esta norma no se aplica a la clasificación química de los productos explosivos ni a su composición o método de fabricación. Contempla solamente las características relevantes de estos materiales como fuentes de riesgo potencial para originar incendios.
NTE INEN 0801:87 Extintores portátiles. Requisitos generales	1987	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los extintores portátiles en general. Esta norma se aplica a los extintores, independientemente del agente de extinción que utilicen, de la cantidad del mismo o de la clase de fuego a que se destinan.
NTE INEN 0802:87 Extintores portátiles. Selección y distribución en edificaciones	1987	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece la forma de seleccionar y distribuir extintores portátiles en áreas que deben protegerse contra incendios. Esta norma se aplica a todo tipo de extintor portátil, a instalarse en edificios o áreas cubiertas.

CUADRO RESUMEN NORMATIVA				
NORMATIVA	Ed	APLICABILIDAD	CAMPO DE APLICACIÓN EN PROYECTO	OBSERVACIONES
NTE INEN 0877:83 Elementos de protección personal. Botas de caucho. Requisitos	1983	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos que deben cumplirlas botas de caucho de uso industrial. Esta norma se aplica solamente a botas para uso pesado destinadas a la protección de los miembros inferiores, durante el trabajo, y no a botas u otro tipo de protección.
NTE INEN 1533:05 1R Prevención de incendios. Requisitos para el transporte de gas licuado de petróleo (GLP) en vehículos cisterna (tanqueros)	2005	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los vehículos cisterna (tanqueros) destinados al transporte de gas licuado de petróleo (GLP) bajo presión, con el fin de prevenir incendios y salvaguardar la seguridad del personal operativo y público en general que puede estar involucrado. Esta norma se aplica a vehículos cisterna que transporten gas licuado de petróleo (GLP) mayor a 10 m3 de capacidad.
NTE INEN 1 534:2001 1R Prevención de incendios. Almacenaje de Cilindros y recipientes portátiles de gas Licuado de petróleo (glp). Requisitos.		Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos para almacenamiento y manipulación que deben cumplir los depósitos y centros de acopio de cilindros y otros recipientes para gas licuado, considerando la seguridad y prevención contra riesgos de incendios y explosión.
NTE INEN 1 535:98 1R Prevención de incendios. Requisitos para el transporte y distribución de cilindros de gas licuado de petróleo en vehículos Automotores.	1998	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los vehículos destinados al transporte de cilindros u otros recipientes de gas licuado.
NTE INEN 1651:88 Andamios. Definiciones y clasificación	1988	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma define los términos utilizados en el diseño e instalación de andamios usados en la construcción, modificación, reparación y mantenimiento de edificaciones y estructuras. Esta norma también establece la clasificación de los andamios en base a sus características de construcción, funcionamiento y uso que se les da. La presente norma comprende las definiciones y clasificación de los andamios y equipos temporales utilizados para el trabajo de construcción, los cuales son armados y desmontados manualmente. No se aplica a plataformas movidas mecánicamente.
NTE INEN 1926:92 Calzado de trabajo y de seguridad. Requisitos	1992	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el calzado de trabajo y de seguridad empleado para proteger los pies y las piernas, de los riesgos industriales o de índole similar. Los requisitos establecidos en esta norma se aplicarán a las diferentes formas, tipos y clases de calzado de trabajo y de seguridad en forma total o parcial, o, en algunos casos, con ciertas variantes concordantes con el uso específico al cual se destine el calzado.
NTE INEN 2068:03 1R Higiene y seguridad. Equipos de protección respiratoria. Definiciones	2003	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Establece las definiciones que deben utilizarse en relación con los equipos de protección respiratoria.
NTE INEN 2348:03 Seguridad. Respiradores de protección contra partículas suspendidas en el aire. Requisitos	2003	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los respiradores de protección contra partículas suspendidas en el aire de tamaño igual o inferior a 5 µm.

CUADRO RESUMEN NORMATIVA				
NORMATIVA	Ed	APLICABILIDAD	CAMPO DE APLICACIÓN EN PROYECTO	OBSERVACIONES
NTE INEN 2423:05 Seguridad. Equipos de protección respiratoria para gases y vapores. Requisitos	2005	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Esta norma establece los requisitos mínimos que deben cumplir los respiradores de protección contra gases y vapores. Los respiradores que reúnan los requisitos mínimos de esta norma deben usarse en ambientes de trabajo en los cuales el aire se encuentra contaminado con gases y vapores en concentraciones iguales o superiores al límite permisible.
NTE INEN-OHSAS 18001:2010 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Requisitos	2010	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Traslación y aplicación de la OSHAS 18001 en la normativa propia peruana.
NTE INEN-OHSAS 18002:2010 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Requisitos. Directrices para la implementación de INEN-OHSAS 18001:2007	2010	Voluntaria	Prevención de Riesgos Laborales	Requisitos para la implantación de la norma INEN-OSHAS 18001
DECRETO 2393 Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo	2000	Obligatorio	Prevención de Riesgos Laborales	Las disposiciones del presente Reglamento son de aplicación a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo
DECRETO 3934. Reglamento de seguridad minera.	1996	Obligatorio	Prevención de Riesgos Laborales	El presente Reglamento tiene por objeto establecer normas para la aplicación de la Ley de Minería, a fin de proteger la vida y salud del recurso humano minero. Establece también las condiciones adecuadas de higiene y comodidad, para el personal que desarrolle actividades mineras.
REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS	2007	Obligatorio	Prevención de Riesgos Laborales	Reglamento para regular las actividades de la construcción y obras públicas en orden a reducir los riesgos de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que afectan a los trabajadores de esta importante rama de actividad económica
REGLAMENTO DE SEGURIDAD DEL TRABAJO CONTRA RIESGOS EN INSTALACIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	1998	Obligatorio	Prevención de Riesgos Laborales	Reglamento para regular las actividades laborales de instalaciones de energía eléctrica en orden a reducir los riesgos de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que afectan a los trabajadores de esta importante rama de la actividad económica
Normativa para el proceso de investigación de accidentes – incidentes del seguro de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales	2001	Obligatorio	Prevención de Riesgos Laborales	Sirve para regular el proceso de investigación de las causas y circunstancias de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, con el fin de mejorar las acciones preventivas y correctivas, establecer responsabilidades y simplificar procedimientos para la concesión de las prestaciones a las que tienen derecho los asegurados
Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo, resolución 741 del 18 de septiembre de 1990, reformado con la resolución 874 del 12 de febrero de 1996	1996	Obligatorio	Prevención de Riesgos Laborales	Reglamento con el objetivo de actualizar el sistema de calificación, de evaluación e indemnización de los accidentes del trabajo y las enfermedades profesionales, en concordancia con la técnica y los problemas actuales y mejorar, además, las prestaciones económicas del Seguro de Riesgos del Trabajo para los afiliados o para sus deudos, así como impulsar las acciones de prevención de riesgos y de mejoramiento del medio ambiente laboral.

CUADRO RESUMEN NORMATIVA				
NORMATIVA	Ed	APLICABILIDAD	CAMPO DE APLICACIÓN EN PROYECTO	OBSERVACIONES
INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	2003	Obligatorio	Prevención de Riesgos Laborales	Instrumento en el que se establecen las normas fundamentales en materia de seguridad y salud en el trabajo que sirve de base para la gradual y progresiva armonización de las leyes y los reglamentos que regulen las situaciones particulares de las actividades laborales que se desarrollan en cada uno de los Países Miembros. Este Instrumento deberá servir al mismo tiempo para impulsar en los Países Miembros la adopción de Directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo así como el establecimiento de un Sistema nacional de seguridad y salud en el trabajo.

3. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN LA OBRA

3.1. Reglamento de Seguridad e Higiene de la Empresa contratista adaptado (RSHEA)

El Contratista está obligado a redactar un Reglamento de Seguridad e Higiene de la Empresa contratista adaptado (RSHEA) -en adelante Plan de Seguridad y Salud (PSS)- en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de previsión que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio. También se incluirá el organigrama preventivo a implantar en obra así como el establecimiento de los recursos preventivos que va a asignar a las actividades teniendo en cuenta para ello las actividades de especial riesgo.

Este PSS deberá ser aprobado antes del inicio de la obra, por el Equipo Fiscalizador y presentado ante el Ministerio de Trabajo como un nuevo Reglamento de Seguridad e Higiene de la Empresa contratista adaptado (RSHEA) ó PSS, a las necesidades de la obra.

Es responsabilidad del Contratista adjudicatario el cumplir y hacer cumplir a su personal y a todas las empresas presentes en las obras, las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud.

Se deben incluir en el Plan de Seguridad y Salud los siguientes compromisos que debe asumir el contratista:

- No comenzar NINGUNA ACTIVIDAD que no esté planificada previamente con anterioridad e incluida en el Plan de Seguridad y Salud.
- Durante la fase de ejecución es frecuente que el Equipo Fiscalizador de la obra se vea en la necesidad de realizar una modificación del proyecto original, en ese caso, el Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional deberá ser actualizado y la modificación del mismo se redactará teniendo en cuenta las premisas siguientes: analizará desde el punto de vista preventivo, los procedimientos, los equipos técnicos, los medios auxiliares a emplear, identificará los riesgos que puedan ser evitados indicando a tal efecto las medidas técnicas preventivas tendentes a controlar y eliminar dichos riesgos y tendrá en cuenta las condiciones del entorno así como las características de los materiales y elementos a utilizar. Todo ello en función del análisis de las actividades que formen parte de la mencionada modificación del proyecto original.
- La modificación del Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional deberá redactarse, naturalmente, antes de que vayan a dar comienzo las actividades objeto de la modificación.
- Redactada la modificación del Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional del proyecto original que deberá ser firmada por el Equipo Fiscalizador de las obras, se impone la necesaria actualización, por parte de la empresa contratista del plan de seguridad y salud. Esa actualización se formalizará a través del correspondiente

anejo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones del estudio de seguridad del proyecto modificado, sin disminuir en ningún caso los niveles de seguridad establecidos previamente en el Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional .

- Adecuar permanentemente el Plan en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos, de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir o cuando alguna de las empresas subcontratistas lo solicite por considerar que algunos o todos los riesgos que entraña su forma de realizar las actividades subcontratadas no están contemplados en el Plan.
- Garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico. Asimismo sólo podrán utilizar los equipos de trabajo aquellos trabajadores que cuenten con la debida habilitación para ello.
- Garantizar que antes del inicio de un tajo, tanto sus trabajadores, como los de las empresas subcontratistas, dispongan de los equipos de protección individual y colectiva previstos en el Plan para el desempeño de sus funciones, y de vigilar de manera especial, a través de su organización preventiva en obra, que se hace un uso efectivo de los mismos.
- No emplear en las obras trabajadores provenientes de empresas de trabajo temporal.

El contratista desarrollará en su PSS una organización de la prevención que como mínimo contendrá los siguientes aspectos.

3.2. Control de accesos

Los accesos a la obra (personas y vehículos) estarán centralizados en puntos fijos y permanecerán vigilados o cerrados, de tal manera que sólo las personas y vehículos autorizados puedan acceder al interior.

Como quiera que en la obra habrá zonas de acceso limitado (depósitos de combustible, zonas en las que se realicen trabajos que impliquen riesgos especiales, etc), éstas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro.

Se establecerá un registro de los trabajadores autorizados para acceder a las zonas limitadas. Las medidas de restricción de accesos deberán establecerse y concretarse en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en base a los procedimientos de ejecución empleados y estudiándose cada tajo de forma independiente (voladuras, espacios confinados, tuneladora, etc). Estas medidas deberán revisarse durante las obras para adecuarse a la evolución y desarrollo de los trabajos, siendo necesaria la aprobación, por parte del Equipo de Fiscalización de las obras, de cualquier cambio o novedad.

El contratista deberá indicar en el Plan de Seguridad, el procedimiento de gestión de control de dichos accesos.

Se responsabilizará el contratista de que las empresas subcontratistas cumplan:

- Disponer de infraestructura y medios adecuados para llevar a cabo la actividad y ejercer directamente la dirección de los trabajos.
- Acreditar que su personal dispone de la formación necesaria en materia de prevención de riesgos laborales.
- Acreditar que cuenta con una organización preventiva adecuada.

Se dispondrá en la oficina de la obra de un registro en base de datos, de las diferentes empresas y autónomos, y subcontratistas que participen en las obras, donde se acredite el archivo en la oficina de obra de copia de los documentos que justifique el cumplimiento de los requisitos anteriores y además contemplará los siguientes campos:

- Fecha de incorporación a la obra (deberá coincidir con la del libro de subcontratación)
- Domicilio social y razón social.
- Número de identificación fiscal
- Certificado de disponer de seguro de responsabilidad civil y estar al corriente del pago del mismo.
- Certificado de disponer de Unidad de Seguridad e Higiene, si aplica.
- Delegado de personal, si lo hubiera.
- Nombre del representantes de los trabajadores en el comité de seguridad e higiene de la empresa presente en la obra, recurso preventivo o responsable de seguridad presente en obra a efectos de integrarlo en el Comité interempresarial o comisión de Seguridad y Salud de las empresas presentes en las obras
- Formación mínima en prevención del recurso preventivo trabajador asignado como recurso preventivo.
- Representante empresarial a efectos de integrarlo en el Comité interempresarial o comisión de Seguridad y Salud.
- Certificado de haber recibido una copia del PSS
- Certificado de cumplir con los pagos de las cuotas a la seguridad social.
- Certificado de su servicio de prevención de disponer de Evaluación de Riesgos de las actividades que le sean encomendadas en las obras.
- Organización preventiva en la obra. Funciones y responsabilidades en la materia

Asimismo se llevará un registro de personal en la misma base de datos con los siguientes campos:

- Empresa a la que pertenece.
- Alta en Seguridad Social.
- Aptitud médica favorable con fecha de caducidad.
- Certificado de haber recibido formación en prevención de riesgos a cargo de su empresa.

- Certificado de haber recibido los EPI's. (Equipos de protección individual)
- Certificado de asistencia (con fecha) al cursillo de seguridad impartido en la obra y/o copia con su firma de las fichas de seguridad recibidas en la obra.
- Certificado del empresario de autorización de uso de maquinaria con experiencia probada, o de la dirección de la obra.
- Registros de información de los riesgos del PSS de las tareas que se le encomienden y formación en las medidas preventivas para evitarlos, actualizado con los anexos al PSS, en su caso, que se vayan redactando a lo largo de la obra.

Se llevará un registro en base de datos de las diferentes máquinas que participen en las obras, contemplando los siguientes campos:

- Propietario de la máquina.
- Certificado del propietario de que la máquina cumple toda la normativa vigente lo estipulado en presente plan y ha pasado las revisiones y mantenimiento reflejados en el libro del fabricante.
- Empresa usuaria.
- Tipo de máquina y modelo
- N° de serie y matrícula en su caso.
- Justificantes de cumplir con la legislación vigente.
- Libro de instrucciones y mantenimiento en la máquina en obra, o en su ausencia de apertura de un libro por parte del contratista tras haberle hecho una revisión a fondo, que deberá mantenerse al día, y de haber entregado las fichas de seguridad al maquinista o usuarios.
- Certificado de disponer los seguros reglamentarios y fecha caducidad (justificante del pago).
- Fecha de revisiones oficiales obligatorias en su caso.

La relación de documentos aquí expuesta podrá ser matizada en más o en menos por el Equipo de Fiscalización en fase de ejecución que tendrá acceso a la misma y a la base de datos.

El Contratista impondrá un control de acceso a las obras, asociado al cumplimiento de la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales, para todas las empresas, autónomos, equipos de trabajo (maquinaria) y personal, para lo cual llevará el registro general antes mencionado de toda la documentación necesaria acreditativa de seguridad, y tras cuya comprobación emitirá un pase o autorización personal e intransferible (con fotografía a las personas) sin el cual no se podrá entrar en el centro de trabajo.

Este pase servirá a toda la línea de mando para confirmar que cualquier persona ha sido autorizada y proceder a la expulsión del centro de trabajo de quienes incumplan la presente prescripción.

El pase o carné debe incluir el nombre de la obra, del trabajador o máquina, DNI persona o nº de serie de la máquina, empresa a la que pertenece, foto de la persona, y datos de la Mutua de Accidentes de su empresa con teléfonos de contacto, para atenciones de accidentes leves, y deberá ir sellado por la Contrata principal. En el Plan de Seguridad y Salud se expondrá modelo elegido.

La documentación mínima que respecto de la mencionada más arriba deberá contener el archivo, antes de la emisión del pase será la que estipule el Coordinador.

El Contratista trasladará a los posibles subcontratistas, vía cláusula contractual o por escrito aparte, la obligación de que cada uno de sus trabajadores y equipos de trabajo, dispongan de la documentación que habrán de facilitar en las oficinas de obra, para que les sea emitido el pase de entrada al centro de trabajo, antes del inicio de sus labores.

Se eximirá de la obligación de aportar documentación alguna al personal del Equipo Fiscalizador y Asistencia Técnica. También se exime a las visitas esporádicas o institucionales, que deberán ser acompañadas en su recorrido por obra, por personal de la Contrata, Dirección Facultativa o Asistencia Técnica.

Los pases de autorización de entrada para este personal, también serán emitidos por la Contrata, previa petición formal por parte de la Asistencia Técnica, Dirección de Obra o visitantes.

El contratista trasladará a toda la cadena de mando la obligación de vigilar que todo el personal disponga del pase de entrada a la obra.

Los “recursos preventivos”, trabajadores asignados como “recursos preventivos” y responsables de seguridad presentes en obra de las empresas concurrentes deberán disponer de un pase especial que le acredite como tal, para poderse identificar ante los trabajadores de su empresa y ante los otros “recursos preventivos”.

Cerramientos

Se procederá al cerramiento perimetral de toda la obra e instalaciones, de manera que se impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma. La altura de dicha protección perimetral será de 2 metros como mínimo.

Asimismo se señalarán adecuadamente los dos laterales de la rampa estableciendo límites seguros para evitar vuelcos o desplazamientos de camiones o maquinaria.

En el presupuesto, deben aparecer los metros de vallado de todos los tajos (estaciones, pozos de ataque, salidas de emergencia, rampas de trabajos, etc.).

3.3. Procedimiento penalizador - incentivador

El contratista debe incluir en un anexo más a la memoria un procedimiento penalizador e incentivador en el que desarrolle:

- El modo, fehaciente, de comunicar a los empresarios subcontratistas o proveedores las infracciones en que hayan incurrido sus trabajadores en las tareas de obra o sus

transportistas, o su propia empresa por falta de aportar documentación previa, u otras cuestiones que deberán especificarse.

- La calificación de la infracción: leve, grave o mortal. Criterios de valoración, incluyendo como infracción la falta de aportación de documentación de seguridad.
- El cambio de grado en caso de reincidencia en faltas de grado menor. Desarrollando claramente tales circunstancias.
- El registro de las infracciones para seguimiento por parte del Contratista y del Equipo de Fiscalización.
- El importe de las penalizaciones en función de la calificación de la infracción.
- La justificación documental de haber aplicado la penalización para verificar el cumplimiento de la misma.
- El procedimiento de reinversión en seguridad de los importes de penalizaciones aplicadas a lo largo del mes o los meses, periodicidad de la reinversión. Ejemplos: Premios a los empleados de los subcontratistas más aplicados en materia preventiva, gastos en medidas preventivas no obligatorias según la legislación vigente o el Plan de seguridad y salud aprobado, etc.

La contrata incluirá dentro del Plan de Seguridad y Salud el modo en que penalizará las faltas en materia de seguridad y salud en las que incurran sus propios empleados. Del mismo modo se graduarán y tratarán los mismos extremos mencionados para subcontratistas y proveedores.

3.4. Organización preventiva

Se deberá incluir un anejo a la memoria del PSS con este título en el que se hará referencia a la figura de trabajadores de la empresa contratista con funciones de vigilancia y control sobre la correcta aplicación del PSS en aquellas actividades o tajos que presenten riesgos que pudieran generar accidentes graves o mortales, en adelante Recurso Preventivo.

Se hará una estimación del número necesario de personas en obra con esa función por parte del Contratista y se darán sus nombres y apellidos, mencionando la obligación de publicar sus nombramientos y se vaya actualizando de forma periódica conforme la obra evolucione.

Asimismo se deberán nombrar expresamente por los todos los empresarios los responsables de prevención de las subcontratas, completando con todos esos nombres el cuadro organigrama de personal de prevención haciendo cuantas actualizaciones hagan falta del mismo. Se reflejará la obligación de que todas estas personas estén presentes en las durante la realización de los trabajos de sus empresas en los diferentes tajos de las obras.

Se añadirán también los nombres de toda la línea de producción de la Contrata, incluyendo todos los nombres que ya se conozcan y teléfonos de contacto.

Para las distintas subcontratas, se irá actualizando a la vez un listado de subcontratación con los responsables de seguridad nombrados por los empresarios, tantos como sea necesario,

dejando clara la línea de dependencia de cada una, respecto del organigrama del contratista principal.

Se describirán las funciones en materia de prevención de todos niveles jerárquicos, incluyendo la línea completa de producción del contratista (desde el jefe de obra, jefes de producción, encargados generales, encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales al frente de cuadrillas, topógrafos y sus auxiliares, técnicos de prevención, administrativos de archivo de control de accesos, recursos preventivos, etc hasta los trabajadores en general) y subcontratistas (máximos responsables jerárquicos presentes en obra de las empresas subcontratistas, y oficiales responsables de tajos y trabajadores en general) con obligaciones en materia de aprovisionamiento de medios auxiliares, de vigilancia sobre su correcta implantación antes del inicio de cada actividad, así como de impedir que personas no autorizadas permanezcan en las obras, de vigilancia sobre la aplicación del Plan de Seguridad, y de denunciar a los responsables de seguridad de la obra a las empresas o personal negligente en su aplicación. De cada nivel jerárquico el Plan de Seguridad y Salud contendrá una ficha que posibilite su fotocopiado y entrega con pie de firma a todos los trabajadores de las obras. Ídem de las visitas.

El organigrama de personal se mantendrá actualizado y publicado en tablón de anuncios de seguridad de las obras, para conocimiento de todos los trabajadores, donde se incluirán los “recursos preventivos” del resto de empresas subcontratistas, e incluirá los teléfonos de contacto como medio otro medio más de coordinación de actividades empresariales. Se evitará el nombramiento de cuadrillas de seguridad con carácter general, pues da pie a que las empresas se desentiendan de sus obligaciones. Cada empresa presente en la obra debe ser responsable de asegurarse que sus trabajadores no comienzan sus actividades sin que estén las medidas preventivas necesarias, protecciones colectivas e individuales establecidas en el Plan de Seguridad que se apruebe.

En la obra antes de que se sobrepase en número los 100 trabajadores estables, se deberá contar con una Unidad de Seguridad e Higiene dirigida por un Técnico de Seguridad e Higiene, como miembro integrado del Departamento de seguridad e higiene de la empresa Contratista Principal.

A modo de ejemplo se relacionan a continuación algunas de las obligaciones que podría asumir el técnico de prevención de la obra, que deberá existir con carácter obligatorio, siendo el experto en prevención de la obra y técnico de apoyo en la materia a la línea jerárquica de producción, sobre la cual recaerá de manera indivisible todas las funciones de planificación preventiva y productiva, siendo su responsabilidad definir por completo los métodos de trabajo de cada una de las actividades que se realicen en la obra, recibiendo el asesoramiento del técnico de prevención en la fase de diseño de dicho método.

3.4.1. Técnico de seguridad y salud.

La obra deberá contar con un Técnico de Seguridad, a tiempo completo, cuya misión será:

- Determinar y calificar los riesgos en los distintos métodos de trabajo que se definan por la línea de producción de los diferentes tajos de la obra y para cada tipo de trabajo.

- Determinar, distribuir entre toda la línea jerárquica de producción la responsabilidad de controlar y vigilar la aplicación de medidas preventivas colectivas y personales.
- Gestionar el material preventivo (adquisición, control y distribución)
- Comprobación diaria sobre la vigilancia en los diferentes tajos de cada actividad realizada por el personal de producción y por los recursos preventivos
- Participación en el Comité-comisión de Seguridad y Salud.
- Planificar la formación-información del personal.
- Colaborar en labores preventivas de cualquier índole.
- Información sobre la seguridad a la dirección de la obra.
- Colaborar con la línea de producción de la contrata para integrar la prevención en los procesos productivos.

La obra igualmente dispondrá de una brigada de seguridad para instalación, mantenimiento, reparación de protecciones y señalización fijas o estables en el tiempo, siendo responsabilidad del resto de trabajadores y mandos de las empresas presentes en las obras colocar las protecciones colectivas necesarias en cada tajo de su ámbito de trabajo.

3.4.2. Recursos preventivos

La presencia de los recursos preventivos en las obras será preceptiva en los siguientes casos:

a) Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo. La presencia de recursos preventivos de cada contratista será necesario cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos que pueden generar accidentes graves o mortales.

Hay que tener en cuenta que en obras de construcción es frecuente la coexistencia de contratistas y subcontratistas, que de forma sucesiva o simultánea constituyen un riesgo especial por interferencia de actividades, por lo que la presencia de los Recursos preventivos sería en tales casos preceptiva.

b) Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como de alto riesgo según el Comité interinstitucional.

Los recursos preventivos serán necesarios cuando se desarrollen trabajos con riesgos especiales, entre los que se incluyen:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.
- Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.

- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.
- Trabajos en cercanías de líneas eléctricas en servicio.
- Trabajos en espacios confinados

Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por el Equipo de Fiscalización, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

3.4.2.1. Asignación del Recurso Preventivo.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia. Deberán tener formación específica en materia de prevención de riesgos laborales en particular sobre los métodos de trabajo definidos, riesgos y medidas preventivas de los trabajos que cuya vigilancia se el encomiende.

El Contratista podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesaria en las actividades y procesos y cuenten con la formación preventiva correspondiente.

El Contratista, en cada una de sus obras que requiera la presencia de Recurso Preventivo, asignará a uno o varios trabajadores que reúnan los siguientes requisitos:

- Formación mínima en prevención de riesgos laborales
- Conocimiento del trabajo a realizar y experiencia suficiente a juicio del Jefe de Obra.
- Capacidad para estar presente en la obra siempre que se requiera su presencia. Preferiblemente se tratará de un trabajador asignado permanentemente al centro de trabajo del que se trate.

Para el ejercicio de sus funciones empleará el tiempo y los medios que precise, teniendo en cuenta los riesgos a que están expuestos los trabajadores, su distribución en la obra y el tamaño de ésta. Deberá permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

3.4.2.2. Competencias y objetivos de los recursos preventivos.

El objetivo principal del recurso preventivo, es el de: "Vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el Plan de Seguridad y Salud y comprobar su eficacia, debiendo permanecer a pie de obra para la efectividad de su objetivo".

La presencia de los recursos preventivos servirá para garantizar el estricto cumplimiento de los métodos de trabajo y, por lo tanto, el control del riesgo.

A este respecto deberá entenderse pues como "Vigilancia del cumplimiento de las medidas incluidas en el Plan" la vigilancia y control de:

- a) Las medidas preventivas y normas de actuación incluidas en el Plan de Seguridad, en todos los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares utilizados.

- b) Vigilancia y control de los Equipos de Protección Individual y colectiva, que como consecuencia de los riesgos laborales evaluados en todas las fases de la obra, máquinas y equipos utilizados, pretenden controlarlos y reducirlos: Utilización, uso adecuado, estado, mantenimiento, etc.

- c) Todas aquellas otras medidas, actividades preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir los riesgos y que habrán sido establecidas en el Plan.

- d) Vigilar la organización de la obra, planificación, concurrencia entre empresas, control de personal y control documental.

Para garantizar el cumplimiento de los "métodos de trabajo" se deberá conocer:

- a) En qué unidades de obra es necesaria la presencia del Recurso Preventivo. Esto permitirá conocer aquellos métodos de trabajo a vigilar.

- b) Qué medios auxiliares van a utilizarse en obra, para que las operaciones de montaje, desmontaje y el uso se realicen con procedimientos seguros.

- c) Qué máquinas y equipos van a utilizarse en obra, para que las maniobras, operaciones y trabajos se realicen de modo seguro.

3.4.2.3. Aplicable a esta obra

Será pues, preceptivo al comienzo y durante la ejecución de las actividades mencionadas a continuación la presencia de Recursos Preventivos designados por el Contratista:

- a) Trabajos a realizar con riesgos graves de sepultamiento.

- Conexiones enterradas.
- Servicios afectados de agua y riego
- Frentes de excavación y zanjas sin entibación.
- Ejecución de túnel por método convencional

- b) Trabajos a realizar con riesgos graves de hundimiento

- Hundimiento de cimbras por sobrecarga de la misma.
- Trabajos en bordes de excavaciones en tierras

- c) Trabajos a realizar con riesgos graves de caída en altura

- Montaje de cimbras o andamios de más de 3 metros de altura
- Muros ejecutados in situ o tabiquería de más de 3 metros de altura
- Trabajos en bordes de zanjas de más de 2 metros de profundidad
- Montaje de luminarias e instalaciones en altura superior a 3 metros

- d) Trabajos a realizar con riesgos de agentes químicos y/o biológicos.

- Conexiones de servicios afectados de agua y riego.
- Aglomerado de las vías o accesos
- Trabajos de pintura y acabados

- e) Trabajos a realizar con riesgo de radiaciones ionizantes

- Uso de Densímetros "in-situ"

- f) Trabajos a realizar en la proximidad de líneas eléctricas

- Servicios afectados de electricidad

- g) Trabajos a realizar con riesgo de explosión

- Servicios afectados electricidad y gas.
- Ejecución de excavaciones mediante explosivos

En el Documento Planos del Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional del proyecto constructivo, se incluirá un estudio de localización de las zonas de riesgos especiales a considerar. Será una previsión, que deberá ser desarrollada y definida por el contratista en el Plan de Seguridad y Salud.

3.4.3. Matriz de funciones y responsabilidades de la empresa contratista

A continuación se presenta una propuesta de las obligaciones que deberán repartirse entre la escala jerárquica (de una contrata principal).

En el PSS deberá existir con carácter obligatorio una relación que incluya como mínimo las funciones propuestas en este Estudio, siendo el experto en prevención de la obra, el técnico de apoyo en la materia a la línea jerárquica de producción, sobre la cual recaerá de manera indivisible todas las funciones de planificación preventiva y productiva, siendo su responsabilidad definir por completo los métodos de trabajo de cada una de las actividades que se realicen en la obra, recibiendo el asesoramiento del técnico de prevención en la fase de diseño de dicho método.

Cada una de las funciones propuestas tiene una doble vertiente. Por un lado fija quien ha de realizar la función y por otro quien debe realizar la función de control de que se lleva a cabo. Como dicta el sentido común, nadie podrá controlarse a sí mismo el cumplimiento de sus obligaciones. Las funciones de control deberán documentarse en registros con una periodicidad que deberá proponer el Contratista en su PSS. A dichos registros tendrá acceso libre el CSS.

Deberá existir en el PSS o anexos posteriores al mismo, cuando los niveles jerárquicos aumenten o disminuyan, una reedición del reparto de funciones y responsabilidades entre todos.

Responsabilidades		NIVEL JERÁRQUICO Contratista					
		Jefe de Obra	Técnico de Prevención	Jefe de Producción	Encargado General	Recurso Preventivo	Personal Administr.
1) Conocer y velar por el cumplimiento de la normativa vigente relativa a seguridad y salud laboral.	Control	X					
	Ejecución		X				
2) Promover la prevención en la obra a todos sus subordinados.	Control		X				
	Ejecución	X		X	X	X	X
3) Concienciar a los trabajadores en la implicación de la seguridad.	Control	X	X				
	Ejecución				X	X	
4) Ayudar al jefe de obra a promover la prevención en la obra a todos los niveles organizativos.	Control	X					
	Ejecución		X				
5) Mantener al día el Plan de Seguridad y Salud (PSS)	Control	X					
	Ejecución		X	X			
6) Conocerá el contenido del PSS en lo relativo a las medidas de protección y su implantación en sus trabajos para poder realizar la planificación preventiva.	Control		X			X	
	Ejecución			X	X		
7) Relacionarse y colaborar con el coordinador para atender sus demandas y la interrelación de todos los intervinientes en la obra en cuestiones de seguridad y salud laboral.	Control		X				
	Ejecución	X		X			
8) Autorizar, directamente o por delegación expresa, la entrada a la obra de personas bajo criterios preventivos.	Control	X	X				
	Ejecución			X	X	X	
9) Autorizar directamente o por delegación expresa la entrada en obra de empresas.	Control	X	X				
	Ejecución			X			X
10) Autorizar directamente o por delegación expresa la entrada en obra de maquinaria.	Control	X					
	Ejecución		X	X	X		

Responsabilidades		NIVEL JERÁRQUICO Contratista					
		Jefe de Obra	Técnico de Prevención	Jefe de Producción	Encargado General	Recurso Preventivo	Personal Administr.
11) Elaborar y trasladar al promotor la solicitud de Aviso Previo.	Control		X				
	Ejecución						X
12) Firmar la comunicación al CSS de inclusión en el libro de subcontratación.	Control						
	Ejecución		X				
13) Firmar el PSS y los anexos al PSS.	Control		X				
	Ejecución	X					
14) No suscribir contratos con subcontratas sin disponer previamente de la documentación que acredite que cumplen con la legislación en materia de prevención.	Control		X				X
	Ejecución	X					
15) Promover mensualmente las reuniones de coordinación empresarial.	Control	X		X			
	Ejecución		X				
16) Convocar fehacientemente a todas las empresas presentes en la obra a las reuniones de coordinación empresarial.	Control		X				
	Ejecución						X
17) Conocerá las medidas de emergencia previstas y entre ellas la evacuación .	Control		X				
	Ejecución	X		X	X	X	
18) Aplicar las medidas asistencia de accidentados, debiendo realizar cursos de primeros auxilios.	Control	X					
	Ejecución		X	X			
19) Dirigir las actuaciones a desarrollar en casos de emergencia y primeros auxilios.	Control		X				
	Ejecución	X			X		
20) Organización y dirección de la cuadrilla de seguridad.	Control	X					
	Ejecución		X				

Responsabilidades		NIVEL JERÁRQUICO Contratista					
		Jefe de Obra	Técnico de Prevención	Jefe de Producción	Encargado General	Recurso Preventivo	Personal Administr.
21) Velar por su propia seguridad y por la de aquellas personas que puedan verse afectadas por una actividad laboral, a causa de sus actos u omisiones en el trabajo, de acuerdo con su formación y las instrucciones del empresario.	Control		X				
	Ejecución	X		X	X	X	X
22) Mantener limpio y ordenado su entorno de trabajo.	Control		X	X			
	Ejecución				X		
23) Asegurar que los trabajadores de su obra pasen los reconocimientos médicos preceptivos y tengan los controles periódicos de su estado de salud.	Control		X				
	Ejecución						X
24) Control de la información y formación básica (inicial y periódica) de todos los trabajadores y subcontratados, con entrega a éstos de las normas sobre riesgos específicos contenidos en el PSS respecto a los trabajos que vayan a realizar en obra. Para ello se repartirán, con acuse de recibo las instrucciones de seguridad antes del inicio de cada actividad.	Control		X				
	Ejecución				X		X
25) Diseño y organización del archivo físico de toda la documentación relacionada con PRL incluyendo también el registro informático.	Control		X				
	Ejecución						X
26) Gestionar el registro con copia de todas instrucciones entregadas, debiendo cada trabajador disponer de tantas, como actividades desarrolle en las obras.	Control		X				
	Ejecución				X		X
27) Complimentar los informes sobre control periódico de las condiciones de trabajo. CHECK-LIST internos	Control	X	X				
	Ejecución		X	X	X	X	
28) Rellenar los partes de accidentes en obra y enfermedades profesionales.	Control	X					
	Ejecución		X				
29) Control de datos estadísticos y colaboración en el análisis de causas de accidentes así como en la adopción de medidas tendentes a evitar su repetición.	Control	X					
	Ejecución		X				
30) Promover la planificación preventiva a la vez que la de producción entre todo el personal de la obra.	Control	X					
	Ejecución		X	X			

Responsabilidades		NIVEL JERÁRQUICO Contratista					
		Jefe de Obra	Técnico de Prevención	Jefe de Producción	Encargado General	Recurso Preventivo	Personal Administr.
31) Estudiará los accesos correctos y seguros a los diversos puestos de trabajo evitando interferencias peligrosas con otros equipos.	Control		X				
	Ejecución			X	X		
32) Elaborar la planificación de la actividad preventiva y presentarla al coordinador con la periodicidad que se determine, al objeto de prever el cumplimiento íntegro del PSS.	Control	X					
	Ejecución		X	X			
33) Apoyar al jefe de producción en las labores de planificación preventiva para cumplimiento íntegro de lo previsto en PSS.	Control			X			
	Ejecución		X		X		
34) Asesorar y apoyar al jefe de obra, jefes de producción o encargados en las soluciones preventivas descritas en el PSS.	Control			X			
	Ejecución		X				
35) Asistir a las reuniones de Planificación Preventiva y aclarar la manera en que tiene previsto cumplir el PSS en todos los tajos.	Control		X				
	Ejecución	X		X	X		
36) Organizar la vigilancia del desarrollo en obra de las previsiones del PSS fijando modelos y personas.	Control	X					
	Ejecución		X	X			
37) Vigilar el cumplimiento de las medidas previstas en PSS en la obra y comprobar su eficacia.	Control			X			
	Ejecución				X	X	
38) Controlará que los trabajadores tengan su correspondiente tarjeta de acceso que le autoriza la entrada en la misma.	Control		X				
	Ejecución			X	X	X	
39) Será necesaria su presencia en actividades o procesos peligrosos o con riesgos especiales(ANEXO II,R.D.1627/1997), cuando sea requerida por la inspección de trabajo y si las condiciones de trabajo así lo requieren o por concurrencia de operaciones diversas, sucesivas o simultáneas.	Control		X	X			
	Ejecución					X	
40) Dar el visto bueno por escrito al montaje de andamios antes de su puesta en uso, conforme el R.D.2177/2004.	Control	X			X		
	Ejecución					X	

Responsabilidades		NIVEL JERÁRQUICO Contratista					
		Jefe de Obra	Técnico de Prevención	Jefe de Producción	Encargado General	Recurso Preventivo	Personal Administr.
41) Comprobará que todos sus operarios conocen el trabajo que deben realizar y tiene la categoría laboral requerida por el mismo.	Control			X			
	Ejecución				X		
42) Vigilará que todos sus operarios dispongan y usen los EPI's adecuados a la protección de los riesgos previstos.	Control		X				
	Ejecución				X	X	
43) Garantizar el estricto cumplimiento de los métodos de trabajo.	Control			X			
	Ejecución				X	X	
44) No permitirá el uso de máquinas o medios o trabajadores que no estén debidamente autorizados en las condiciones establecidas por la obra.	Control		X				
	Ejecución			X	X		
45) No permitirá el uso de máquinas o medios auxiliares para otras funciones distintas a las que están fabricadas.	Control		X				
	Ejecución			X	X		
46) Prohibirá iniciar un tajo sin las protecciones colectivas, medios auxiliares y EPI's indicados en el PSS para poder realizar la actividad con las medidas preventivas previstas.	Control		X				
	Ejecución			X	X		
47) Portar cuadernillo de seguridad para anotar las incidencias diarias que observe relacionadas con la seguridad de la misma para posterior traslado al técnico de seguridad de la obra. Se trata de aplicar convenientemente la obligación del empresario principal de la vigilancia del cumplimiento de las medidas preventivas por parte de todas las demás empresas y trabajadores de las mismas.	Control		X				
	Ejecución				X	X	
48) Se pondrá en contacto con el equipo de prevención en caso de deficiencias o daños en las protecciones colocadas o si detecta riesgos mal protegidos o no previstos.	Control		X				
	Ejecución				X	X	
49) Información y asesoramiento al jefe de obra sobre medidas correctoras de posibles situaciones de riesgo mal controlado.	Control	X					
	Ejecución		X				
Preparación y desarrollo de la reunión de las comisiones de obra, o reuniones de Coordinación de Actividades Empresariales.	Control	X					
	Ejecución		X				

3.5. Formación e información sobre seguridad y salud de los trabajadores

3.5.1. Consideraciones generales

La formación e información de los trabajadores sobre riesgos laborales y métodos de trabajo seguro a utilizar, son fundamentales para el éxito de la prevención de los riesgos laborales y realizar la obra sin accidentes.

La creación en la obra de un auténtico ambiente de prevención en lo referente a riesgos laborales se considera una cuestión de vital importancia, pues con ello se logrará reducir los incidentes y accidentes de una forma eficaz; se ha de observar que, a pesar de proporcionar a los trabajadores todos los equipos de protección necesarios, si estos obvian su empleo o carecen de formación en su utilización su efectividad quedará menguada; así mismo ocurre con todo lo referente a las normas de comportamiento y a los métodos de trabajo que debe desempeñar cada trabajador específicamente, y las que han de observar como consecuencia de la ejecución de la obra.

Cada Contratista o Subcontratista está legalmente obligado a formar a todo el personal a su cargo (cualquiera que sea su antigüedad o vínculo laboral con la empresa), en el método de trabajo seguro de tal forma, que todos los trabajadores de la obra deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios para su protección. El contratista comunicará la celebración de los cursos de formación al Equipo Fiscalizador, para que pueda asistir a los mismos.

Es importante el incluir dentro de la formación a los trabajadores, la relativa a los riesgos derivados del consumo de alcohol y de determinados fármacos que reducen la capacidad de atención, en general y, en particular, para la conducción de maquinaria.

Es importante implantar también una formación de carácter gráfica mediante la instalación en vestuarios, comedores, botiquines y otros puntos de concentración de trabajadores, de carteles con pictogramas y rotulación en los idiomas adecuados a las nacionalidades de los trabajadores contratados.

Se realizarán unos cursos de formación donde se divulguen los contenidos preventivos de este Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, una vez convertido en Plan de Seguridad y Salud en el trabajo aprobado, de modo que sean comprendidos y aceptados por parte de los trabajadores.

El Contratista suministrará en su Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, las fechas en las que se impartirán los cursos de formación en prevención de riesgos laborales, donde se recogerá la obligación de comunicar a tiempo a los trabajadores, las normas de obligado cumplimiento y la obligación de firmar al margen del original del citado documento, el oportuno "recibí". Con esta acción se cumplen dos objetivos importantes; formar de manera inmediata y dejar constancia documental de que se ha efectuado esta formación.

Es recomendable que el Plan de Formación del Personal tenga dos partes:

- El "Curso General", a impartir a todos los operarios y mandos intervinientes en la obra.
- "Curso Especial para situaciones de Emergencia" a impartir al personal especializado en cada trabajo.

Son aspectos fundamentales a considerar, además, de los siguientes:

- La acreditación de haber recibido el "Curso General" como la condición imprescindible para trabajar en la obra, cualquiera que sea la categoría laboral del interesado, y
- Exigir que en cada turno de trabajo, caso que los hubiere, exista un número mínimo de personas que hayan recibido el "Curso especial", además del "Curso General". Ese mínimo depende de la complejidad de la obra.

Los puestos desde capataces hasta dirección, deberán realizar un curso básico de 50 horas. Los jefes de producción, unidad o maquinaria deberán disponer del título de grado medio en prevención de 250 horas. El número de horas de formación relativas al plan de emergencia será un mínimo de 50 horas.

3.5.2. Contenido y duración de los cursos

3.5.2.1. Curso General

Debe referirse a los siguientes capítulos:

- Formas de apreciar el riesgo en la obra.
- Medidas específicas de seguridad.
- Situaciones de riesgo especial si lo hubiera.
- Situaciones de emergencia.

Ideas generales sobre primeros auxilios, evacuación del personal y lucha contra incendios.

El mínimo recomendable es que este curso consista en dos sesiones lectivas de dos horas cada una con un máximo de alumnos de 20 personas por sesión.

3.5.2.2. Curso especial

Su contenido depende de la complejidad de la obra y de las situaciones especiales de riesgo si las hubiere. En concreto el Curso Especial se refiere a temas de:

- Primeros auxilios.
- Evacuación del personal.
- Lucha contra incendios.

Todos ellos en un nivel superior al impartido en el Curso General.

Es recomendable aplicar un mínimo de dos sesiones, de dos horas cada una, más las horas de práctica necesarias a impartir en grupos de menos de 10 personas.

3.6. Planificación preventiva

Se realizarán reuniones de Planificación Preventiva con el Equipo Fiscalizador, con una frecuencia no inferior a una vez al mes. La documentación a aportar por el Contratista al Equipo Fiscalizador con antelación a la reunión:

- Documento en el cual se describen cuales son las actividades de obra que se van a realizar en las próximas semanas, incluyendo las partes del Plan de seguridad y salud que son de aplicación. Incluir la obligación de los jefes de obra o producción, de elaborar este documento, en colaboración con técnicos de prevención del departamento de seguridad e higiene de la empresa contratista principal de la obra.
- Listado con los nombres y teléfonos, indicando los trabajos de especial peligrosidad que tiene asignados y la manera en la cual se realizará la presencia permanente de estos en los distintos tajos, mientras se persistan las actividades que motivan su presencia.
- Listado con los nombres y teléfonos de los Responsables de Seguridad y Salud, de todas las Subcontratas presentes en la obra.
- Organigrama del Contratista de la obra actualizado, indicando claramente quienes son los recursos preventivos. Se deberá exponer en el tablón de anuncios de la obra.
- Listado numérico del personal del Contratista, indicando los distintos niveles de subcontratación y los autónomos presentes en la obra.

Estos documentos se deberán trasladar al Equipo Fiscalizador, al menos 5 días antes de la reunión, para su revisión.

Se dejará constancia expresa del alcance, procedimiento y periodicidad de las revisiones internas que la contrata piensa realizarse en el periodo programado, reflejando los modelos o formatos normalizados al efecto (Listas de seguimiento y control de la seguridad en la obra, Check-List). También se indicara la frecuencia de estas revisiones.

A estas reuniones con los responsables del Equipo Fiscalizador deberán asistir por parte del Contratista, el Jefe de obra y el / los Técnicos de seguridad y salud.

El Equipo Fiscalizador levantara acta de la misma, y una vez aprobada y firmada por todos, se facilitará copia de la misma a todos los asistentes.

3.7. Plan de autoinspección de seguridad

El contratista deberá incluir un nuevo anexo al PSS, en el cual se dejará constancia expresa del alcance, procedimiento y periodicidad de las revisiones internas que la contrata piensa realizar en materia de prevención, reflejando los modelos o formatos normalizados al efecto, y quien debe realizar las mismas. Todas las revisiones deberán documentarse y guardar por registró.

Además se dejará constancia expresa de cómo se va a documentar, al menos dos veces en semana, la vigilancia sobre la efectiva presencia de los recursos preventivos en los tajos asignados.

Se incluirá el modo en que se coordinará las deficiencias detectadas a nivel interno con la aplicación del procedimiento penalizador incentivador.

3.7.1. Vigilancia del método de trabajo

El personal de la empresa contratista que ejerza la función de recurso preventivo u otros con responsabilidades de vigilancia deberá ser conocerán los métodos de trabajo diseñados por los responsables de la ejecución de la obra, que además deberán figurar en el PSS, a los efectos de evitar los riesgos. Dispondrán de listas de chequeo al efecto para facilitar el trabajo que el contratista diseñará específicamente para cada actividad peligrosa. Se trata de evitar las improvisaciones en obra, ya que generan riesgos incontrolados y no evaluados, lo que lleva a que se produzcan accidentes laborales.

3.7.2. Vigilancia sobre el estado de las instalaciones provisionales

La revisión de las instalaciones de obra se realizará a través de personal autorizado, especialista en el tipo de instalación a revisar y expresamente designado por el propietario o usuario de la instalación. Se observarán todos los requisitos legales vigentes.

3.7.2.1. Instalaciones de higiene y bienestar

El contratista desarrollará listas de chequeo sobre el estado de las instalaciones de higiene y bienestar, en relación a su estabilidad y solidez, a su estado de limpieza, y a su suficiencia en relación a la superficie por trabajador usuario, al nº de retretes, lavabos, duchas, taquillas para ropa, etc

3.7.2.2. Instalaciones eléctricas

El contratista desarrollará listas de chequeo sobre el estado de las instalaciones eléctricas provisionales de obra atendiendo a la normativa vigente y como mínimo a:

- Toma de tierra,
- Caída de tensión
- Protecciones magnetotérmicas y diferenciales.
- Conservación de las protecciones mecánicas de los cables. Recubrimiento
- etc

3.7.2.3. Instalaciones a presión

El contratista desarrollará listas de chequeo sobre el estado de las instalaciones a presión provisionales de obra atendiendo a la normativa vigente y como mínimo a:

- Estado de conservación de las conducciones y uniones.
- Manual de instrucciones del fabricante.

3.7.2.4. Plantas de fabricación de hormigón

- Manual de instrucciones del fabricante de equipos.
- Conforme a las condiciones de explotación de la instalación

3.7.2.5. Planta de fabricación de dovelas

- Manual de instrucciones del fabricante de equipos.

- Conforme a las condiciones de explotación de la instalación

3.7.2.6. Plantas de lodos bentoníticos

- Manual de instrucciones del fabricante de equipos.
- Conforme a las condiciones de explotación de la instalación

3.7.2.7.

3.7.2.8. Tuneladora

- Manual de instrucciones del fabricante de equipos.
- Conforme a las condiciones de explotación de la instalación

3.7.2.9. Pasarelas, Andamios y Cimbras

- Manual de instrucciones del fabricante de equipos.
- Conforme a las condiciones de explotación de la instalación

3.7.3. Vigilancia de las protecciones colectivas

El contratista desarrollará listas de chequeo sobre el estado de las protecciones colectivas de obra atendiendo a la normativa vigente y como mínimo al:

- Estado de conservación que pueda afectar a su resistencia.
- Manual de instrucciones del fabricante.

3.7.4. Vigilancia del uso de protecciones individuales

El contratista desarrollará listas de chequeo sobre el estado de las protecciones colectivas de obra atendiendo a la normativa vigente y como mínimo a:

- Grado de cumplimiento en el uso obligatorio de los mismos
- Estado de conservación que pueda afectar a su resistencia.
- Manual de instrucciones del fabricante.

3.8. Medicina preventiva

Se dispondrá de al menos tres locales de primeros auxilios a pie de obra distribuidos a lo largo de la traza, donde haya mayor concentración de trabajadores. Dispondrán de los medios necesarios para primeras curas de accidentes en este tipo de obra y de la asistencia inmediata de algún vehículo apto para el traslado urgente de heridos.

- Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con suficiente formación para ello.
- Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados.
- En todos los lugares se deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencias.
- En todos los centros de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente, debiendo figurar al frente del

mismo un médico y un enfermero en caso de que el nº de trabajadores totales de la obra supere los 250.

3.8.1. Servicio médico laboral (SML)

El Servicio Médico se implantará y ubicará a pie de obra. Las actividades del SML son:

- Estudio de evacuación en caso de emergencia y elaboración de la siguiente información para tal fin:
- Ubicación de los centros hospitalarios más cercanos.
- Ubicación y teléfono de Bomberos, Protección Civil y ambulancias.
- Determinación de los tiempos empleados en el transporte de accidentados a los centros de asistencia.
- Dotación necesaria para el equipo de emergencia.
- Impartir los cursos de socorrismo y primeros auxilios.
- Realizar los reconocimientos médicos iniciales, periódicos y especiales (de vuelta al trabajo). Verificar que los trabajadores de subcontratistas han pasado dicho reconocimiento en sus respectivos servicios médicos.
- Prestar la asistencia inicial en caso de producirse accidentes laborales (con y sin baja) y distribución de los pacientes a los centros asistenciales concertados.
- Controlar y valorar todos los accidentes producidos.
- Participar en el Comité de Seguridad e Higiene.

Informar periódicamente al Equipo Fiscalizador sobre la situación higiénico-sanitaria de la obra.

3.8.2. Reconocimientos médicos

Se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

3.8.3. Asistencia a accidentados

Se deberá informar al personal de obra de todos y cada uno de los centros médicos más próximos, así como de sus respectivas especialidades, al objeto de lograr el más rápido y efectivo tratamiento.

- En carteles debidamente señalizados y mejor aún, si fuera posible, por medio de cartones individuales repartidos a cada operario, se recordarán e indicarán las instrucciones a seguir en caso de accidente. Primero, aplicar los primeros auxilios y segundo, avisar a los Servicios Médicos de empresa, propios o mancomunados, y comunicarlo a la línea de mando correspondiente de la empresa y, tercero, acudir o pedir la asistencia sanitaria más próxima.
- Para cumplimiento de esta tercera etapa, en los carteles o en los cartones individuales repartidos, debidamente señalizados, se encontrarán los datos que siguen: Junto a su teléfono, dirección del Centro Médico más cercano, Servicio Propio, Mutua Patronal, Hospital o Ambulatorio. También con el teléfono o teléfonos, servicios más cercanos

de ambulancias y taxis. Se indicará que, cuando se decida la evacuación o traslado a un Centro Hospitalario, deberá advertirse telefónicamente al Centro de la inminente llegada del accidentado.

- Se incluirá en el Plan de Seguridad y Salud la información actualizada sobre la ubicación de los centros hospitalarios más cercanos y en particular el hospital o clínica de la Mutua de Accidentes de Trabajo del Contratista. En dicho informe se indicarán los tiempos estimados para el transporte de accidentados a los centros de asistencia.

En caso de accidente laboral, se emitirá el PARTE DE ACCIDENTE DE TRABAJO DE LA MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO. Posteriormente, se enviará cumplimentado el INFORME TÉCNICO DE ACCIDENTE/INCIDENTE de la empresa, al DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE de la Empresa Constructora, quien se encargará de la investigación del mismo y establecerá las medidas correctoras para evitar su repetición. De todo esto se entregará copia al Equipo de Fiscalización de la obra.

3.8.4. Partes de deficiencia y accidente. Actuación en caso de accidentes

El contratista debe asumir el compromiso, en el Plan de Seguridad y Salud, de que sus responsables de seguridad en la obra procedan a facilitar al Equipo de Fiscalización, en el plazo máximo de cinco días un informe sobre los accidentes leves e incidencias graves que se hayan producido en su obra; idéntico compromiso, a cumplimentar en el plazo más inmediato que se pueda desde el momento de su producción, los accidentes graves y muy graves (según criterio de los recursos preventivos) así como los mortales, utilizando vía telefónica y, en el plazo improrrogable de 24 horas, el informe escrito correspondiente de tales accidentes. Asimismo el contratista comunicará al Equipo de Fiscalización todo tipo de accidente e incidente que suceda.

Además, la organización preventiva del contratista deberá facilitar mensualmente los índices de siniestralidad de la obra.

Los partes de deficiencia se dispondrán debidamente ordenados por fechas desde el origen de la obra hasta su terminación, y se complementarán con las observaciones hechas por el Comité de Seguridad y las normas ejecutivas dadas para subsanar las anomalías observadas.

Los partes del accidente, si los hubiere, se dispondrán de la misma forma que los partes de deficiencia.

Los índices de control se llevarán a un estadillo mensual con gráficos de dientes de sierra, que permitan hacerse una idea clara de evolución de los mismos, con una somera inspección visual; en abscisas se colocarán los meses del año y en ordenadas los valores numéricos del índice correspondiente.

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser de uso normal en la práctica del contratista, los partes de accidente y deficiencias observadas recogerán como mínimo los siguientes datos de forma ordenada:

Parte de accidente

- Identificación de la obra

- Día, mes y año en que se ha producido el accidente
- Hora del accidente
- Nombre del accidentado
- Categoría profesional y oficio del accidentado
- Domicilio del accidentado
- Lugar (tajo) en el que se produjo el accidente
- Causas del accidente
- Importancia aparente del accidente
- Posible especificación sobre fallos humanos
- Lugar y forma de producirse la primera cura a la persona accidentada (médico, practicante, socorrista, personal de la obra)
- Lugar de traslado para hospitalización
- Testigos del accidente (verificación nominal y versiones de los mismos)

Como complemento de esta parte se emitirá un informe que contenga:

- Cómo se hubiera podido evitar
- Órdenes inmediatas para ejecutar

Parte de deficiencias

- Identificación de la obra
- Fecha en que se ha producido la observación
- Lugar (tajo) en el que se ha hecho la observación
- Informe sobre la deficiencia observada
- Estudio de mejora de la deficiencia en cuestión

3.9. Enfermedades profesionales, medidas a considerar

Sin menoscabo de la autoridad que corresponde al Médico en esta materia, seguidamente se tratan las enfermedades profesionales que inciden en el colectivo de la Construcción en los que se encuadran los trabajadores afectos a realizar los trabajos necesarios para la construcción de.

Se relaciona su nombre, mecanismos de causa o penetración y prevención de dichas enfermedades profesionales.

Las enfermedades más frecuentes son causadas: por el plomo y sus derivados, por el benceno y homólogos, por vibraciones de los útiles de trabajo, sordera profesional, silicosis y dermatosis profesional.

3.9.1. Enfermedades causadas por plomo

El saturnismo profesional, aunque se encuentra en disminución entre los operarios de los instaladores, debido a la sustitución del plomo y sus derivados, supone en el total un agente importante.

El plomo y sus compuestos son tóxicos y tanto más cuanto más solubles. Entre los elementos industriales más frecuentes se citan los que siguen: El plomo metal y su mineral, aleaciones plomo antimonio, plomo estaño o soldaduras de fontanero, protóxido de plomo o litargirio, el minio y el bióxido u óxido pardo para composición de baterías, la pintura antigua, minio, antioxidante, colorante varios como el cromato, el subacetato de plomo y el tetralito de plomo como antidetonantes de las gasolinas, entre otros.

Las puertas de entrada del plomo en el organismo, durante el trabajo, son el aparato digestivo, el respiratorio y la piel.

El plomo y sus derivados absorbidos por vía digestiva rápidamente penetran en el organismo. La vía digestiva es la habitual de la intoxicación saturnina. De ahí la importancia de las malas condiciones de higiene. Manipular cigarrillos o alimentos con las manos sucias de plomo y sus derivados son factores que favorecen la ingestión aumentando los riesgos de intoxicación.

El polvo de sales u óxidos, los polvos o los vapores de plomo que llegan a los pulmones por vía respiratoria son íntegramente absorbidos. En la soldadura que contenga plomo, los cortes con soplete de material que contenga plomo o pintura de minio, pueden determinar un peligro de intoxicación.

La penetración del plomo a través de los pies es despreciable. Se puede absorber algo cuando existan escoriaciones o lesiones cutáneas. Hay que tener cuidado cuando las manos del operario están sucias del metal y sirven de vehículo intermedio en las intoxicaciones digestivas.

La prevención reporta medidas de protección médica, normas de higiene individual y protección técnica.

La protección médica se inicia con el reconocimiento previo y se sigue en los periódicos. No siendo todos igualmente sensibles, es preciso descubrir los predispuestos. Los reconocimientos periódicos aseguran el diagnóstico precoz del saturnismo.

Entre las normas de higiene individual se citan las que siguen: Uso reglamentario de prendas protectoras como guantes o mascarillas, aseo adecuado, así como prohibición de comer, beber y fumar en ciertos locales, tales como locales de baterías.

La protección técnica, evitando la formación de polvos o vapores tóxicos y su disminución en todo lo posible, el reemplazo del plomo y sus compuestos por sucedáneos no tóxicos, como ya está sucediendo en las actuales pinturas de protección antioxidantes de tipo sintético.

3.9.2. Enfermedades causadas por benceno

Las enfermedades causadas por el benceno y sus homólogos se encuentran en franca regresión. Debido a la peligrosidad de los elementos que los contienen, son siempre manipulados por medio de aparatos y recipientes completamente cerrados. No obstante, por su importancia, se da alguna noción de su toxicidad acción y prevención.

Su toxicidad puede penetrar por vía digestiva, ingestión accidental, como por vía pulmonar, inhalación de vapores. La segunda es la más peligrosa.

La inhalación de vapores de bencol en dosis fuertes, determina fenómenos de excitación nerviosa con dolores de cabeza, vértigos y vómitos.

La prevención médica se consigue mediante los reconocimientos previos y periódicos. La prevención del benzolismo profesional se consigue con una protección eficaz contra los vapores y los contactos con los hidrocarburos aromáticos, realizado con su empleo actual en aparatos rigurosamente cerrados y prohibición absoluta de lavarse las manos con disolventes benzólicos.

3.9.3. Enfermedades causadas por vibraciones

La prevención médica se consigue mediante el reconocimiento previo y los periódicos. La protección profesional se obtiene montando dispositivos antivibratorios en las máquinas y útiles que aminoren y absorban las vibraciones.

3.9.4. Sordera profesional

Al principio, la sordera puede afectar al laberinto del oído, siendo generalmente una sordera de tonos agudos y peligrosos porque no se entera el trabajador. Esta sordera se establece cuando comienza el trabajo, recuperándose el oído cuando deja de trabajar, durante el reposo.

Las causas pueden ser individuales, susceptibilidad individual y otro factor, a partir de los cuarenta años, es menor la capacidad de audición, lo que indica que por lo tanto, ya hay causa fisiológica en el operario.

Las etapas de la sordera profesional son tres:

El primer período dura un mes, período de adaptación. El obrero, a los quince o veinte días de incorporarse al trabajo, comienza a notar los síntomas. Hay cambios en su capacidad intelectual, de comprensión, siente fatiga, está nervioso, no rinde. Al cabo de un mes, se siente bien. Trabaja sin molestias, se ha adaptado por completo. La sordera de este período es transitoria.

Segundo período, de latencia total. Esta sordera puede ser reversible aun si se separa del medio ruidoso. Este estado hay que descubrirlo por exploración.

Tercer período, de latencia sub-total. El operario no oye la voz cuchicheada y es variable de unos individuos a otros. Después de este período aparece la sordera completa. No se oye la voz cuchicheada y aparecen sensaciones extrañas y zumbidos, no se perciben los agudos y los sobreagudos. Está instalada la sordera profesional.

El ambiente influye. Si el sonido sobrepasa los 90 decibelios es nocivo. Todo sonido agudo es capaz de lesionar con más facilidad que los sonidos graves, y uno que actúa continuamente es menos nocivo que otro que lo hace intermitentemente.

No hay medicación para curar ni retrotraer la sordera profesional.

Hay tres formas de lucha contra el ruido: Procurando disminuirlo en lo posible mediante diseño de las máquinas y seleccionando individuos que puedan soportarlo mejor y la protección individual mediante protectores auditivos que disminuyan su intensidad.

3.9.5. Silicosis

La silicosis es una enfermedad profesional que se caracteriza por una fibrosis pulmonar, difusa, progresiva e irreversible.

La causa es respirar polvo que contiene sílice libre como cuarzo, arena, granito o pórfido. Es factor principal la predisposición individual del operario y sensibilidad al polvo silicótico debido, por ejemplo, a afecciones pulmonares anteriores.

Los primeros síntomas se observan radiológicamente. Esta fase puede durar de dos a diez años, según el tiempo de exposición al riesgo y la densidad del polvo inhalado. Sobreviene luego la fase clínica caracterizada por la aparición de sensación de ahogo al hacer esfuerzo, todo ello con buen estado general.

La insuficiencia respiratoria es la mayor manifestación de la silicosis y repercute seriamente sobre la aptitud para el trabajo. El enfermo no puede realizar esfuerzos, incluso el andar deprisa o subir una cuesta. Cuando la enfermedad está avanzada no puede dormir si no es con la cabeza levantada unos treinta centímetros y aparece tos seca y dolor de pecho.

La prevención tiene por objeto descubrir el riesgo y neutralizarlo, por ejemplo, con riegos de agua. La protección individual se obtiene con mascarilla antipolvo.

3.9.6. Dermatitis

Los agentes causantes de la dermatosis profesional se elevan a más de trescientos. Son de naturaleza química, física, vegetal o microbiana. También se produce por la acción directa de agentes irritantes sobre la piel como materias cáusticas, ácidos y bases fuertes y otros productos alcalinos. Constituye la dermatosis profesional la enfermedad profesional más extendida.

Su prevención consiste en primer lugar en identificar el producto causante de la enfermedad. Hay que cuidar la limpieza de máquinas y útiles, así como de las manos y cuerpo por medio del aseo.

Se debe buscar la supresión del contacto mediante guantes. La curación se realiza mediante pomadas o medicación adecuada.

3.9.7. Neumoconiosis

Enfermedad que ataca principalmente al aparato respiratorio, provocado por el polvo, resultante de procesos de manipulación del cemento antes de amasado, en trabajo sobre terreno libre o subterráneo y por circulación de vehículos en obra; todo ello debido a la disgregación del gres o del granito.

La prevención consistiría por medio de filtrantes bien por retenciones mecánicas o de transformación física o química.

3.9.8. Humos y vapores

Es el producido por motores o por hogares de combustión, proviene de trabajos de soldadura, debido a la descomposición térmica del revestimiento de los electrodos, unión de metales en operaciones de soldeo, llama de soplete, produciéndose en estas actividades emisiones de ácidos metálicos, retículas de cobre, manganeso, fosgeno, cromo, cadmio, etc., y por la realización de trabajos subterráneos al emplear maquinaria de variado tipo.

La prevención sería a base de filtrantes y de aislantes bien por sistemas semiautónomos o autónomos.

3.9.9. Líquidos

Son originados por condensación de un líquido por procedimientos físicos, proviene de aplicación de productos para el desencofrado por pulverización por la pérdida de aceite de engrase de martillos perforadores, por pinturas aplicadas por pulverización.

La prevención sería determinar las características de retención y transformación física orgánicas.

3.9.10. Gases

Pueden ser de dos gases. Gases irritantes, son olorosos y actúan en las mucosas como el flúor, cloro, etc., lo que permite al trabajador adoptar medidas de protección o salir de la zona afectada. El otro tipo de gas es el asfixiante, que son inodoros, se podrían calificar de traicioneros, siendo esta circunstancia negativa para el individuo, al no tener el organismo humano defensa ante la presencia del gas, apareciendo los primeros malestares, es indicio de que la intoxicación ha comenzado. Este estado de cosas provoca accidentes irreversibles. El más significado es monóxido de carbono.

Los agentes gaseosos provienen de colectores en servicio o en desuso, que contenga metano, amoníaco, productos sulfurosos, petrolíferos, etc. En trabajos de soldadura donde se desprende valores nitrosos de plomo o cinc. En empleo de recintos cerrados o mal ventilados de productos volátiles peligrosos como gasolina, tricloreotileno, esencia de trementina, imprimidores de la madera. Por emanaciones naturales del terreno en pozo o zanja, como metano o amoníaco. Por depósitos de productos petrolíferos que conservan durante mucho tiempo emanaciones peligrosas.

En presencia de gases inertes como el nitrógeno puede modificar la composición de la atmósfera respirable, disminuyendo el contenido de oxígeno y transformándola en peligrosa e incluso mortal.

La proporción de oxígeno en la atmósfera es normalmente del 21% en volumen; en espacios vacíos como pozos, depósitos, etc., el contenido del oxígeno puede disminuir a consecuencia de su desplazamiento por otros gases, porque el oxígeno reacciona con otras sustancias, o porque es absorbido por ella. En el caso de que el contenido de oxígeno descienda al 17% existe peligro de muerte.

La prevención, estaría formada por equipos dependientes del medio ambiente, por la retención mecánica y por la retención y transformación y por mixtos. Aunque también se puede por equipos independientes del medio ambiente.

La protección individual sería preciso saber la periodicidad y duración de exposición al riesgo; actividad a desarrollar por el trabajador, situación de la zona contaminada con relación al puesto de entrada del aire puro o limpio y por último la temperatura y el grado de humedad del entorno.

Se analizarán la siniestralidad y el porcentaje de enfermedades profesionales que sufren los trabajadores que pudieran estar afectados durante el transcurso de la obra.

3.10. Índices de siniestralidad

Se analizarán la siniestralidad y el porcentaje de enfermedades profesionales que sufren los trabajadores que pudieran estar afectados durante el transcurso de la obra.

Con la finalidad de efectuar dicho análisis, se definen, previamente, los siguientes conceptos, que deberán ser calculados mensualmente trasladando la información al Equipo de Fiscalización:

- **Índice de Incidencia (I.I.):** número de accidentes con baja acaecidos durante la jornada de trabajo por cada cien mil trabajadores expuestos al riesgo.
- **Índice de Frecuencia (I.F.):** número de accidentes con baja acaecidos durante la jornada de trabajo por cada millón de horas trabajadas por los trabajadores expuestos al riesgo.
- **Índice de Gravedad (I.G.):** número de días no trabajados por accidentes ocurridos durante la jornada de trabajo por cada mil horas trabajadas por los trabajadores expuestos al riesgo.
- **La Duración Media de las Bajas (D.M.I.):** número de días no trabajados por cada accidente ocurrido durante la jornada de trabajo.

3.11. Descripción de las instalaciones de higiene y bienestar en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlas

Para el caso concreto del proyecto, las necesidades de servicios de higiene y bienestar cumplirán el REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO:

Locales

- Los locales estarán dotados de suelo, elevado no menos de 10 cm sobre el terreno circundante. La superficie pisable será horizontal y se asentará sobre una plataforma resistente de fábrica de hormigón o prefabricada, no siendo admisibles ni el suelo preexistente ni superficies terrizas de tipo alguno como tales superficies pisables.
- El techo de los locales ofrecerá el aislamiento adecuado, no siendo admisible la simple cubierta exterior como elemento de cubrición cenital suficiente. La altura libre entresuelo y techo será, como mínimo, de 2,50 metros.

- El interior de los locales presentará paredes con superficies lisas, con tratamiento de pintura o cubrición que las haga lavables. El suelo no será deslizante y todos los locales tendrán acceso directo desde el exterior y ventanas practicables.

Instalaciones interiores

- Todos los locales dispondrán de calefacción y, en verano, se adoptarán las medidas para que las temperaturas en el interior no superen los 20° C.
- Ventilación suficiente y natural, mediante ventanas practicables. En caso de que esta no fuera suficiente, se instalarán elementos de renovación de aire con circulación forzada.
- Nivel luminoso medio, medido a 85 centímetros sobre el nivel del suelo, no inferior a 250 lux.
- La disposición permitirá una limpieza fácil y frecuente y las instalaciones estarán protegidas de los golpes y de la humedad, muy en especial las de tipo eléctrico

Obligaciones en materia de vestuario

- Cada centro de trabajo dispondrá de cuarto para vestuario, provisto de armarios o taquillas individuales con el fin de poder dejar la ropa y efectos personales. Dichos armarios o taquillas estarán provistos de llave o candado.
- El vestuario estará diferenciado en caso de trabajadores de distinto sexo.
- Tendrán capacidad suficiente para el servicio del máximo número de trabajadores previsto.
- El interior no podrá ser visible desde el exterior, aún con la puerta abierta
- Los vestuarios y aseos tendrán conexión directa entre si.
- Los vestuarios deberán de ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.
- Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.
- Existirán asientos suficientes y superficie pisable antideslizante.
- La superficie sumada a la correspondiente a aseos y servicios higiénicos no dará un resultado inferior a 2 m²/trabajador, en máxima afluencia.

Obligaciones en materia de duchas y lavabos

- Adosadas o aproximadas a los vestuarios estarán las salas de aseo, dispuestas con lavabos y duchas apropiadas y en número suficiente.
- El número de duchas será de una por cada 10 trabajadores o fracción, que trabajen en la misma jornada.
- Un lavabo por cada 10 trabajadores o fracción, de cada sexo.

- Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Deberán disponer de agua corriente, caliente y fría, y su número será de uno por cada diez trabajadores, o fracción, que trabajen simultáneamente.
- Si las duchas o lavabos y los vestuarios estuviesen separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.
- Las duchas y los lavabos dispondrán de agua caliente y fría.
- Un espejo y un enchufe de energía eléctrica por cada lavabo.
- Los vestuarios, duchas y lavabos estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

Obligaciones en materia de retretes

- Los retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.
- Cada local de aseo tendrá, además de su preceptivo acceso directo desde el exterior, conexión con sus respectivos vestuarios.
- Dispondrá de servicios de saneamiento y de abastecimiento de agua.
- Un retrete por cada 12 mujeres, o fracción.
- Un retrete por cada 12 varones, o fracción, pudiéndose sustituir un retrete por dos mingitorios hasta un máximo del 50% de los retretes.
- Una percha fija o colgador por cada retrete y una para cada ducha.
- Tanto retretes como duchas dispondrán de elementos (puertas, cortinas, etc) que permitan proteger la intimidad del usuario.
- Suelo antideslizante, incluso cuando esté mojado, y huecos dispuestos de forma que no sea visible el interior del local desde el exterior (excepto desde el local de vestuarios).

Obligaciones en materia de comedores

- Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.
- Los comedores dispondrán de calentadores de comidas.
- Tendrán capacidad para la totalidad de los trabajadores, bajo supuesto de máxima ocupación.
- La superficie interior no será inferior a 1 m²/persona. El comedor será común para hombres y mujeres.
- Los comedores dispondrán de calentadores de comidas, con capacidad suficiente, mesas y sillas o asientos corridos con respaldo.
- La capacidad de cada mesa no será inferior a cuatro comensales.

- Existirá una pila lava-vajillas y un recipiente para desperdicios.

Obligaciones sobre suministro de agua potable

- En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.
- Para el suministro de agua potable se dispondrá de grifos de agua corriente y, en caso de no existir ésta, de un servicio de agua con recipientes limpios y en cantidad suficiente en perfectas condiciones de higiene.

Obligaciones en materia de locales de descanso o de alojamiento

- Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o al número de aquellos, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.
- Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.
- Cuando no exista este tipo de locales, se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.
- Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento.
- Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes con el número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.

En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección

3.12. Coordinación de actividades empresariales

Cuando en un mismo centro de trabajo, desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. A tal efecto, el Contratista Principal, adoptará las medidas necesarias para que aquellos otros empresarios que desarrollen actividades en su centro de trabajo, conozcan las medidas de protección y prevención correspondientes, así como las medidas de emergencia a aplicar, para su traslado a sus respectivos trabajadores.

3.12.1. Comité o comisión de seguridad y salud

Con el fin de cumplir con esta obligación de coordinación de seguridad y salud entre empresas concurrentes el contratista constituirá un Comité interempresarial de Seguridad e Higiene se constituirá, o Comisión de Seguridad y Salud, con los objetivos de coordinación y

seguimiento de la actividad preventiva y los señalados para el Comité de Seguridad e Higiene en la legislación vigente.

Estas reuniones son necesarias, para el seguimiento y control interno de la Seguridad y Salud de la obra que tienen como objetivo la consulta regular y periódica de los planes y programas de prevención de riesgos de la empresa, el análisis y evaluación continuada de las condiciones de trabajo y la promoción de iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, así como proporcionar la adecuada coordinación entre los diversos órganos especializados que incidan en la seguridad e higiene de la obra.

La Comisión de Seguridad y Salud estará formada por una parte la empresa contratista, representada por el Jefe de Obra, el responsable de prevención de la obra y los responsables técnicos de la ejecución de la obra, y por otra, los subcontratistas, representados por los empresarios o sus representantes legales, los responsables de prevención y los delegados de prevención de cada subcontrata, en el caso de que los hubiera, conforme a la duración de los trabajos y a la presencia de cada empresa en la obra. Por parte del Equipo Fiscalizador, asistirán los representantes que este estime necesario. También formarán parte de esta comisión los trabajadores autónomos que por la incidencia de sus trabajos en la seguridad de la obra la Comisión estime conveniente. Es por ello que la composición de la Comisión de Seguridad y Salud será cambiante en función de las actividades que se desarrollen, y el momento de la ejecución de la misma.

En las reuniones de la Comisión de Seguridad y Salud podrán participar, con voz pero sin voto, los Delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención de la empresa que no se encuentren incluidos en la composición a la que se refiere el párrafo anterior. En las mismas condiciones podrán participar trabajadores de la empresa que cuenten con una especial calificación o información respecto a cuestiones concretas que se debatan en esta comisión y técnicos en prevención ajenos a la obra, siempre que así lo solicite alguna de las partes.

La Comisión de Seguridad y Salud tendrá las siguientes competencias:

- Vigilar el cumplimiento de lo dispuesto en el Plan de Seguridad y salud de la obra.
- Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, proponiendo las mejoras de las condiciones o la corrección de las deficiencias existentes durante las distintas fases de ejecución de obra.
- Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de los planes y programas de prevención de riesgos de la obra.

A tal efecto la Comisión de Seguridad y Salud, en el ejercicio de sus competencias, estará facultada a:

- Conocer directamente la situación relativa a la prevención de riesgos en la obra, realizando a tal efecto las visitas que se estimen oportunas.
- Conocer cuántos documentos e informaciones relativos a las condiciones de trabajo sean necesarios para el cumplimiento de sus funciones; así como los precedentes de la actividad del servicio de prevención, en su caso.

- Conocer y analizar los daños producidos a la salud o en la integridad física de los trabajadores, al objeto de valorar sus causas y proponer las medidas preventivas oportunas.

Sin perjuicio de lo establecido al respecto por la normativa vigente, se llevará a cabo como mínimo, una reunión mensual desde el inicio de la obra hasta su terminación, con independencia de las que fueran, además, necesarias ante situaciones que requieran una convocatoria urgente, o cuando lo solicite alguna de las partes.

De manera general las convocatorias, orden de asuntos a tratar y desarrollo de las reuniones se establecerán de conformidad con lo estipulado al respecto por las normas vigentes o según acuerden los órganos constitutivos de las mismas.

De cada reunión se levantará un acta donde se identifiquen las personas asistentes y se recojan las aportaciones y los acuerdos adoptados; así como: las acciones correctoras propuestas, los responsables de realizarlas, y las fechas previstas para su realización; quedando así pues constancia del cumplimiento de lo dispuesto en la legislación. Las actas serán firmadas por los asistentes.

En el momento en que se produzcan las incorporaciones de alguna empresa en la obra y teniendo en cuenta la naturaleza de los trabajos que vaya a realizar y de su duración en el tiempo, el Jefe de Obra pondrá en antecedentes de las medidas o acuerdos que se hayan tomado en las reuniones de la Comisión (Comité en su caso) a la empresa subcontratada y a las figuras de representación en materia de prevención.

En cada reunión se realizará un seguimiento del cumplimiento de los acuerdos tomados en la reunión anterior, los incumplimientos en materia de seguridad de las empresas participantes en la obra y de todo aquello que afecte al nivel de seguridad de la obra.

Salvo que se disponga otra cosa por la normativa vigente, las reuniones se celebrarán en la misma obra y dentro de las horas de trabajo. En caso de prolongarse fuera de estas horas, se abonarán sin recargo, o se retardará, si es posible, la entrada al trabajo en igual tiempo, si la prolongación ha tenido lugar durante el descanso del mediodía.

Con independencia de las reuniones anteriormente referidas, la empresa promoverá además, las que sean necesarias para posibilitar la debida coordinación entre los diversos órganos especializados y entre las distintas empresas o subcontratas que pudieran concurrir en la obra, con la finalidad de unificar criterios y evitar interferencias y disparidades contraproducentes. Se pueden dar los siguientes casos.

3.12.2. Obras colindantes o solapadas

Cuando se observe solapamiento o coincidencia de trabajos de diferentes obras en espacio-tiempo o por colindancia de los trabajos de dos o más obras diferentes, se realizarán reuniones de Coordinación de Actividades Empresariales entre las distintas obras (Ej: cruce de una LAT o tubería de Gas o tubería de agua por la obra y su correspondiente mantenimiento-reparaciones-inspecciones por la empresa propietaria, etc).

Se deberán realizar reuniones de coordinación principalmente con los servicios urbanos y municipales.

3.12.3. Reposición de servicios afectados

Si en las reposiciones de los servicios afectados son las propias compañías las que asumen el papel de promotor de dichas actuaciones el contratista no las incluirá en el plan de seguridad de la obra pero se tendrá que acreditar documentalmente que las citadas empresas disponen de un proyecto específico para cada actuación incluyendo en él un Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional y Fiscalizador propio para controlar la aplicación medidas preventivas previstas por las empresas contratadas para efectuar la retirada y reposición de los servicios.

En todo caso, el contratista principal de la obra quedará obligado a coordinarse con las empresas que realicen los trabajos de retirada de servicios.

Pero si es el contratista principal el que acomete directamente la retirada y reposición del servicio, éste deberá incluir la planificación preventiva de dichos trabajos en el plan de seguridad y salud, tras el pertinente informe favorable del coordinador, será aprobado en calidad de anexo al plan.

Cada uno de los servicios afectados por la ejecución de la obra recibirá, por tanto, un tratamiento preventivo específico que dependerá del papel realmente desempeñado por la empresa titular del servicio y de la posible intervención de personal propio o subcontratado de la empresa contratista principal de la obra.

4. PREVISIÓN DE ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIA

4.1. Plan de actuaciones en caso de emergencia

El empresario deberá analizar las posibles situaciones de emergencia en la empresa y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores.

En el presente Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional se incluye una previsión de las posibles medidas de emergencia a considerar por el contratista principal a la hora de elaborar su plan de actuaciones en caso de emergencia. De acuerdo con la normativa vigente, el contratista principal deberá desarrollar y complementar dichas medidas de carácter mínimo en el Plan de Seguridad de la obra, adecuándolas a sus sistemas y métodos de trabajo.

Estas medidas en lo relativo a la asistencia de accidentados serán actualizadas a medida que se puedan incorporar empresas subcontratadas a la realización de los trabajos. En relación con aquellos accidentes de carácter menos grave que deban ser tratados por los servicios contratados por cada uno de ellas.

Se entregará una copia del Plan de Emergencias y del Plano de Evacuación a los servicios de asistencia externos (Bomberos, Emergencias).

Del mismo modo y por el carácter lineal de la obra, las vías de evacuación serán actualizadas en función del desarrollo de los trabajos y las vías disponibles en cada momento, no estando previsto, en principio el cambio de los lugares de asistencia médica.

Aunque el objetivo de este Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional es establecer las bases para que las empresas Contratistas puedan planificar la prevención a través del Plan de Seguridad y Salud y de su Plan de Prevención, hay que reconocer que alcanzar un nivel de seguridad y salud en el que los riesgos resulten nulos no es posible, debido a la existencia de causas de difícil control que pueden hacerlos presentes. En consecuencia, es necesario prever las medidas necesarias para atender a los posibles accidentados, entre las que se incluyen los servicios médicos, botiquines, servicio de socorrismo y primeros auxilios, ambulancias, etc.

En la redacción del Plan de Seguridad y Salud deberán incluirse unas medidas de actuación en caso de emergencia, lo más desarrolladas posible, en los que se tengan en cuenta las orientaciones contenidas normativa vigente de prevención de riesgos laborales para garantizar la seguridad de los trabajadores en caso de emergencia.

El Contratista deberá incluir un Plan de Emergencia y Evacuación particularizado para los distintos trabajos.

En dicho Plan se incluirá los conciertos suscritos con servicios externos en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento y lucha contra incendios, y se determinará el personal encargado de la aplicación y vigilancia periódica del correcto funcionamiento de las medidas previstas, definiendo la estructura y responsabilidades del equipo, su formación y el del material que tendrá a su disposición, los protocolos de actuación en cada caso y la documentación que acredite la formalización de dichos conciertos.

4.1.1. Clasificación de las emergencias

Se define emergencia a cualquier contingencia que no puede ser dominada por una actuación inmediata de quienes la detectan y pueda dar lugar a situaciones críticas, o que para su control sean necesarios medios especiales.

Esta emergencia, en algunos casos puede ir asociada a una situación catastrófica, acentuándose entonces el riesgo de que pueda poner en peligro la integridad de las personas e instalaciones, necesitando una evacuación rápida de las mismas y una toma de decisiones correctoras.

Según su origen:

- Naturales (terremotos, huracanes, inundaciones).
- Técnicas (escapes tóxicos, incendio, explosiones).
- Epidémicas (intoxicaciones, enfermedades).
- Sociales (intrusismo, sabotaje, amenaza de bomba).

Según su gravedad:

- Conato de emergencia (accidente o incidente que puede ser controlado fácilmente por personal u medios pertenecientes a la obra).
- Emergencia sectorial (es necesario la intervención de los equipos esenciales de la obra, afectando sólo a una zona de la misma).

- Emergencia general (requiere la participación externa para el control de la emergencia).

En la obra que es objeto este documento, se pueden producir las siguientes situaciones de emergencia:

Incendios y explosiones:

- En zonas de trabajo, producidos por actuación con maquinaria, soldadura, instalaciones eléctricas, etc., y teniendo en cuenta la zona de trabajo y la época estival, como principales factores para la propagación de cualquier foco de incendio.
- En casetas de operarios o almacenes.
- Por tormentas.

Accidente por fallo humano o mecánico. Pueden presentarse de las siguientes formas:

- Existencia de accidentado/s de carácter leve, con necesidad de traslado a centro asistencial.
- Existencia de accidentado/s de carácter grave, con necesidad de traslado a centro asistencial / hospitalario.

Sabotaje:

- Consideramos el sabotaje como la actuación de terceros ajenos a la obra, con el fin de perjudicar y producir daños, tanto en instalaciones y equipos como en zonas de trabajo, durante los meses que dure la obra afectando de forma directa e indirecta a la seguridad de los trabajadores, en el uso de instalaciones y de equipos mecánicos y medios auxiliares necesarios para la ejecución y desarrollo de la misma.

4.1.2. Medidas a adoptar

Como medidas más significativas a adoptar para prevenir y atajar situaciones de emergencia proponemos las siguientes:

- Todo el personal de obra, y en particular el personal designado para realizar labores de prevención estará adiestrado e informado para actuar en caso de emergencia o accidente. Se dará a conocer a todo el personal los teléfonos de emergencia, la situación de extintores más próximos, centros hospitalarios cercanos, etc.
- El plan de emergencias a elaborar por el contratista deberá incluir los PUNTOS SOS ubicados en obra
- Denominamos PUNTO SOS a un punto previamente acordado entre el contratista y el Servicio telefónico de emergencias, al que se dirigirán los equipos de emergencias externos (ambulancias, bomberos, etc.) en caso de ser avisados. Una vez avisados, una o varias personas de la obra se desplazarán a dicho punto SOS para esperar y guiar a los servicios de urgencia hasta el punto exacto donde se haya producido el accidente o la emergencia.
- Los PUNTOS SOS deberán estar situados en puntos accesibles por carretera y fácilmente identificables, al objeto de que el centro telefónico de emergencias pueda

comunicar por radio al equipo de emergencia la situación del PUNTO SOS. En el apartado planos, se indica la posible situación de estos puntos SOS.

- El personal designado para desarrollar labores de prevención, estará formado para acometer situaciones de primeros auxilios en caso de accidente.
- Los accesos a la obra estarán señalizados y no se permitirá la presencia en su interior de personas que no hayan sido autorizadas por la contrata.
- No se permitirá la presencia de trabajadores aislados.
- Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas, y conducir lo más directamente al exterior o a una zona de seguridad. Dichas vías y salidas estarán debidamente señalizadas y equipadas. Se colocarán a medida que el tajo avance.
- Se dispondrá de alimentación autónoma para el alumbrado de emergencia en trabajos nocturnos.
- Las vías y salidas de emergencia deberán señalizarse conforme a la legislación vigente.
- Se designarán vigilantes cualificados, conocedores de las normas de seguridad, encargados de verificar las condiciones ambientales y la estabilidad del frente de la excavación, antes de la presencia de personas en los diferentes tajos.
- Deberá ser posible acceder sin peligro a los lugares de trabajo y evacuarlos de forma rápida y segura en caso de emergencia.
- Solo podrán ser admitidos a trabajar las personas que hayan superado el examen médico oficial establecido de acuerdo con las condiciones de trabajo que existan en el lugar en el que vaya a desarrollar su actividad por el servicio médico.

A continuación se detallan los posibles riesgos y medidas a adoptar frente a las situaciones de emergencia anteriormente citadas:

4.1.2.1. Incendios y explosiones

Almacenamientos de obra

Normalmente y por motivos de funcionalidad y organización de los tajos, se suelen almacenar en recintos separados los materiales que han de utilizarse en oficios distintos. Este principio básico es favorable a la protección contra incendios y han de separarse claramente los materiales combustibles unos de otros, y todos ellos han de evitar cualquier tipo de contacto con equipos y canalizaciones eléctricas.

Almacenamiento de combustible

Los depósitos de combustible que se encuentren en obra para suministro de maquinaria (pilas cargadoras, grúas motovolquetes, etc.) cumplirán con la normativa vigente

Almacenamiento de productos químicos

Los almacenes que se encuentren en obra y contengan productos químicos deberán cumplir con la normativa vigente

En la maquinaria

La maquinaria, tanto fija como móvil, accionada por energía eléctrica, ha de tener las conexiones de corriente bien realizadas, y en los emplazamientos fijos se instalará toma de tierra. Todos los desechos, virutas y desperdicios que se produzcan por el trabajo, han de ser apartados con regularidad, dejando limpios diariamente los alrededores de las máquinas.

Como norma general toda máquina de combustión dispondrá dentro de la cabina de extintores en número y tamaño adecuados a fuego que puedan generar, para uso por parte del maquinista en caso de incendio, pues la extinción del conato es la acción preventiva más eficaz para evitar daños mayores. También lo llevarán los vehículos de capataces y encargados, tanto de las subcontratas como de la contrata.

En el trasvase de combustible

Los operarios de trasvase de combustible han de efectuarse con una buena ventilación, fuera de la influencia de chispas y fuentes de ignición. Se preverá, asimismo, las consecuencias de posibles derrames durante la operación, por lo que se debe tener a mano tierra ó arena para empapar el suelo.

La prohibición de fumar ó encender cualquier tipo de llama ha de formar parte de la conducta a seguir en estos trabajos.

Cuando se trasvasan líquidos combustibles o se llenan depósitos, se pararán los motores accionados por el combustible que se está trasvasando.

Protección de los trabajos de soldadura

En los trabajos de soldadura y corte se deben proteger de la proyección de materias incandescentes los objetos que sean susceptibles de combustión y que no hayan de ser cambiados de su emplazamiento, cubriéndolos con mantas ignífugas o con lonas, si puede ser mojada.

Periódicamente se deben comprobar si bajo las lonas ha podido introducirse alguna chispa o ha habido un recalentamiento excesivo.

No podrán efectuarse trabajos de corte y soldadura en lugares donde haya explosivos, vapores inflamables, o donde pese a todas las medidas posibles de precaución no pueda garantizarse la seguridad ante un eventual incendio.

Medios de extinción para todos los casos

En las situaciones descritas anteriormente (almacenes, maquinaria fija o móvil, trasvase de combustible, trabajos de soldadura) y en aquellas otras en que se manipule una fuente de ignición, han de colocarse extintores (convenientemente señalizados) cuya carga y capacidad estén en consonancia con la naturaleza del material combustible y con el volumen de éste, así como de arena y tierra donde se manejen líquidos inflamables, con la herramienta propia para extenderla.

En el caso de grandes cantidades de acopio, almacenamiento o concentración de embalajes o desechos, han de completarse los medios de protección con mangueras de riego que proporcionen agua abundante.

Información a los vigilantes de obra

Los vigilantes de obra serán informados de los puntos y zonas que pueden revestir peligro de incendio en la obra, y de las medidas de protección existentes en la misma, para que puedan señalarla y eventualmente hacer uso de ellas, así como la posibilidad de dar el aviso correspondiente a los servicios públicos de extinción de incendios.

Riesgos presentes en estas situaciones son los siguientes:

- Quemaduras.
- Asfixia en zonas cerradas.
- Proyecciones de fragmentos.
- Aprisionamientos y desprendimientos.
- Rotura de conducciones.
- Gases y polvo.

Medidas específicas a adoptar

- Orden y limpieza general en toda la obra.
- Utilización de materiales poco combustibles, en especial en las proximidades de los tajos donde realicen trabajos de soldadura, producción de chispas, etc.
- Los trabajos de soldadura o cualquier otro sistema que produzca llama o chispa deberán ser previamente autorizados por la Contrata, siempre que se realice en zona con presencia de materiales muy combustibles que no puedan retirarse.
- Las luminarias estarán dotadas de la protección adecuada, debiendo tener un índice de protección acorde con su emplazamiento.
- Se dispondrán todos los elementos eléctricos de la obra en condiciones para evitar posibles cortocircuitos.
- No se almacenarán ni transportarán explosivos o materiales combustibles por las proximidades de los trabajos realizados por punto caliente cualquiera que sea su naturaleza y mientras las condiciones de riesgo prevalezcan.
- Se deben almacenar separadamente los materiales combustibles de los comburentes.
- Deberá existir un número suficiente de extintores en las zonas de riesgos potenciales, claramente señalizados y libres de obstáculos que dificulten su acceso.
- Los fluidos hidráulicos de los equipos de trabajo y medios auxiliares tendrán un bajo punto de inflamación siempre que esto sea posible y se almacenarán separados de focos o puntos de calor.
- Los equipos de obra tendrán la formación necesaria para combatir un fuego de pequeñas proporciones. En caso de fuego de grandes proporciones o que sea muy difícil dominar con los medios de obra, se recurrirá a la ayuda de los servicios de extinción públicos. Para ello se dispondrá en todos los tajos del teléfono de aviso.

- Los tajos en obra estarán limpios y ordenados, poniéndose especial cuidado en los vertidos de combustibles, aceites etc.
- Se realizará un mantenimiento periódico de los equipos de trabajo de acuerdo a las instrucciones del fabricante con el fin de minimizar el riesgo de incendio por mal funcionamiento de las máquinas.
- Queda totalmente prohibido encender fogatas en el interior de la obra.
- Señalizaremos a la entrada de las zonas de acopios, almacenes y talleres, adhiriendo las siguientes señales normalizadas:
- Prohibido fumar, en lugares con riesgo de incendios o explosiones.
- Indicación de la posición del extintor de incendios.
- Peligro de incendio.
- Peligro de explosión (almacén de productos explosivos).
- Habrá extintores de incendios junto a los talleres y zonas de acopio como norma general en la obra por los productos que va a haber, serán de polvo seco polivalente ABC
- Todas las máquinas que intervengan en la ejecución de los trabajos estarán dotadas de su propio extintor, el cual será revisado y convenientemente mantenido según normativa vigente. Se adiestrará a los maquinistas en su uso.
- Los locales de descanso, servicios y oficinas estarán provistos de extintores adecuados, estarán convenientemente señalizados. Asimismo el personal que desarrolle trabajos administrativos estará adiestrado en su uso.
- Las zonas de acopio de materiales, prestando especial atención a los acopios de materiales inflamables, estarán dotados de extintores adecuados al tipo de fuego que pueda surgir, asimismo estas zonas se dotarán de la señalización de riesgos adecuada. Estas zonas quedarán convenientemente acotadas.

Con carácter mínimo se dispondrá en obra de extintores bien señalizados en todas las zonas de acopio de materiales inflamables, talleres, en las casetas de obra, en las instalaciones de higiene y bienestar, botiquín, en toda máquina de combustión, junto a depósitos de combustible, cuadros eléctricos, etc.

4.1.2.2. Accidente por fallo humano o mecánico

Los riesgos que nos podemos encontrar en estas situaciones son los siguientes:

- Aprisionamientos y arrollamientos por máquina, vehículos y materiales.
- Caídas de personas al mismo o distinto nivel.
- Erosiones y contusiones en manipulación de materiales.
- Golpes por movimiento de cargas.
- Rotura de elementos de sujeción.

- Caídas de materiales.
- Atropellos por máquinas.
- Electrocuciiones.

En general se trata de las causas que se han ido señalando en el análisis de los riesgos realizado con anterioridad, con la salvedad que pueden afectar a más de una persona.

Los riesgos presentes son principalmente referentes a electrocuciiones e incendios. Paralización del sistema respiratorio, alteración del ritmo cardíaco, tensión muscular, hemorragias, aplastamiento y fracturas, toxicidad en la sangre y pérdida de la vida.

Las medidas de protección en cada caso ya se han expuesto por lo que aquí solo se contemplan los sistemas de evacuación y asistencia

4.1.2.3. Accidente de tráfico

Se producirán en el interior de la obra, por el movimiento de la maquinaria o por vehículos de obra en el traslado hacia los tajos o las instalaciones. No se consideran los accidentes de tráfico tipo "in itinere" por ocasionarse fuera del ámbito de la obra.

En el caso de que ocurra un accidente de tráfico interno las actuaciones para la atención y traslado serán las mismas que para cualquier otro tipo de accidente laboral. Como medidas a adoptar:

- Se limitará la velocidad en las zonas de obra según las situaciones, pero nunca debe superarse los 30 km/h.
- Señalización de curvas en los caminos de obra, mantenimiento del firme y riegos periódicos en caso de que se produzca polvo.
- Planificación de los accesos y caminos de comunicación entre tajos evitando el paso entre máquinas en movimiento.

4.1.2.4. Rotura de servicios

Los servicios que se pueden encontrar en esta obra son:

- Líneas eléctricas.
- Líneas telefónicas (aéreas y subterráneas).
- Conducciones de abastecimiento de agua.

Cada vez que ocurra un accidente de una rotura de algún servicio se actuará de la siguiente manera:

- En caso de existencia de heridos se procederá a su asistencia y evacuación siguiendo lo establecido para cualquier otro accidente de trabajo.
- Comunicación a la empresa propietaria del servicio afectado, contemplando las medidas de seguridad respectivas al estudio de seguridad de dichas compañías.
- Comunicación a la oficina de la obra: Jefe de Obra, Jefe de la Unidad de Prevención.

- Comunicación a los servicios públicos (Bomberos, Policía Municipal), en caso de que afecte a alguna zona urbana o carretera.
- Se acordonará la zona para evitar riesgos y peligros y para evitar el acceso de personas ajenas a la obra.
- No se realizará ninguna reparación si no es con el consentimiento de algún responsable de la empresa propietaria del servicio.

4.1.2.5. Medidas específicas a adoptar

- Todos los circuitos estarán protegidos contra calentamientos debidos por sobrecorriente y contra cortocircuitos mediante interruptores diferenciales y magnetotérmicos.
- Se emplearán únicamente equipos protegidos con interruptores automáticos y contactores. Todos los equipos de la instalación deberán tener un índice de protección acorde a las características del lugar en el que trabajan.
- Para proteger de la electrocución se emplearán tensiones de seguridad (24 v en emplazamientos húmedos y 50 v en el resto de los casos), interruptores diferenciales y puesta a tierra de las masas en los equipos de trabajo utilizados así como medios auxiliares.
- El rearme de los interruptores será siempre manual.
- Las herramientas manuales eléctricas tendrán clavija con toma de tierra, no doméstica.
- Los equipos de trabajo estarán dotados de doble aislamiento.
- Se vigilarán los trabajos próximos a líneas eléctricas.
- Las líneas eléctricas que atraviesen la traza de la obra estarán convenientemente balizadas y poseerán su correspondiente gálibo cuando las distancias de seguridad así lo exijan.

4.1.3. Primeros auxilios

Será obligatorio en cada tajo de trabajo aislado, que exista un trabajador capacitado en la técnica de primeros auxilios y que dispongan de un botiquín de primeros auxilios, así como un listado con los números de teléfono del servicio local de urgencias.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con suficiente formación para ello.

Se tendrán a mano mantas y camillas para evacuación de heridos.

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran, se deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencias (locales de descanso, locales de primeros auxilios, etc).

En el caso de asistencia de accidentados, se dispondrá en la obra y en sitio visible de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancia,

etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

A continuación se dictan unas normas generales de comportamiento ante un accidente en general (leve o grave), que debe ser tenida en cuenta (figurando en el tablón de seguridad que la empresa pone para tal fin) por todos los trabajadores de la misma:

- Ante un accidente se actuará rápidamente, con serenidad y apartando a los curiosos y a las personas inútiles.
- Si el herido se ha quedado aprisionado, se le extraerá con especial cuidado para no causarle mayores lesiones y se le limpiarán las vías respiratorias.
- Toda persona que haya perdido el conocimiento debe de ser acostada con la cabeza al mismo nivel que el resto del cuerpo. Si tiene la cara congestionada, entonces, la cabeza debe levantarse. Si se presentan vómitos, se le pondrá la cabeza de lado.
- Hay que abrigo al lesionado y desabrocharle y aflojarle la ropa, aunque sea ligeramente.
- Se manejará al herido con precaución, siendo muy importante que se le tranquilice y anime.
- Cuando la ropa cubra cualquier parte del cuerpo donde se sospeche que exista lesión, debe eliminarse esta parte de la prenda cortando o rasgando la tela.
- No debe administrarse bebida alguna a una persona inconsciente. Aún con el conocimiento recuperado no debe suministrarse bebidas alcohólicas.
- El transporte se hará de forma adecuada. Si los primeros auxilios fueron correctos, es preferible, antes de realizar el transporte, esperar la llegada del médico al lugar del accidente.
- La posición conveniente y la evacuación son fundamentales. Así en casos muy agudos puede ser imprescindible el helicóptero y, en ciertos casos graves, una ambulancia quirófano. El vehículo se conducirá con cautela. De ser posible se avisará, con antelación, al Centro Hospitalario receptor, la llegada del accidentado.

4.1.4. Sistemas de comunicación

4.1.4.1. Telefonía fija en túnel

Debe instalarse comunicación con telefonía fija en los túneles, separado cada punto de comunicación como máximo 300m., para poder comunicar cualquier punto del túnel con:

- Puesto de control
- Oficinas
- Botiquín
- Jefes de obra

Deberá instalarse telefonía fija en la boca del túnel, el botiquín y las oficinas. Contarán con alumbrado de emergencia con 3 horas de autonomía. Contarán con señalización luminosa

específica, avisador luminoso y listín de teléfonos de emergencia. La instalación será resistente al agua y deberá encontrarse protegida.

4.1.4.2. Comunicación vía radio

La telefonía fija se puede complementar con la instalación de repetidores y radioenlaces a lo largo del túnel. Para caso de emergencia se necesita un sistema independiente de alimentación (SAI) que permita mantener en funcionamiento los equipos repetidores durante 3 horas.

4.1.5. Plan de prevención y extinción de incendios

4.1.5.1. En obra e instalaciones

En los almacenamientos de obra.

Normalmente y por motivos de funcionalidad y organización de los tajos, se suelen almacenar en recintos separados los materiales que han de utilizarse en oficios distintos. Este principio básico es favorable a la protección contra incendios y han de separarse claramente los materiales combustibles unos de otros, y todos ellos han de evitar cualquier tipo de contacto con equipos y canalizaciones eléctricas.

Almacenamiento de combustible

Los depósitos de combustible que se encuentren en obra para suministro de maquinaria (palas cargadoras, grúas motovolquetes, etc.) cumplirán con la normativa de Reglamentación vigentes

En la maquinaria.

La maquinaria, tanto fija como móvil, accionada por energía eléctrica, han de tener las conexiones de corriente bien realizadas, y en los emplazamientos fijos se instalará toma de tierra. Todos los desechos, virutas y desperdicios que se produzcan por el trabajo, han de ser apartados con regularidad, dejando limpios diariamente los alrededores de las máquinas.

En el trasvase de combustible.

Las operaciones de trasvase de combustible han de efectuarse con una buena ventilación, fuera de la influencia de chispas y fuentes de ignición. Se preverá, asimismo, las consecuencias de posibles derrames durante la operación, por lo que se debe tener a mano tierra o arena para empapar el suelo.

La prohibición de fumar o encender cualquier tipo de llama ha de formar parte de la conducta a seguir en estos trabajos.

Cuando se trasvasan líquidos combustibles o se llenan depósitos, se pararán los motores accionados por el combustible que se está trasvasando.

Protección de los trabajos de soldadura.

En los trabajos de soldadura y corte se debe proteger de la proyección de materias incandescentes los objetos que sean susceptibles de combustión y que no hayan de ser cambiados de su emplazamiento, cubriéndolos con mantas ignífugas o con lonas, a ser posible mojadas.

Periódicamente se debe comprobar si bajo las lonas ha podido introducirse alguna chispa o ha habido un recalentamiento excesivo.

No podrán efectuarse trabajos de corte y soldadura en lugares donde haya explosivos, vapores inflamables, o donde pese a todas las medidas posibles de precaución no pueda garantizarse la seguridad ante un eventual incendio.

4.1.5.2. Medios de extinción para todos los casos.

En las situaciones descritas anteriormente (almacenes, maquinaria fija o móvil, trasvase de combustible, trabajos de soldadura) y en aquellas otras en que se manipule una fuente de ignición, han de colocarse extintores cuya carga y capacidad estén en consonancia con la naturaleza del material combustible y con el volumen de éste, así como arena y tierra donde se manejen líquidos inflamables, con la herramienta propia para extenderla.

En el caso de grandes cantidades de acopio, almacenamiento o concentración de embalajes o desechos, han de completarse los medios de protección con mangueras de riego que proporcionen agua abundante.

Ante la evolución de un conato de incendio o descubrimiento súbito de uno, se utilizarán en su extinción la totalidad de los medios disponibles. Si la intensidad del fuego supera las posibilidades de actuación de los equipos de emergencia y ante la imposibilidad de su control, la acción mínima recomendable en este caso será el simple confinamiento del fuego al objeto de evitar su propagación y proceder inmediatamente a la aplicación del plan de emergencia.

4.1.5.3. Información a los vigilantes de obra.

Los vigilantes de obra serán informados de los puntos y zonas que pueden revestir peligro de incendio en la obra, y de las medidas de protección existentes en la misma, para que puedan eventualmente hacer uso de ellas, así como la posibilidad de dar el aviso correspondiente a los servicios públicos de extinción de incendios.

4.1.5.4. Activación de Emergencia

Se deberá desconectar la corriente eléctrica si se utiliza agua en la extinción y se avisará al jefe de emergencia.

El jefe de emergencia ordenará el plan de evacuación y la llamada a bomberos y demás ayuda exterior si esta es necesaria.

Los bomberos, a su llegada, serán informados por el jefe de emergencias y asumirán el mando y control de las operaciones.

Una vez finalizada la emergencia, previo informe favorable de los bomberos, el jefe de emergencias ordenará el restablecimiento y realizará un informe del suceso procurando tomar las medidas necesarias para evitar su reaparición. Deberá llevar un archivo histórico de sucesos, acciones seguidas y medidas adoptadas.

4.1.5.5. Sistemas de extinción de incendios

Mangueras de 50m.

Es recomendable su instalación en la boca de cada túnel y cada 500m en el interior del mismo. Esta situación deberá adecuarse en los túneles del metro. En este caso hay 2.200m. de túnel, por lo que se dispondrán una manguera en cada boca de túnel, y cuatro a lo largo del mismo, de forma que la distancia entre ellas sea de 440m.

En las tuneladoras se contará al menos con un hidrante completo con armario y manguera, siendo recomendable la disposición de un hidrante en cabeza y otro en la cola del back-up.

Tomas de agua

Deben instalarse tomas de agua cada 100m en el interior del túnel. Se utilizará racor tipo Barcelona para compatibilidad con los enganches de las mangueras de los servicios externos de emergencia.

Extintores de incendios

Es recomendable la instalación de extintores cada 250m a lo largo del túnel. Se preverá igualmente su disposición en zonas puntuales con alta carga de fuego por la maquinaria o equipos existentes u operaciones específicas en las que exista este riesgo.

En la tuneladora se dispondrán de tal forma que cubran toda su extensión, situándolos de forma especial en las zonas y operaciones con riesgo de incendios y serán de la tipología adecuada del elemento de extinción, en función del tipo de fuego que pueda producirse.

Equipos de Primera Intervención y dotación

El equipo de primera intervención deberá estar formado por 3 o 4 trabajadores en cada turno de trabajo.

Dentro de la tuneladora se dispondrá de la equipación para cada uno de los miembros del Equipo de Primera Intervención: casco tipo bomberos, cubre pantalones, chaquetón $\frac{3}{4}$ y botas. Debe estar estratégicamente localizado, fácilmente accesible, con mantenimiento eficaz e inspeccionado periódicamente.

Se deberán establecer Planes de Evacuación y programas de entrenamiento para preparar a los trabajadores. Estos ejercicios deben hacerse como mínimo cada 6 meses para cada turno.

Cortinas de agua

Se contará con cortina de agua nebulizada en la cola del back-up de la tuneladora para sectorizar el humo de un incendio en el túnel de la tuneladora. Deberá analizarse en base a la existencia de polvo o bien para sectorizar el túnel en caso de incendios en túneles de gran longitud, la disposición intermedia de cortinas de agua nebulizada.

Extinción en locomotoras

Las locomotoras de los trenes deben contar con un sistema de autoextinción que se activará bien desde el puesto de mando o desde el exterior de la locomotora.

En cada vagón de personal se dispondrá un extintor portátil.

Señalización

Todos los dispositivos de emergencia contra-incendios, comunicaciones y rutas de evacuación se señalarán con paneles autoluminiscentes dispuestos en sentido transversal al eje del túnel. Los paneles de señalización de las rutas de emergencia se dispondrán cada 100 metros de túnel.

Las mangueras y conducciones de todos los sistemas del túnel deberán ser de materiales no propagadores de llama y cuya combustión no genere humos tóxicos.

4.1.6. Instalaciones de ventilación

4.1.6.1. Suministro

La obra contará con una ventilación general según el proyecto de ventilación para cada túnel.

Es conveniente la instalación de ventilación puntual con mangueras desde la manga principal a la cabeza de las tuneladoras para los trabajos de soldadura o bien, para otros trabajos en función del método de excavación. Para esta situación además conviene la instalación de extracción localizada para evacuar los humos de la soldadura. Hay que tener en cuenta que los trabajos en la cabeza de corte son trabajos en un espacio confinado, por lo que se deberán establecer los protocolos normalizados para estos trabajos.

Para asegurar el suministro se instalará un grupo electrógeno que se activará cuando falle el suministro general.

4.1.6.2. Equipos de medición de gases

Debe contarse con medidores fijos de CO y O₂ en el frente de trabajo. En las tuneladoras se instalarán como mínimo, una en la cabeza y otro junto a la cabina de mando. Estarán equipados con un sistema de alerta en caso de sobrepasarse los umbrales admisibles.

Se dispondrá además de medidores portátiles de CO, O₂, NO₂ y CH₄ a lo largo del túnel. En caso de atmósferas explosivas se deberán diseñar un método de trabajo seguro.

4.1.6.3. Control ambiental en el interior del túnel

Las normas básicas de seguridad sobre control ambiental en el interior del túnel pueden resumirse en las siguientes, sin perjuicio de la obligación de ser concretadas y desarrolladas en el correspondiente plan de seguridad y salud:

- Las máquinas deben estar provistas de sistemas antipolvo. En algunas ocasiones la pulverización de agua no es suficiente.
- La eliminación del polvo es necesaria por:
 1. Los niveles de polvo originados por ciertas rocas pueden ser muy perjudiciales para la salud de las personas.
 2. El polvo más perjudicial suele ser el invisible, por corresponder a la fracción de granulometría respirable.
 3. La concentración de polvo reduce la visibilidad.

4. Algunas concentraciones de polvo como la del carbón pueden ser explosivas espontáneamente.

- El sistema de ventilación debe llevar suficiente aire fresco, tanto para el personal como para la maquinaria. El flujo de aire se puede lograr mediante ventilación aspirante o mediante combinación aspirante - soplante.
- Los conductos de ventilación soplante se colocarán en el techo del túnel acercándose lo más posible al frente.
- Se dispondrán los conductos de aspiración necesarios, en número y sección útil, para garantizar el mantenimiento de las condiciones idóneas de trabajo.
- En la zona de avance, el frente debe estar perfectamente saneado.
- Los trabajos de avance se harán con la parte adyacente del terreno de las fases anteriores suficientemente afianzado, llegándose al hormigonado del mismo, si fuera necesario.
- Cuando el terreno es poco consistente, paralelamente a los trabajos de avance, se realizarán los trabajos de sostenimiento del terreno.
- Debe mantenerse siempre una buena iluminación del frente.
- Durante la operación, ningún trabajador debe estar dentro del radio de acción de las máquinas.
- Las máquinas tendrán que ir dotadas de un sistema de dispersión de agua y de aspiración de polvo.
- Han de instalarse elementos de parada de seguridad en la maquinaria de ataque, en caso de detección de concentraciones bajas de oxígeno ambiental.

El contratista deberá establecer en su Plan de Seguridad un protocolo de control del ambiente en el interior del túnel, estación, etc. (puntos de medición a lo largo del túnel en función de trabajos y equipos, registro de valores, etc.), con el objetivo de asegurar en todo momento la salubridad del aire.

Asimismo, deberá recoger el correspondiente protocolo de comunicación - actuación- evacuación, cuando se sobrepasaran los valores límite en las concentraciones establecidas según legislación vigente sobre concentraciones mínimas de oxígeno en ambiente 21%.

4.1.6.4. Extracción de humos

Asimismo, los gases resultantes de una voladura suelen contener proporciones de óxidos de carbono, y de nitrógeno. Por esta razón, es necesario ventilar la zona antes de que entre personal sin equipos autónomos de respiración, ya que, en caso contrario se podrían producir intoxicaciones graves.

A falta de estudios de detalle, se puede estimar la composición de los gases de voladura según la tabla siguiente:

Gas	kg gas / kg explosivo
CO	0,016
CO ₂	0,164
NO ₂	0,004

En principio, el más tóxico que se genera en una voladura es el dióxido de nitrógeno, para el que la concentración admisible se encuentra en 15ppm.

Para determinar el tiempo necesario para que el tapón de humos haya quedado mezclado y diluido con el aire de aportación del sistema de ventilación, se debe tener en cuenta la longitud de tapón formada, la masa de explosivo empleada en la voladura, el caudal de ventilación, la concentración de gas inicial, y la concentración admisible que se adopta.

En general, se considera más adecuada la ventilación soplante que la aspirante ya que permite una limpieza más efectiva del aire situado en el frente de excavación. Asimismo, desde un punto de vista de las pérdidas de carga del sistema, es conveniente utilizar conductos de ventilación del mayor diámetro posible, compatibles con los movimientos de maquinaria, reducir el número de juntas en el tubo de ventilación, y utilizar variadores de frecuencia que ajusten el caudal de trabajo de los ventiladores, según vayan modificándose las necesidades de ventilación por efecto del incremento de longitud, o por la aparición de galerías transversales.

4.1.7. Instalaciones eléctricas

4.1.7.1. Alumbrado general

En el túnel se dispondrá de luminarias cada 15m, estancas y antideflagrantes, debido al riesgo de encontrar gas inflamable.

Las áreas de trabajo o mantenimiento dentro del túnel, deben balizarse con elementos luminosos en ambos sentidos (balizas luminosas). Este balizamiento se dispondrá a una distancia de seguridad, teniendo en cuenta la distancia de frenado de los trenes.

4.1.7.2. Alumbrado de emergencia

Tanto en la tuneladora como en túnel, deben instalarse luminarias de emergencia, con una duración de 3 horas, para garantizar una correcta iluminación en caso de corte del suministro eléctrico.

En el túnel, una de cada tres luminarias será de emergencia. Serán revisadas cada mes por personal cualificado. Se contará con un grupo electrógeno de emergencia situado en el exterior del túnel.

4.1.7.3. Linternas

Se dotará a los operarios de la tuneladora de linternas portátiles para el caso de fallo conjunto de los sistemas de alumbrado general y de emergencia. Estarán situadas en los armarios de los equipos de emergencia que haya en la cola del back-up. También contarán con ellas los equipos de trabajo que se encuentren en el interior del túnel, así como las visitas.

4.1.7.4. Instalación eléctrica

Los cables nunca deben tocar el suelo ya que podrían ocasionar un accidente por electrocución. Estarán protegidos contra el agua y la humedad mediante perfil metálico o entubado.

4.1.7.5. Interruptores de emergencia

Todas las máquinas deberán contar con interruptores de parada de emergencia.

4.1.8. Circulación de trenes

Deberá establecerse un protocolo de circulación de trenes dentro del túnel, de manera que se conozca en todo momento las vías ocupadas a fin de evitar colisiones. Este protocolo tendrá en cuenta si dentro del túnel o en el back-up de la tuneladora se realizan cambios de vía.

4.1.8.1. Locomotoras

Irán provistas de un sistema de parada automática llamada "hombre muerto". Los trenes circularán a una velocidad no superior a los 10km/h.

La composición habitual de los trenes contará con un vagón para transporte de personal, debidamente señalizado para tal fin. Permitirá la instalación de una camilla para caso de accidente.

Estará provista de un circuito de TV con monitor en cabina y luz suficiente para que el maquinista pueda apreciar cualquier obstáculo que pueda aparecer en la vía. Las locomotoras y el último vagón dispondrán de placas reflectantes y rotativos luminosos.

4.1.8.2. Burladeros

En el caso de que la circulación por el túnel se realice por pasarela independiente de la vía y protegida, los burladeros solamente son necesarios para puestos de control de topografía situados en el hastial opuesto por el que discurra la pasarela.

4.1.9. Acceso al interior del túnel

Todas las zonas de acceso al túnel deberán estar en todo momento controladas, conociéndose el personal que se encuentra en el interior del mismo. Para ello se instalará un control de acceso en la entrada del túnel, que permita la identificación de todas personas que permanezcan en el frente del mismo.

4.1.10. Cámara de escape en tuneladoras

Se contará con las necesarias para poder albergar al personal de la tuneladora. Dispondrán de conexión a tubería auxiliar de ventilación, sistema de depuración del aire de dicha tubería y con suministro autónomo de oxígeno de las propias cámaras.

4.2. Formación

4.2.1. Descripción

Dado que las acciones personales que no implican una práctica diaria o periódica, como las asignadas a ciertas personas en el Plan de Emergencia, están expuestas a caer en el olvido, será necesario un Plan de Formación de las personas integrantes de los equipos de Emergencia y del personal en general.

Este Plan deberá contemplar, al menos, las acciones siguientes:

1- Se efectuarán reuniones informativas a las que asistirán los integrantes del Plan de Emergencia, en los que se explicará el Plan, entregándoles a cada uno de ellos un folleto con las consignas generales de Emergencia. Las consignas generales se referirán al menos a:

- Precauciones a adoptar para evitar las causas que puedan originar una emergencia.
- La forma en que deben informar cuando detecten una emergencia interior.
- La forma en que se les transmitirá la alarma en caso de emergencia.
- Información sobre lo que se debe hacer y evitar en caso de emergencia.

2- Los Equipos de Emergencia y sus jefaturas, recibirán la formación y adiestramiento que les capacite para desarrollar las acciones que tengan encuadradas en el Plan de Emergencia.

Al menos una vez al año se programarán cursos de formación y adiestramiento para los equipos y los responsables.

3- Se dispondrán carteles con consignas para informar al personal sobre actuaciones de prevención de riesgos y comportamiento a seguir en caso de emergencia.

En el caso de las personas que visiten el túnel se diseñará un "MANUAL DE SEGURIDAD Y EMERGENCIA PARA VISITANTES" en el cual se especifica los medios y medidas existentes en caso de situación de emergencia

4.2.2. Plan de formación del personal

4.2.2.1. Consideraciones generales

Es recomendable que en una obra de túneles en general, y si se trabaja con tuneladoras, en particular, el Plan de Formación del Personal tenga dos partes:

El "Curso General", a impartir a todos los operarios y mandos intervinientes en la obra.

“Curso Especial para situaciones de Emergencia” a impartir al personal especializado en cada trabajo.

Son aspectos fundamentales a considerar, además, de los siguientes:

- La acreditación de haber recibido el “Curso General” como la condición imprescindible para trabajar en la obra, cualquiera que sea la categoría laboral del interesado, y
- Exigir que en cada turno de trabajo exista un número mínimo de personas que hayan recibido el “Curso especial”, además del “Curso General”. Ese mínimo depende de la complejidad de la obra pero en un túnel no debe de ser menos de dos personas.

4.2.2.2. Contenido y Duración de cursos

Curso General

Debe referirse a los siguientes capítulos:

- Formas de apreciar el riesgo en la obra.
- Medidas específicas de seguridad.
- Situaciones de riesgo especial si lo hubiera.
- Situaciones de emergencia.

Ideas generales sobre primeros auxilios, evacuación del personal y lucha contra incendios.

El mínimo recomendable para un túnel es que este curso consista en dos sesiones lectivas de dos horas cada una con un máximo de alumnos de 20 personas por sesión.

Curso especial

Su contenido depende de la complejidad de la obra y de las situaciones especiales de riesgo si las hubiere. En concreto el Curso Especial se refiere a temas de:

- Primeros auxilios.
- Evacuación del personal.
- Lucha contra incendios.

Todos ellos en un nivel superior al impartido en el Curso General.

Es recomendable aplicar un mínimo de dos sesiones, de dos horas cada una, más las horas de práctica necesarias a impartir en grupos de menos de 10 personas.

4.2.2.3. Recomendaciones finales

El éxito del Plan de Seguridad y Salud de la obra dependerá en gran parte de la formación del personal, siendo fundamental seguir las siguientes recomendaciones:

- Exponer claramente las situaciones de riesgo potencial existente.
- Advertir de la imperiosa necesidad de respetar las medidas de seguridad en el túnel.
- Convencer de la importancia de colaborar en la detección de cualquier anomalía que se observe.

En una obra de túnel, la reiteración de los diversos aspectos generales de detalle del riesgo potencial no solo no es contraproducente si no que es la única forma de crear un conocimiento preciso del riesgo y la serenidad suficiente del personal para afrontarlo con total seguridad.

4.3. Coordinación con medios externos

Se mantendrán reuniones con el departamento de Bomberos. En estas reuniones se pedirá la colaboración y el asesoramiento para elaborar un Plan que se adecue a las verdaderas necesidades de obra.

En la misma línea, se invitará al personal del departamento a visitar la obra y comprobar “in situ” la verdadera dimensión de las instalaciones y de las posibles situaciones de emergencia que se pueden llegar a dar.

También, se definirán los medios de actuación necesarios por parte de los bomberos para su utilización en caso que la situación de emergencia derive a activar el Plan de Emergencia Exterior.

4.4. Simulacros de emergencia

El simulacro tiene como objetivo familiarizar a todo el personal que trabaja en el interior de los túneles, en la forma de actuar en las diferentes situaciones de emergencia diseñadas.

Para que el simulacro sea efectivo al 100%, es necesario que todos los turnos de ambos túneles formen parte de un simulacro como mínimo, garantizando así una mejor actuación por parte de los trabajadores en una situación de emergencia.

Los simulacros se realizarán con una periodicidad semestral. Se comunicará a los bomberos la realización de los simulacros por si estuvieran disponibles para participar en los mismos.

4.5. Servicios de emergencia

Médico

Debido a las características de la obra, se requiere tener a disposición de los trabajadores un médico con capacidad para intervenir en situaciones de urgencia. Lo más importante es que el accidentado sea correctamente diagnosticado y estabilizado.

Será necesario, disponer de ambulancia, en los centros de trabajo alejados de centros asistenciales.

Además del médico, se dispondrá de forma permanente en la obra de un enfermero.

Dispositivos de atención a familiares

Esta medida consiste en establecer los medios adecuados para atender e informar a los familiares de las personas involucradas en una situación de emergencia.

Para ello, se establecerá un protocolo de actuación en el cual se describirá el procedimiento a seguir y las personas encargadas de ser el nexo de unión entre la obra y las familias afectadas.

Dicho dispositivo de atención a los familiares conlleva una infraestructura consistente en:

- Sala correctamente acomodada para la atención.
- Mobiliario adecuado.
- Teléfono de comunicación, con línea independiente.

Listado de principales teléfonos de emergencias

Aun así, todos los trabajadores deberán conocer los teléfonos principales de los centros asistenciales y emergencias más próximos a la obra, que el contratista recabará en su plan de seguridad y salud, tales como emergencias, bomberos, policía local y nacional y hospitales cercanos.

	CENTRO DE SALUD	2655120 2641871 2640626
	HOSPITAL	2614454 2648093 2654298
	POLICIA NACIONAL	101
	BOMBEROS	102

4.5.1. Equipos de respiración

4.5.1.1. Autorescatadores 30/100

Estos equipos de respiración se ubicarán en la tuneladora y en el control de acceso, de tal forma que se asegura que todo el personal que se encuentre desarrollando su trabajo en los túneles tenga acceso a un equipo.

Estos autorescatadores tienen como función facilitar el oxígeno necesario a cada usuario, para poder realizar una evacuación en condiciones ambientales desfavorables de una manera efectiva.

Los equipos autónomos respiratorios de oxígeno químico son muy adecuados para áreas donde pueden aparecer concentraciones de sustancias peligrosas o deficiencia de oxígeno.

Son equipos respiratorios de circuito cerrado que generan oxígeno mediante una reacción del aire exhalado con la sustancia química. La sustancia reacciona con la humedad y el dióxido de carbono del aire exhalado, liberando oxígeno puro que llena la bolsa respiratoria de la cual el aire con oxígeno se exhala de nuevo. El dióxido de carbono del aire exhalado se elimina sin utilizar medios auxiliares adicionales.

El suministro de oxígeno se controla por la respiración. Cuanto más bajo es el ritmo respiratorio, menos oxígeno se genera y mayor es el tiempo de servicio del aparato. Si el usuario está en reposo el tiempo de servicio es más dilatado. En cualquier caso, el tiempo mínimo de uso en caso de emergencia será de 35 minutos.

El equipo está diseñado para llevarlo en el cinturón o al hombro con atalaje, puede ser colocado en segundos y suministra oxígeno en el escape o mientras espera su rescate.

4.5.1.2. Equipo Autónomo de Respiración

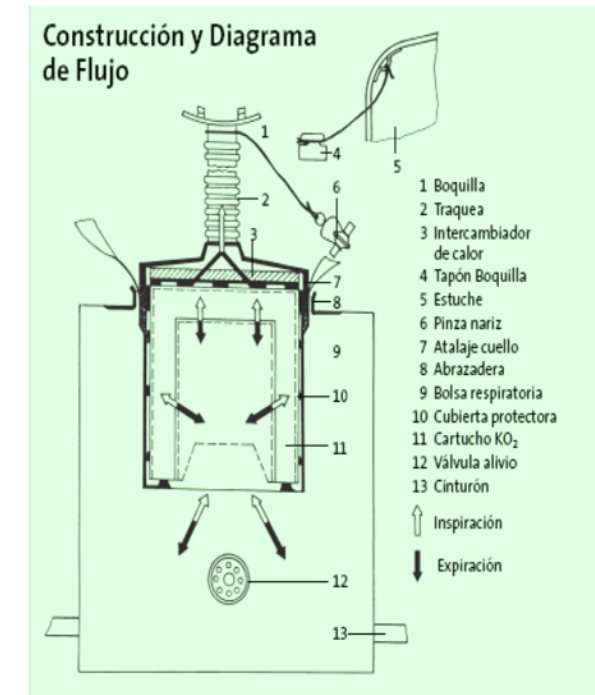
La actuación del Equipo de Primera Intervención en situaciones de atmósfera irrespirable hace necesario la utilización de Equipos Autónomos de Respiración de larga duración 3-4 horas.

4.5.1.3. Cinturones

Cada autorescatador dispondrá de un cinturón para poder transportar el equipo de una manera adecuada.

4.5.1.4. Recargas de los Autorescatadores

Una vez utilizados los autorescatadores, serán enviados para su reposición.



4.5.2. Otros

4.5.2.1. Camillas

Se contará con una en el pozo de ataque, otra en la tuneladora y otra en el vagón de personal.

4.5.2.2. Cojines elevadores

Estos equipos estarán formados por dos cojines que mediante un proceso de hinchado con aire comprimido, es capaz de levantar objetos de 12 y 40 Tn respectivamente. Su funcionalidad es elevada ya que en caso de emergencia (atrapamiento, derrumbe, etc..) puede ser utilizado en cualquier sitio, tuneladora, obra exterior etc.. no dependiendo de equipos de mayor tamaño y menor versatilidad.

4.5.2.3. Auditorías externas de seguridad.

Se realizarán semestralmente auditorías externas de seguridad. Estas auditorías serán realizadas por empresas homologadas y totalmente independientes.

4.5.2.4. Supervisión de medidas de seguridad.

Se verificará por parte del contratista el cumplimiento de las medidas de seguridad, elaborándose unas fichas de supervisión que serán entregadas al Equipo de Fiscalización.

4.5.2.5. Otros Incidentes.

Se harán evaluaciones de los diferentes riesgos que puedan suceder en el túnel y la tuneladora, y de las medidas preventivas oportunas. Se relacionarán todos los medios existentes en la obra vinculados con dichos riesgos, de manera que dichos medios se encuentren permanentemente a disposición de la obra.

5. INFORMACIÓN ÚTIL PARA TRABAJOS POSTERIORES

Se entiende por trabajos posteriores los propios de reparación, conservación y mantenimiento de la totalidad de la infraestructura construida en sí misma y de sus instalaciones una vez entregada.

El Contratista desarrollará un documento final de obra en el que incluirá las informaciones útiles derivadas de la ejecución real de la obra entre las que se encontrarán por ejemplo puntos de anclaje seguros, protecciones colectivas (barandillas, escalas, escaleras...).

Con carácter mínimo el Contratista tendrá en cuenta los accesos y puestos de trabajo seguros en colaboración con el titular de la obra y/o de las empresas de mantenimiento y conservación, como quiera que a priori es muy difícil prever estas situaciones, será el Contratista quien en las diferentes fases de obra las plantee y estudie.

Será necesario con la finalización de las obras, recoger en el Plan de Seguridad, toda aquella información que pueda resultar necesaria para el correcto desarrollo de los citados trabajos posteriores; por ejemplo: puntos de anclaje seguros, protecciones colectivas (barandillas, escalas, escaleras manuales, etc....).

Con ello deberán facilitarse tanto las futuras labores de conservación, mantenimiento y reparación de los elementos constituyentes de la obra, como, llegado el caso, futuras modificaciones en la obra primitiva.

Además de los riesgos específicos de cada actividad, las labores de reparación, conservación y mantenimiento futuro de la infraestructura ferroviaria la realizan continuamente brigadas de operarios que realizan su trabajo a pie de vía, en muchos casos sin corte de servicio de trenes por lo que existe el riesgo añadido, aparte del de la actividad en concreto del atropello por trenes en los lugares de trabajo o vigilancia de vía.

En presencia de circulación se tendrá en cuenta la normativa existente al respecto.

Todo este desarrollo servirá como punto de partida en el contrato futuro de mantenimiento de la superestructura y accesos, donde se deberá concretar aspectos tales como los futuros trabajos a distinto nivel, sus accesos y la definición concreta de puntos de anclaje y líneas de vida, así como las instalaciones que puedan generar riesgos para estos trabajadores.

Prácticamente todos los trabajos de mantenimiento de la obra terminada serán en el interior del túnel, estaciones y en sus accesos –pozos–, para lo cual la empresa mantenedora deberá redactar en base a lo establecido en este proyecto de infraestructura como en los demás proyectos de superestructura el correspondiente plan de emergencia.

6. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

6.1. Descripción de la obra

El objeto del presente proyecto se concreta en la definición de obras desde su vertiente preventiva, correspondientes a la línea 1 del Metro de Quito, que discurre de norte a sur de la ciudad, desde las inmediaciones de la Terminal de autobuses de Quitumbe hasta el aeropuerto de El Labrador, en el extremo norte de la ciudad.

Estas obras se basan fundamentalmente en:

- Infraestructura necesaria para la explotación de la línea mediante la circulación de trenes sobre vías de ancho 1.435 mm, incluyendo túnel, estaciones, pozos de ventilación, obra civil para los cuartos de transformación, pozos de bombeo, instalaciones para evacuación de emergencia, etc.
- Arquitectura, decoración, iluminación, abastecimiento y saneamiento de estaciones (escaleras mecánicas, ascensores, instalaciones del PCL, equipos de ventilación y mobiliario en vestíbulos solamente se estudian para el dimensionamiento de la infraestructura, pero no se contempla su instalación en este proyecto).
- Instalaciones para el alumbrado del túnel y para el bombeo de las aguas que recoja la infraestructura.
- Superestructura de vía.
- Reposición de servicios y desvíos de tráfico.
- Medidas protectoras y correctoras del impacto ambiental, así como de protección del patrimonio arqueológico

6.1.1. Trazado de la vía

El trazado definido responde a los criterios geométricos establecidos y a los condicionantes debidos a aspectos tales como:

- La situación de las estaciones.
- Las características geotécnicas del terreno.
- Los aspectos funcionales, tales como facilitar el acceso desde el exterior de los usuarios del sistema Metro, disponiendo los andenes lo más superficiales posible.
- La estructura urbana.
- Los servicios existentes
- Las actuaciones previstas en el entorno

El diseño en planta y alzado de la Línea 1, así como sus parámetros geométricos se desarrollan en los anejos correspondientes del presente proyecto.

Los aparatos de vía, siempre que sea posible, se dispondrán en planta sobre alineaciones rectas, y en alzado, sobre una alineación de pendiente constante.

6.1.2. Estaciones

Se han definido 15 estaciones y se situarán sobre recta en planta, y con pendiente nula en alzado. Se han definido además 5 zonas de reserva para ubicación de estaciones, en caso necesario de que en un futuro los requerimientos funcionales y de explotación de la línea así lo requieran.

En el anejo correspondiente se realiza una descripción básica de las principales características de cada una de las estaciones, quedando definidas y ubicadas a lo largo de la línea según el cuadro siguiente:

ESTACIÓN	PK inicio	PK fin	Longitud (m)
1. Estación Quitumbe	10+000,00	10+140,77	140,77
2. Estación Morán Valverde	11+920,35	12+102,27	181,92
3. Estación Solanda	14+094,19	14+257,38	163,19
4. Estación El Calzado	15+158,95	15+315,14	156,19
5. Estación El Recreo	16+834,01	16+964,09	130,08
6. Estación La Magdalena	18+695,19	18+829,38	134,19
7. Estación San Francisco	21+397,15	21+518,05	120,90
8. Estación La Alameda	23+310,63	23+469,23	158,60
9. El Ejido	24+202,89	24+409,09	206,20
10. Estación Universidad Central	25+456,25	25+589,19	132,94
11. La Pradera	26+631,16	26+771,66	140,50
12. Estación La Carolina	27+559,26	27+699,01	139,75
13. Estación Iñaquito	29+085,47	29+222,57	137,10
14. Estación Jipijapa	30+452,74	30+591,43	138,70
15. Estación El Labrador	31+557,85	31+698,90	141,05

6.1.3. Túneles

El proyecto constructivo incluye obviamente la interconexión de las estaciones entre sí mediante túnel. Éste se ejecutará dependiendo de la zona donde se encuentre (urbanización, arqueología, geología etc) mediante distintos métodos constructivos:

Los métodos seleccionados son los siguientes:

- Túnel excavado en mina mediante el método tradicional
- Nuevo método austriaco NTAM
- Excavación y revestimiento mecanizado: Tuneladoras TBM

Cuando no es posible la ejecución mediante tuneladora, se muestran muy adecuados los métodos convencionales de excavación en su configuración ya clásica basada en el principio de ejecutar pequeñas excavaciones de avance que se van entibando y recreciendo sucesivamente.

La excavación mediante el método tradicional tiene, no obstante, los inconvenientes de que se requiere un mayor número de mano de obra con “oficio” que en el caso de la excavación mecanizada, lo que supone que, si hay que abrir varios frentes simultáneos, puede ser difícil encontrar suficientes operarios con esa experiencia.

Por otra parte las condiciones de seguridad para los operarios no son las mismas que las que proporciona una excavación con tuneladora. Es casi obligado recurrir al sistema tradicional de excavación cuando hay que ejecutar túneles de geometrías complicadas, de gran sección o para tramos de longitud de escasa entidad.

6.1.4. Pozos de ventilación, bombeo y salidas de emergencia

Los distintos pozos, necesarios para la explotación de la infraestructura proyectada, se han distribuido a lo largo del trazado con los siguientes criterios:

- **Pozos de ventilación:** Se emplazan en las proximidades del punto medio entre dos estaciones. Mediante una galería de 14 metros de longitud para alojamiento de equipos, se comunica el túnel con un pozo vertical de al menos 32 m² de sección libre.
- **Pozos de bombeo:** Se localizan en los puntos bajos del trazado o bien en aquella zona donde, de no colocarse, el caudal recogido en el punto bajo sería tanto que obligara a crear aljibes de dimensiones excesivas. La capacidad de éstos se diseña para una hipotética parada en el funcionamiento de las bombas de 4 horas.
- **Salidas de emergencia:** Se disponen en interestaciones cuando la distancia entre piñones es superior a 1.000 m, recomendándose una distancia entre ellas del orden de los 500 m. No se emplazarán a menos de 100 m de los pozos de ventilación y deberán evitarse, siempre que sea posible, recorridos en evacuación de más de 500 m con humos en el túnel.

Como criterio general, allí donde se ha podido se ha integrado en un mismo pozo la función de salida de emergencia y la de bombeo, de modo que a la vez que se economiza, se minimiza la afección en superficie.

6.1.5. Superestructura

Los tramos que forman la infraestructura en los que se monta vía son:

- Túnel de línea entre el pK 10+000 y el pK 32+052,68
- Túnel de acceso a cocheras entre el pK 9+409,40 y el pK de inicio del túnel 10+000

Los túneles de línea y acceso a cocheras se montan sobre vía en placa (tipo adherizada), excepto el tramo del túnel de acceso a cocheras ejecutado a cielo abierto que se realiza con vía con traviesas sobre balasto.

El sentido de circulación en la vía es por el carril derecho. La vía derecha según avance de PK se denomina vía 1 (lado instalaciones) y la izquierda vía 2 (lado energía).

En total en el túnel de línea y de acceso a cocheras se proyectan 4 bretelles, 11 diagonales y dos desvíos. Todos los aparatos de vía se disponen en recta en planta y en alzado sobre alineaciones de inclinación nula.

La posición de los aparatos es la siguiente:

- En las dos estaciones cabecera, Quitumbe y El Labrador se disponen a la entrada y salida dos dobles diagonales (bretelle).
- En las estaciones de El Recreo y San Francisco se disponen diagonales a la entrada y salida de cada estación.
- En las estaciones de Morán Valverde, Solanda y La Magdalena, se sitúan diagonales a la entrada.
- En las estaciones de La Alameda, Universidad Central, La Carolina y Jipijapa se sitúan diagonales a la salida.
- En el fondo de saco de El Labrador se sitúan dos desvíos.

6.2. Procedimiento constructivo. Generalidades.

Para la selección del método más adecuado a adoptar, se han tenido en cuenta las siguientes prioridades, que se resumen a continuación:

- Máxima seguridad para los trabajadores.
- Máxima seguridad para los edificios y otros elementos en la superficie del terreno.
- Mínima ocupación en superficie.
- Las consideraciones de coste o de plazo no deben pesar sobre las de seguridad y calidad.

Asimismo, de modo genérico los principales condicionantes que influyen en la selección del sistema constructivo de cualquier excavación subterránea son los siguientes:

- Seguridad de la obra durante la construcción y después de ella.
- Impacto ambiental y ocupación en superficie. Afecciones a edificios e instalaciones y al tráfico durante la ejecución de las obras.
- Trama urbana y características de las edificaciones existentes en el entorno de la obra.
- Servicios existentes e infraestructuras existentes en el entorno de la obra.
- Condicionantes constructivos.
- Aspectos funcionales de la propia infraestructura. Necesidad de galerías de acceso e instalaciones.
- Profundidad de las excavaciones.
- Geometría del trazado en planta y perfil.
- Secciones de excavación.
- Hidrogeología. Posibles afecciones a acuíferos
- Características tenso-deformacionales del terreno.
- Capacidad de adaptarse a condiciones desfavorables (previsibles o imprevistas) en el recinto de la estación: niveles freáticos, rellenos antrópicos, suelos o rocas de dureza variable, etc.

Un aspecto fundamental a tener en cuenta en el diseño del trazado y de los sistemas constructivos es la influencia sobre las estructuras y edificaciones existentes en la banda de subsidencia asociada a la excavación, compatibilizando la adecuación del trazado para conseguir una óptima accesibilidad a los recintos de estaciones, con los requerimientos de recubrimiento necesarios para garantizar una influencia admisible de las excavaciones por los elementos del entorno.

Según el procedimiento constructivo seleccionado se ha considerado el establecimiento de un sistema de auscultación, sencillo, preciso y eficaz que permita controlar tanto el comportamiento de la propia obra en todas sus fases como el grado de influencia en el entorno, para asegurar su adecuación a las hipótesis y modelos de cálculo.

Para mantener los movimientos dentro de rangos de valores admisibles por los elementos presentes en el entorno es necesario actuar, entre otros factores, sobre los procesos constructivos, en particular en el caso de las tuneladoras sobre los parámetros de funcionamiento del equipo que inciden más directamente en el fenómeno (en particular en el control de presión en el frente y el relleno del gap), además de verificar la eficacia de las medidas de protección previstas en Proyecto, tales como pantallas o elementos interpuestos a modo de barrera de protección o tratamientos del terreno.

6.3. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra

El plazo de tiempo estimado para la ejecución de las obras es de 36 meses.

Se estima que la parte correspondiente al coste de la mano de obra es de un 17,5 % del Presupuesto de Ejecución Material y que la asistencia en el mes de máxima actividad laboral es del orden de 1,5 veces el valor correspondiente al mes medio.

El coste medio mensual de los operarios se puede estimar basándose en un coste salarial medio del orden de 15 \$/hora.

Con todo ello se prevé una media de 1850 trabajadores.

6.4. Cronograma de obra

En el anejo nº 26: Plan de Obra, se determina mediante el cronograma de obra, la secuencia lógica de las actividades a ejecutar y la posible simultaneidad entre ellas.

Esta simultaneidad de actividades resulta vital para poder intuir con antelación una posible concurrencia de trabajos en algún tajo específico -conllevando la necesidad por parte del contratista de presencia efectiva de recursos preventivos en éstos-, o bien una reordenación de la secuencia de actuación en un determinado momento de la obra.

En su elaboración se han tenido en cuenta las actividades a realizar, las mediciones de las unidades más importantes, así como los condicionantes propios del emplazamiento de las obras. La programación se ha realizado considerando una secuencia razonada en cuanto a disponer de unos recursos más o menos constantes en el plazo previsto, sin producir excesivas e injustificadas puntas de mano de obra o maquinaria.

Aun así, el contratista deberá incluir su propio cronograma de los trabajos en el desarrollo del Plan de Seguridad y Salud, así como la definición de las medidas preventivas a adoptar para evitar los riesgos en la simultaneidad de actividades en el mismo espacio tiempo.

7. RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN

7.1. Riesgos y medidas preventivas generales de obra

7.1.1. Introducción

Se recogen en este apartado las consideraciones generales a tener en cuenta para la seguridad general de todo el personal de la obra, proveedores y visitas, teniendo en cuenta los riesgos inherentes a la permanencia en una obra de estas características, no derivados de la ejecución de un trabajo concreto.

En particular, se refieren aquí las medidas preventivas generales a adoptar en todo el ámbito de la obra en lo referente, definición de las áreas de acopio, definición de zonas de circulación de vehículos y peatones, protecciones colectivas generales, etc.

En primer lugar, en el siguiente punto, se relacionan una serie de normas de obligado cumplimiento por parte de todas las personas y vehículos que circulen por las obras.

7.1.2. Normas generales de comportamiento

El Contratista en su Plan de Seguridad elaborará unas fichas con las normas generales de comportamiento de personas y vehículos dentro del recinto de obra, pensada para repartir entre todos las personas de la obra, registrando su entrega por parte del empresario de cada trabajador, debiendo hacer llegar a la contrata una copia del registro de su entrega para poder autorizar su entrada en las obras. Ver apartado 3.2. Control de Accesos de esta memoria.

Entre las normas mínimas figurarán:

- Firmar el registro de entrega de cualquier documento de formación-información en materia de Seguridad y Salud en el trabajo, siempre que esté escrito un idioma por él comprensible.
- El uso obligatorio de ropa de trabajo adecuada, (pantalón largo, camisa o camiseta).
- El uso obligatorio de calzado de seguridad.
- El uso obligatorio de chaleco de alta visibilidad, salvo en momentos en que el trabajador realice tareas con exposición a llamas o material incandescente.
- El uso obligatorio de casco de seguridad en zonas con suspensión de cargas, trabajos en el interior de zanjas, trabajos en altura, junto a la parte inferior de desniveles del terreno, así como dónde se ordene y señalice por parte de la empresa contratista.
- Portar en lugar visible la tarjeta de control de accesos personal. Presentarla en el momento que se lo requieran los mandos de la obra, de su línea de subcontratación, contratistas
- En caso de ser visita de ir siempre acompañado del Contratista.
- No permanecer en el recinto de obra si no dispone de la tarjeta de control de accesos.
- Conocer los métodos (procedimientos) de trabajo diseñados por la Contrata principal, para la realización de las tareas que se le encomienden y sus normas de seguridad y salud que figuran en el Plan de Seguridad y Salud y dar cumplimiento de todo ello.
- Negarse a cumplir órdenes si estas suponen un incumplimiento del Plan de Seguridad y Salud.
- Conocer a su inmediato superior jerárquico, de quien dependen los trabajos que realice, sea o no de su empresa.
- Conocer al Recurso Preventivo encargado de su tajo, y no trabajar en su ausencia en caso de que se presenten algunos de los siguientes riesgos:
 - Riesgo de sepultamiento por derrumbe de zanjas o taludes.
 - Caída en altura de 2 metros o más, por desniveles del terreno, huecos o taludes no protegidos con barandillas.
 - Presencia de agentes químicos o biológicos contaminantes como:
 - o Presencia de tuberías o materiales de fibrocemento.

- Actuaciones en interior alcantarillado de aguas negras en servicio, o el mismo recientemente suspendido.
 - Cercanías de líneas eléctricas de alta o media tensión.
 - Riesgo de explosión.
- Cumplir las advertencias del operario del densímetro in situ y alejarse fuera del radio de acción que éste le marque en cada momento.
- Advertir a sus compañeros de sus desplazamientos por la obra, siempre que tenga que hacerlos sólo.
- No trabajar en ningún tajo en solitario sin conocimiento de sus superiores jerárquicos.
- Realizar los desplazamientos peatonales por los caminos marcados al efecto.
- Cumplir con la señalización de las obras.
- No acceder a tajos distintos de los asignados, especialmente los señalizados con restricción de accesos.
- Circular a no más de 30 km/h.
- Identificarse a la entrada a la obra.
- Conducir los vehículos por las zonas habilitadas para ello.
- No permanecer en el radio de acción de la maquinaria.
- Atender las órdenes de los señalistas en las maniobras.
- No iniciar maniobras de maquinaria o vehículos sin la asistencia de un señalista en caso de mala visibilidad.
- Nunca iniciar o continuar con vehículo alguno la maniobra de marcha a tras sin la total certeza de la ausencia de personal susceptible de ser atropellado.
- Cumplir las órdenes de sus superiores y del personal de la contrata principal.
- Dirigirse con decoro y respeto en todo momento al resto de personas de la obra.
- Estacionar los vehículos en los lugares habilitados al efecto. Incluso en las paradas dentro de la obra.
- Conocer los puntos de reunión en caso de emergencia y las señales de evacuación.
- No obstaculizar las vías de evacuación y emergencia.
- Colaborar con los responsables de las medidas de emergencia.
- No permanecer bajo cargas suspendidas.
- Denunciar ante sus superiores jerárquicos de su empresa, de la empresa contratista y ante los Recursos Preventivos, las deficiencias en materia de Seguridad y Salud.
- Mantener en buen estado la ropa de trabajo, los equipos y elementos de protección colectiva (barandillas, pasarelas, redes de protección, líneas de vida, cintas y cordones

de balizamiento, etc, no anulando nunca ninguno sin permiso de su superior jerárquico) y los equipos de protección individual (casco, botas de seguridad, arnés, gafas protecciones auditivas, guantes, etc, desechando los que se hayan deteriorado por uso y desgaste, solicitando su sustitución).

7.1.3. Ordenación del tráfico por el interior de la obra

La ejecución de la obra requiere de la coexistencia de tráfico rodado y personal cuya circulación se efectúa a pie; es por ello que la circulación interior se considera un factor primordial en este Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, pues los riesgos que conlleva la interferencia entre estas circulaciones son elevados.

El tráfico en el interior de la obra se hará siguiendo las siguientes consideraciones:

- El trazado de las vías de circulación estará señalizado, estableciéndose y señalizándose, asimismo, las velocidades máximas de circulación. En la obra la máxima velocidad admitida se limitará a 30 km/h, o a la velocidad indicada en lugares específicos, debiendo disminuirse siempre que la visibilidad de los trabajadores resulte perturbada (polvo, elementos, etc.).
- Los trabajadores que se desplacen a pie deberán usar siempre chalecos y demás elementos reflectantes para posibilitar que los maquinistas puedan siempre localizarlos.
- En caso necesario se dispondrá de señalista que organice la circulación en el interior de la obra.
- Los camiones y otros vehículos de carga, contarán en sus rampas, antes de acceder al tráfico exterior, con un tramo horizontal de terreno consistente, de longitud no menor de vez y media la separación entre ejes, ni menor de 6 metros. El ancho mínimo de las rampas provisionales para el movimiento de vehículos y máquinas en la obra será de 4,5 metros, ensanchándose adecuadamente en las curvas, y sus pendientes no serán mayores de 12% y 8%, según se trate de tramos rectos o curvos. En cualquier caso, se observarán las previsiones establecidas en el Plan de Seguridad y Salud, en que se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos a utilizar efectivamente en la obra.
- Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parada inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica, a cuyos efectos se comprobará la existencia de bocinas en todas las máquinas, a su llegada a obra. Cuando el movimiento sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro trabajador en el exterior del vehículo. Se extremarán estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo o se entrecrucen itinerarios. Todo vehículo o maquinaria de obra dispondrá de señal acústica marcha atrás.
- Cuando, en el curso de la obra, se suprima o sustituya una señal de tráfico, se comprobará que el resto de la señalización esté acorde con la modificación realizada o se repondrá, en su caso el estado adecuado.
- La señalización definida en párrafos anteriores será acorde con la legislación vigente.

- Se delimitará la zona destinada a peatones separada de la de circulación de vehículos. La anchura mínima de paso para peatones de 0,80 m y recomendable de 1 m. Cuando existan cruces de vehículos será conveniente que se dispongan señalistas para regular el tránsito.
- Para evitar que los vehículos de movimiento de tierras caigan en excavaciones o por taludes, las zonas de circulación deberán situarse a una distancia de la excavación tal que se evite su caída por la misma. Ante la posibilidad que el vehículo se desvíe de la zona de tránsito, se implantará una señalización ubicada a una distancia tal de la antedicha zona que posibilite la parada de vehículos en las condiciones más desfavorables.
- Especial mención merece, dentro de este punto de vías de circulación, los casos en que estas son interceptadas por líneas eléctricas aéreas. En el hipotético caso de que alguna línea no haya sido identificada en el proyecto, y ésta pueda afectar a la seguridad de la obra, será necesario desviarla fuera del recinto o dejarla sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizará una señalización de advertencia y una protección de limitación de altura.

7.1.3.1. Circulación peatonal y de vehículos ajenos a la obra.

El recinto de la obra o de los tajos de trabajo correspondientes a la misma estarán perfectamente delimitados mediante vallado perimetral o balizado de toda su área de influencia, susceptible de ser franqueada por personal o vehículos ajenos a la obra.

Las señales de tráfico deberán ajustarse, en cuanto a su distribución y características, a lo establecido para obras en la legislación vigente.

Todos los accesos a la obra dispondrán de las señales de seguridad normalizadas.

Los obstáculos situados en las inmediaciones de la obra deberán estar adecuadamente balizados y señalizados.

Se contratará un Seguro de Responsabilidad Civil de la obra.

7.1.3.2. Circulación del personal de obra.

Las conducciones y otros elementos situados a una altura inferior a 1,80 m., situados sobre los lugares de trabajo, habrán de estar adecuadamente señalizados, para evitar choques contra ellos.

No se habilitarán como zonas de paso, zonas cuya anchura entre paramentos verticales sea inferior a 0,60 m.

Las zonas de paso que deban superar zanjas y desniveles deben disponer de pasarelas con barandillas sólidas y completas.

Las zonas de paso deben estar permanentemente libres de acopios y obstáculos.

Los puntos de previsible caída de objetos desde tajos superiores, así como las zonas de peligro por evolución de máquinas en movimiento, deben permanecer perfectamente acotadas mediante balizas y señalización de riesgo.

Los huecos horizontales o verticales con riesgos de caídas de altura de personas u objetos, deben estar condenados, protegidos o, como mínimo, señalizados.

Todas las zonas de paso del personal estarán dotadas de iluminación suficiente.

7.1.3.3. Circulación de vehículos de obra.

Previo al establecimiento definitivo de zonas de paso para vehículos de obra, se habrá comprobado el buen estado del firme, especialmente en lo relativo a terraplenes, rellenos y terrenos afectados por la climatología.

Los cables eléctricos y mangueras no deben verse afectados por el paso de vehículos, acudiendo si es preciso a la canalización enterrada o mediante una protección de tabloneros al mismo nivel o, en su defecto, procediendo a realizar una conducción elevada a más de 3 m. de altura.

Los circuitos de circulación del personal y de vehículos de obra deben estar perfectamente definidos y separados.

Las excavaciones al descubierto, próximas a zonas de circulación de vehículos de obra, estarán sólidamente protegidas con rodapiés, tierras de excavación o canaleta, situados a 1 m del perímetro del hueco.

Delimitar los recintos y realizar cerramientos para impedir el acceso libre de personas ajenas.

De acuerdo con las características de la obra, establecer accesos diferenciados y señalizados para personas y vehículos.

Si hay accesos a distintos niveles se dispondrán escaleras con barandillas y peldaños adecuados.

Prever con la debida señalización y sin obstáculos los accesos a las diferentes instalaciones auxiliares de la obra.

7.1.4. Zonas de acopio

Se procurará que la superficie destinada a tal fin sea la mayor posible y siempre cubierta por el barrido de la grúa instalada o grúa móvil autopropulsada situada en el lugar previamente establecido.

Serán de fácil acceso para los vehículos de transportes de materiales (portapalets, o similar) y el acceso estará restringido únicamente a personal autorizado.

Los viales internos estarán señalizados como tales e interferirán lo menos posible con el normal desarrollo del resto de actividades de la obra. A este respecto es conveniente proceder a la señalización de la limitación de velocidad por pequeños que sean los recorridos.

Del mismo modo se procederá a instalar los sistemas de iluminación provisional que garanticen la visibilidad suficiente tanto a lo largo de toda la jornada.

Se realizará un plan de circulación donde se definan sentidos y recorridos, para todas las zonas de acopio.

No se ubicarán acopios de material definitivos (durante toda la obra) o provisionales (descargas puntuales) sobre o en las proximidades de salidas de emergencia de los túneles ni se entorpecerán las vías de evacuación hacia un lugar seguro.

7.1.5. Riesgos generales

Una vez definidos los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la obra, hay dos tipos de riesgos: los que puedan ser evitados y los que no pueden eliminarse.

La evaluación que se define en la presente memoria, se refiere obviamente a aquellos riesgos que no han podido ser eliminados totalmente antes de formalizar este Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, y en él se establecen las medidas preventivas imprescindibles que tienden a su minimización (a desarrollar por la contrata en su posterior Plan de Seguridad y Salud).

Las principales zonas de riesgos generales en la obra son las siguientes:

- Todos los accesos a la zona de obra donde pueda existir tráfico de vehículos o personas ajenas a las obras.
- El propio tráfico interno de vehículos de obra también produce un riesgo importante dentro de la obra. En el Plan de seguridad se definirá la forma más adecuada de organizar el tráfico de vehículos y personal en los distintos tajos en función del sistema de trabajo que la contrata vaya a emplear, describiendo las medidas de protección, balizamiento y señalización necesarias en cada caso; lugares de entrada, salida y espera de los vehículos, zonas de acopios, etc.
- El túnel en ejecución, ya sea ejecutado por tuneladora, falso túnel entre pantallas, método austriaco, o en excavación bajo losa
- Los riesgos provocados por las distintas unidades constructivas de la obra, así como la interferencia entre las mismas y los servicios afectados.

De manera genérica los riesgos que pueden presentarse son:

- Atropello por máquinas y vehículos.
- Colisiones y vuelcos.
- Interferencias con líneas eléctricas.
- Polvo.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruidos.
- Erosiones y contusiones.

- Caídas de objetos.
- Afecciones a la piel.
- Proyección de partículas.
- Afecciones a la vista por soldadura.
- Salpicaduras.
- Quemaduras.
- Afecciones a las vías respiratorias.
- Asfixia por mala calidad del aire.
- Emanaciones de productos bituminosos, pinturas, disolventes, etc.
- Caídas a nivel y a distinto nivel.
- Golpes contra objetos.
- Heridas punzantes en pies y manos.
- Desprendimientos.
- Incendios.
- Explosiones.
- Vibraciones.
- Riesgos producidos por agentes atmosféricos.

7.1.6. Protecciones individuales

7.1.6.1. Protección de la cabeza.

- Casco de seguridad no metálico para todas las personas que trabajen en la obra y para los visitantes.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla autofiltrante. Filtros para mascarillas.
- Pantalla de seguridad contra proyección de partículas.
- Gafas de cristales filtro para soldador.
- Gafas para oxicorte.
- Pantalla de cabeza o mano para soldador
- Auriculares o tapones antirruído.

7.1.6.2. Protecciones del cuerpo

- Cinturón de seguridad de sujeción.
- Cinturón de seguridad de suspensión.

- Cinturón de seguridad de caída.
- Cinturón antivibratorio para martilleros o maquinistas.
- Monos o buzos de trabajo.
- Traje impermeable.
- Chaqueta de soldador.
- Mandiles de soldador.
- Chaleco reflectante.
- Chaleco salvavidas.

7.1.6.3. Protecciones de las extremidades superiores.

- Guantes de P.V.C. de uso general.
- Guantes de serraje de uso general.
- Guantes de cuero para manejo de maquinaria o útiles.
- Guantes de soldador.
- Manguitos de soldador.
- Guantes dieléctricos para electricistas.

7.1.6.4. Protecciones de las extremidades inferiores.

- Botas impermeables.
- Botas de seguridad para carga, descarga y manejo de materiales pesados contra riesgos mecánicos.
- Botas dieléctricas para electricistas.
- Polainas de soldador.
- Plantillas imperforables.

7.1.7. Protecciones colectivas

Se señalarán las zonas donde existan zanjas abiertas para impedir el acceso a ellas de todas las personas ajenas a la obra y se vallarán las zonas peligrosas, debiéndose establecer la vigilancia necesaria, en especial por la noche, para evitar daños al tráfico y a las personas que hayan de atravesar la zona de las obras.

Se colocarán barandillas resistentes para la retención de personas, siempre que se genere un desnivel superior a 2 metros de posible caída y sea posible su colocación con medios y materiales disponibles en el mercado. Tendrán 100 cm de altura, listón superior, intermedio y rodapié de 20cm. Los huecos entre listones y rodapié no excederán de 45 cm.

Se colocaran redes horizontales en los huecos siempre antes que sea necesario retirar barandillas provisionales de obra.

Si fuese necesario ocupar los accesos durante el acopio de materiales de obra, mientras dure la maniobra de descarga, se canalizará el tránsito de personas o vehículo por el exterior con protecciones a partir de vallas de separación y una señalización adecuada.

En cada uno de los accesos a la obra se colocarán señales bien visibles recordando la obligatoriedad del uso de las protecciones individuales.

Toda instalación o maquinaria eléctrica deberá disponer de toma de tierra.

En el caso de transportes que afecten a la libre circulación de vehículos, durante las maniobras de acceso a las zonas de obra, se designarán señalistas que dirijan las mismas.

El túnel en ejecución con tuneladora dispondrá de pasarela tipo tramex con barandillas, rodapiés y accesos cada 50 metros, para evitar caídas de personal peatonal por acumulación de lodos y agua.

7.2. Riesgos de materiales y productos más comunes

De los muchos materiales y productos que se manejan e intervienen en el proceso constructivo, unos no revisten riesgos apreciables para la salud de los trabajadores, sin embargo, otros sí generan riesgos y es necesario establecer las medidas preventivas necesarias para evitar lesiones y otros efectos perniciosos para la salud. A continuación se exponen las medidas de seguridad y salud que hay que adoptar para los materiales y productos más comúnmente utilizados en las obras de construcción:

7.2.1. Cemento

Produce lesiones en piel, ojos y vías respiratorias llegando en ocasiones a ser invalidantes. Los componentes del cemento reaccionan químicamente al fraguar produciendo irritaciones, quemaduras, llagas, úlceras y eczemas con procesos alérgicos importantes. Por vía respiratoria ocasiona lesiones bronquiales, por ingestión produce trastornos digestivos y úlceras gástricas.

Se adoptarán medidas que minimicen la emisión de polvo de cemento como la elección de un lugar de almacenamiento protegido y cubierto. Se utilizarán como E.P.I.:

- Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo
- Gafas que cubran completamente los ojos
- Mascarilla anti-polvo
- Botas impermeables
- Casco y gorro de cabeza

No se fumará ni se comerá durante su manipulación.

7.2.2. Cal

El mayor riesgo en el manejo y manipulación de la cal viene producido por un lado durante el proceso de descarga, almacenamiento y trasiego del producto (envasado en sacos o a granel), al entrar en contacto con la piel, produciendo en estos casos graves quemaduras y ulceraciones en las zonas de contacto.

Durante el proceso de apagado las quemaduras producidas por las salpicaduras de la lechada de cal suelen ser graves. La instalación de los gases y vapores que se desprenden durante esta operación producen también graves lesiones en las vías respiratorias.

La protección frente a estos riesgos derivados del uso de la cal pasan fundamentalmente por evitar tener alguna parte del cuerpo expuesta, utilizando ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo.

Es obligatorio el uso de:

- Guantes anti-cáusticos que cubran hasta el codo
- Mandil de cuero
- Botas de cuero
- Gafas que cubran completamente los ojos
- Pantalla facial
- Mascarilla con filtro para gases y vapores
- Casco de seguridad

Además, se tendrá siempre a mano agua y jabón para poderse lavar inmediatamente si se produce el contacto, se prohibirá fumar, comer o beber durante la exposición al producto. Durante el apagado, que se hará al aire libre, nadie se acercará a sus inmediaciones.

7.2.3. Aditivos químicos para hormigones

Son los productos destinados principalmente a fluidificar, acelerar, retardar, anticongelar, impermeabilizar o a curar hormigones y morteros de cemento mediante su adición al proceso de amasado.

Si hay contacto con estos productos, se pueden producir irritaciones en la piel adquiriendo mayor importancia cuando el contacto es con las mucosas de los ojos, boca y nariz.

Las medidas de prevención son:

- Conocer su ficha toxicológica y las recomendaciones del fabricante antes de su utilización.
- Si hay contacto, lavar con agua y jabón.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes de caucho.
- Gafas que cubran completamente los ojos.
- Pantalla facial.
- Aseo personal al terminar la aplicación.

7.2.4. Desencofrantes

Los desencofrantes se suelen diluir en agua, aunque a veces se usan concentrados. Estos productos aceitosos producen, al entrar en contacto con la piel y mucosas, irritaciones y alergias, más importantes cuanto más concentrado esté el producto.

Las medidas de prevención son:

- Conocer su ficha toxicológica y las recomendaciones del fabricante antes de su aplicación.
- Si hay contacto, lavar con agua y jabón.
- Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo
- Realizar la imprimación en ambientes bien ventilados.
- Guantes de caucho.
- Mascarilla de filtro para gases y vapores (FFA1P1).
- Gafas que cubran totalmente los ojos.
- Aseo personal al terminar la aplicación.

7.2.5. Yeso

Durante las operaciones de manipulación de sacos de yeso (descarga, transporte o apilado), es cuando más se agudiza el riesgo de inhalación de polvo de yeso y de contacto con la piel y mucosas. El yeso inhalado por vía respiratoria produce afecciones bronquiales que pueden llegar a ser graves cuando la inhalación es importante. Si entra en contacto con la piel, al humedecerse con el sudor, es cuando manifiesta claramente su agresividad dando lugar a irritaciones, grietas o llagas por desecación de la zona afectada, con posterior riesgo de infección. En contacto con las mucosas produce su irritación.

La medida preventiva de carácter general que ha de tenerse en cuenta es prever el lugar de almacenamiento de los sacos, evitando que sea en corrientes de aire y tapando el material almacenado para que no se produzcan ambientes pulvígenos.

Además, se usará:

- Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo.
- Guantes de caucho.
- Gafas que cubran completamente los ojos.
- Mascarilla anti-polvo.
- Aseo personal.
- Si hay contacto, lavar con agua y jabón.

7.2.6. Asbesto

El asbesto es un silicato fibroso, que al igual que el amianto, se usa en construcción como componente de multitud de productos, como placas de fibrocemento, aislantes, tuberías, etc.

Debido a la naturaleza físico-química de este mineral, su polvo se compone de finísimas agujas que constituyen como todo silicato un grave riesgo para la salud.

En las obras, el asbesto no aparece de forma aislada sino como constituyente de las placas de Uralita, tuberías de fibrocemento, etc. Las fibras de asbesto nos las vamos a encontrar como residuo pulverulento si se producen cortes, roturas o rozamientos de dichos materiales.

Las fibras de asbesto, al penetrar por vía respiratoria a los pulmones, se clavan a las paredes de los bronquios y bronquiolos causando graves insuficiencias respiratorias y enfisema pulmonar. Estas fibras, además, una vez alojadas en los pulmones, modifican su estructura dando lugar a cáncer de pulmón.

La concentración de fibras de asbesto respirables a partir de la cual se pueden manifestar los efectos cancerígenos es cada vez más restrictiva, no apreciándose a simple vista indicios de dicha concentración. Por tanto, hay que saber que un proceso de corte por vía seca de materiales con una composición intrínseca de asbesto, implica un grave riesgo no sólo para el operario que realiza dicha operación, sino para el conjunto de compañeros que se encuentra en el entorno.

Por tanto, todo trabajo en el que se entre en contacto con una atmósfera que contiene partículas de asbesto se le ha de dar un tratamiento especial y únicamente puntual. Como medida básica de prevención se realizarán las operaciones sólo por vía húmeda.

Es de todo punto imprescindible la utilización de ropa de trabajo desechable que cubra todo el cuerpo, así como guantes largos, gafas cerradas, mascarillas anti-polvo de filtros intercambiables y gorro protector de la cabeza.

Una vez realizados los trabajos, es muy importante el aseo personal, por lo que todos los trabajadores implicados y expuestos al polvo de amianto deberán ducharse y usar después ropa limpia. La ropa usada para este trabajo será desechada y nunca se llevará al hogar familiar para no trasladar allí el contaminante. El empresario es el responsable de su lavado y descontaminación.

Por último, se debe impedir el acceso accidental de terceros que no vayan protegidos adecuadamente a la zona de trabajos, así como prohibir comer, beber, fumar, etc. en dicha zona.

No obstante, es muy recomendable para evitar formar polvo con asbesto libre, no proceder a la demolición por medios mecánicos de las techumbres de Uralita, es decir, se deben desmontar, apilar y trasladar a su destino final antes de comenzar la demolición de las naves evitando su rotura.

Para la realización de trabajos con materiales constituidos por asbesto, se cumplirá a rajatabla las disposiciones vigentes.

7.2.7. Betunes

El betún como último producto de la destilación del petróleo, es el menos volátil y por tanto el que potencialmente tiene menos riesgo.

Su agresividad vendrá condicionada fundamentalmente por el uso que se destine y por tanto a su manejo y aplicación.

En forma de emulsión, su agresividad se manifiesta casi exclusivamente por el contacto con la piel, produciendo irritaciones e hipersensibilidad de contacto, agravando el riesgo cuando se limpia la zona afectada con productos más volátiles como petróleos o gasolinas.

En forma de láminas, el mayor riesgo es el que se deriva de las quemaduras por contacto con el betún fluidificado durante la fase de solape y soldeo, agravado por su gran inercia térmica.

Las agresiones que produce el betún son casi exclusivamente las derivadas del contacto con la piel, por lo que los equipos de protección individual se limitan con carácter general a ropa de trabajo y guantes. En situaciones extremas y por contacto continuo permanente se puede producir cáncer de piel.

7.2.8. Lana de roca

La lana de roca o de vidrio son unos productos fabricados a partir de roca o vidrio fundidos a altas temperaturas y posteriormente enfriados en forma de finísimos hilos con aspecto algodonoso y que tiene un alto poder de aislamiento.

A pesar de que las fibras que lo componen son elásticas, se producen en ellas muchas fracturas, lo que trae como consecuencia la emisión de infinidad de pequeñas fibras cristalinas las cuales tienen un alto grado de riesgo, tanto por su penetración en la piel con irritaciones e inflamaciones como por su introducción a través de las vías respiratorias en los pulmones, produciendo efectos similares a las fibras de asbesto y llegando a provocar en casos agudos cáncer de pulmón.

En principio se ha de tratar de minimizar los efectos que estos productos tienen sobre el ambiente en sus proximidades, eligiendo un lugar de almacenamiento en el que se eviten corrientes de aire y por tanto, fibras en suspensión.

La protección mediante los equipos de protección individual se garantiza utilizando ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, mascarilla de filtro mecánico, gafas y casco o gorro cubre cabeza.

Es de suma importancia el mantener un exhaustivo aseo personal, por lo que una vez concluido el trabajo, todos los trabajadores hipotéticamente expuestos, deben ducharse vistiéndose nuevamente con ropa limpia. Es muy aconsejable que la ropa de trabajo contaminada sea lavada en una primera fase en el centro de trabajo.

7.2.9. Poliuretano

El poliuretano proyectado es un producto que se utiliza como aislamiento térmico en la construcción y que se prepara y se aplica "in situ" mediante la adición de un elemento acuoso, lo cual provoca una reacción química de polimerización del poliuretano con gran emisión de gases y aumento de volumen, lo que hace que el producto final adquiera un aspecto esponjoso.

El riesgo que se genera en este proceso viene condicionado por la reacción química de la polimerización de los isocianatos y su duración.

Los efectos sobre el organismo de los isocianatos no polimerizados, en forma de gases y vapores desprendidos, se manifiestan mediante afecciones bronquiales y lesiones

pulmonares ya que la vía de penetración es la respiratoria por inhalación de dichos vapores, llegando en casos extremos a producir cáncer de pulmón.

Las medidas preventivas vienen condicionadas básicamente a un total aislamiento del cuerpo frente al contaminante mediante una ropa de trabajo adecuada y de cobertura total del cuerpo, así como la utilización de guantes, gafas, mascarilla facial con filtro específico para gases y vapores (FFA1P1) y gorro de protección de la cabeza. Se leerá su ficha toxicológica y las recomendaciones del fabricante antes de su utilización.

Una buena ventilación contribuye a eliminar en gran parte los riesgos descritos ya que la dilución del contaminante es mayor y por tanto disminuye su concentración, sin olvidar el mantener un exhaustivo aseo personal.

7.2.10. Maderas

La madera es un material imprescindible en las obras.

Hay maderas de origen tropical que llegan a tener un alto grado de toxicidad. Esta toxicidad proviene de la resina de esta madera, que impregna su parte leñosa y que en forma de polvo facilita su grado de riesgo.

El contacto con este polvo provoca lesiones cutáneas, inflamaciones y procesos alérgicos por hipersensibilización de la piel. No obstante, su mayor riesgo se produce al inhalar este polvo, pudiendo llegar a provocar lesiones broncopulmonares, procesos asmáticos, espasmos e incluso parada respiratoria.

Cuando la penetración en el organismo se produce por vía digestiva, se provocan vómitos, diarreas y en general trastornos digestivos.

La más eficaz medida de prevención frente a los riesgos de y las consecuencias del polvo producido por la mecanización de las maderas tropicales, es disminuir o anular la emisión de polvo por lo que siempre se utilizarán máquinas de corte y mecanizado con sistemas de extracción localizada y su posterior filtrado. A su vez es obligado el uso del equipo de protección individual compuesto por ropa de trabajo de cobertura total, guantes, gafas y mascarilla facial de filtro mecánico.

La ventilación del lugar de trabajo es una medida que influirá en una menor concentración de polvo, sin olvidar la importancia que tiene el aseo personal, sobre todo antes de las comidas y al finalizar la jornada de trabajo.

7.2.11. Insecticidas y fungicidas

Estos productos tienen un alto grado de toxicidad y su penetración en el cuerpo es a través de las tres vías posibles: dérmica, respiratoria y digestiva.

En cualquier caso, por vía dérmica se producen irritaciones en piel y mucosas, por vía respiratoria y al inhalar estos productos en suspensión en el aire se producen los procesos de lesiones bronquiales y por vía digestiva se producen lesiones en las mucosas intestinales, quemaduras internas e incluso graves intoxicaciones.

Las medidas a adoptar para prevenir las lesiones derivadas de sus riesgos son las específicas para la protección de la piel mediante la utilización de ropa de trabajo que cubra

todo el cuerpo, guantes, gafas y gorro de cabeza además de la preceptiva mascarilla específica para gases y vapores (FFA1P1) y un exhaustivo aseo personal que evite la entrada del contaminante por vía digestiva sobre todo antes de comer, fumar o finalizar la jornada de trabajo.

Al tener que trabajar con estos productos, ver antes su ficha toxicológica y las recomendaciones de la etiqueta del envase.

7.2.12. Combustibles

Las gasolinas y petróleos se utilizan como materiales auxiliares para combustibles de motores de explosión, en generadores eléctricos, compactadores, vibradores, etc.

Las gasolinas, por ser los productos más volátiles de la destilación del petróleo, desprenden gran cantidad de gases y vapores con alto contenido de hidrocarburos. Por tener los vapores de las gasolinas un punto de inflamabilidad muy bajo, el riesgo de incendio y explosión es muy alto, lo que implica que su almacenamiento se haga en recintos muy ventilados.

Desde el punto de vista higiénico, estos productos son agresivos tanto por contacto con desecación e irritaciones de la piel, como por ingestión con alteraciones gástricas y ulceraciones en el intestino. Si se produce la contaminación por vía respiratoria por inhalación de los vapores de las gasolinas, se producen lesiones pulmonares, espasmos musculares e incluso pérdida de consciencia.

Como primera medida a tener en cuenta está el realizar las operaciones de trasiego y transporte en recipientes estancos y específicos para tal fin, estableciendo su almacenamiento en un lugar no accesible para los trabajadores y bien ventilado.

Es norma obligada la prohibición de encender fuego o fumar durante el trasiego, llenado de depósitos y su utilización como desengrasante en recipientes abiertos. En estas operaciones se utilizarán guantes y mascarilla de filtro contra vapores orgánicos, así como la preceptiva ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo.

Es muy importante mantener un estricto aseo personal, lavándose con abundante agua en caso de salpicadura del producto a la boca y sobre todo a los ojos.

7.2.13. Gases combustibles

Los gases combustibles son productos que sin formar parte de los materiales y los elementos que intervienen en el proceso constructivo se utilizan como productos auxiliares, en este caso para operaciones de soldadura, caldeo, oxicorte,...

Los gases combustibles más utilizados son el acetileno, propano y butano. Todos ellos tienen en común que su almacenamiento se realiza en tubos o botellas, encontrándose en su interior licuados y a presión.

El riesgo más importante que se deriva de su utilización es la deflagración o explosión, con las evidentes consecuencias de quemaduras, amputaciones, etc.

Desde el punto de vista higiénico, durante el proceso de soldeo y en general por la combustión de estos gases, se desprende dióxido de carbono y en caso de una combustión deficiente, monóxido de carbono. El primero provoca el desplazamiento del oxígeno del aire

en sus inmediaciones y el segundo intoxicaciones, con pérdida de consciencia e incluso la muerte.

Las medidas de prevención frente a los aspectos agresivos de estos gases combustibles son, fundamentalmente, el asegurar una buena ventilación tanto de los recintos de almacenamiento como en los lugares donde se realicen las operaciones de soldadura, caldeo, oxicorte, etc.

Durante la reacción de polimerización (endurecimiento) es cuando se desprende ácido acético que proporciona ese olor característico a vinagre y el que genera los riesgos de su aplicación.

La vía de contaminación más afectada es la dérmica como consecuencia del contacto del producto con la piel produciendo irritaciones, que son más acusadas cuando el contacto se produce con las mucosas de boca, nariz y ojos. Por vía respiratoria no se presentan graves complicaciones salvo irritaciones de las vías respiratorias, a no ser que se estuviese en un ambiente con grandes concentraciones de ácido acético, provocando en este caso, afecciones broncopulmonares.

Evidentemente, las medidas de protección pasan en primer lugar por proporcionar una buena ventilación del lugar de trabajo y en la utilización de los equipos de protección individuales como guantes, gafas protectoras, además de ropa de trabajo adecuada y mascarilla específica (FFA1P1)

En caso de contacto con la piel, hay que proceder a un buen lavado con agua y jabón.

Se evitará comer, beber o fumar durante la aplicación de siliconas.

7.3. Señalización de los riesgos del trabajo

En este apartado de señalización se regulan los criterios mínimos para la colocación de señales que deberán tenerse en cuenta en el Plan de Seguridad y Salud de la Contrata, respecto de la circulación de vehículos y personas por la obra, desde el los propios accesos, hasta la circulación por el exterior de las obras.

En la obra, tanto en el interior de la misma como en el perímetro y accesos, será preciso implantar una señalización de obra que cumpla los siguientes objetivos:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

Además, todos los trabajadores deberán conocer el código de señalización de maniobras empleado con mayor frecuencia en las obras.

En el documento "Planos" del Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional se refleja gráficamente la señalización.

Atendiendo a estos principios, y a los extraídos de la legislación vigente, a continuación se indica la señalización de riesgos en el trabajo que deberá implantarse en la obra:

7.3.1. Elementos de Señalización y balizamiento

En la obra el contratista dispondrá siempre de personal para realizar funciones de señalistas, y de un almacén de señales en el cual siempre dispondrá de los siguientes elementos de señalización y balizamiento.

- Paneles de señalización
- Cinta de señalización
- Rafia
- Cordón de balizamiento
- Conos de balizamiento
- Vallas unidireccionales reflectantes
- Linternas luminosas para balizamiento
- Señales de seguridad
- Señales de tráfico
- Balizas luminosas

7.3.2. Señalización por zonas

7.3.2.1. Accesos de personal

En la zona de entrada del acceso de personal se colocará la siguiente señalización de forma visible a todo el personal:

- Prohibido el paso a personas no autorizadas.
- Uso obligatorio de casco, calzado de seguridad y chaleco de alta visibilidad.
- Peligro en general.
- Prohibido hacer hogueras

Superada la entrada a la obra deberá colocarse un panel informativo con las señales más comunes de prohibición, obligación, advertencia y salvamento con las que deberá familiarizarse el personal de obra, dado que serán colocadas en las zonas de obra para advertir de los riesgos durante el proceso constructivo.

7.3.2.2. Accesos de vehículos y maquinaria

En el exterior, en la entrada, se colocarán las siguientes señales:

- Velocidad máxima 30 km/h.
- Prohibido el paso a peatones.

En la salida, se colocará la siguiente señalización:

- STOP. Cuando una máquina o vehículo se disponga a salir del recinto de obra está obligado a detenerse y comprobar, antes de acceder al vial, que no va a producirse ninguna interferencia con otro vehículo. Para permitir esto se asegurará en todas las salidas que existan un tramo horizontal de una longitud mínima de 6 metros, con objeto de facilitar la visibilidad del conductor, además, en caso de ser preciso, las maniobras de salida de los vehículos serán dirigidas por señalitas.

7.3.2.3. Circulación exterior a la obra

- En las proximidades de la interferencia con la vía pública, se colocará en los dos sentidos de circulación las siguientes señales:
- Señal de peligro obras
- Peligro general con el rótulo “Salida de camiones”.
- En caso de trabajos en la vía pública previa autorización municipal, se colocará señalización de acuerdo con:
 - ✓ Normativa reguladora de señalización y balizamiento de ocupación de la vía pública por la realización de obras y trabajos del Ayuntamiento de Quito.
 - ✓ Legislación vigente.

7.3.2.4. Almacén de combustible

- Materias inflamables.
- Prohibido fumar y encender fuego.
- Materias explosivas.
- Acopio de cal empleada en replanteos.
- Materias corrosivas.
- Extintor

7.3.2.5. Acopios de materiales

En la zona destinada para este fin se colocarán las siguientes señales:

- Riesgo de tropezar.
- Materias inflamables, en caso de que sean materiales combustibles
- Prohibido fumar y encender fuego, en caso de que sean materiales combustibles.
- Extintor, en caso de que sean materiales combustibles.

7.3.2.6. Cuadros eléctricos de obra

- Riesgo eléctrico.
- Prohibido fumar y encender fuego.

7.3.2.7. Oficina de obra

En la oficina de obra así como en vestuarios y comedor se colocaran las siguientes señales:

- Cartel de emergencias.
- Teléfono para la lucha contra incendios.
- Extintor.
- Vías de evacuación.

7.3.2.8. Local botiquín

En el local destinado para este fin se colocaran las siguientes señales:

- Cartel de emergencias.
- Teléfono de salvamento y primeros auxilios.
- Camilla.
- Prohibido fumar y encender fuego.
- Extintor

7.3.2.9. Cortes y desniveles de terreno

- Caída a distinto nivel.
- Desprendimientos.

7.3.2.10. Taller de elaboración de hierro

- Riesgo de tropezar.
- Protección obligatoria de los pies.
- Protección obligatoria de las manos.

7.3.2.11. Elevación y distribución de cargas

- Cargas suspendidas.
- Prohibido permanecer bajo cargas suspendidas.

7.3.2.12. Trabajos en bordes de estructuras sin protección colectiva

- Caída a distinto nivel.
- Protección individual obligatoria contra caídas.

7.3.2.13. Mesas de corte

- Uso obligatorio de protección de discos.
- Uso obligatorio de protección ocular antiproyecciones.

7.3.2.14. Trabajos con máquinas móviles

- Prohibido permanecer en el radio de acción de la máquina.

7.3.2.15. Señalización lucha contra incendios

- Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios (extintores en nuestro caso) deberán estar señalizados mediante señales de forma rectangular o cuadrada y pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal). Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente. Dichos dispositivos serán fácilmente localizables en las zonas donde estén ubicados. Dado que el accionamiento de los mismos es manual se garantizará una vía de acceso a éstos libres de obstáculos.
- Se habrá de tener especialmente en cuenta el riesgo de incendios, y señalar el mismo, derivado de la existencia de, madera, desorden y suciedad de la obra, almacenamiento de objetos impregnados en combustible, instalación eléctrica.

7.3.2.16. Salvamento y socorro

- Estas señales proporcionan, en nuestro caso, indicaciones relativas a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento. Las señales en forma de panel correspondientes a salvamento o socorro de forma cuadrada con una flecha blanca sobre fondo verde por su carácter de señales informativas adicionales no se deben colocar sin el acompañamiento de la correspondiente de primeros auxilios, camilla, ducha de seguridad, o lavado de ojos pues ellas solas no indicarían a dónde conduce la dirección que debe seguirse.
- Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

7.4. Riesgos y medidas preventivas servicios afectados

Descripción

La reposición de los servicios afectados incluye las siguientes actividades:

- Apertura de zanja
- Limpieza, nivelación y compactación de fondo de zanja
- Colocación de tubos y/o prisma de comunicaciones
- Desconexión y desmontaje del tramo de red afectada por las obras
- Relleno de zanja

En este apartado se describen los medios, riesgos, normas y medidas de prevención generales en relación con servicios afectados.

Medios

- Pala excavadora
- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar

- Diversos útiles y herramientas

Riesgos y medidas preventivas

En referencia a los servicios afectados se tendrá en cuenta:

Desarrollar los trabajos en todo momento con la máxima precaución a pesar de que la información de la que se disponga no prevea la existencia de servicios.

- En el caso de localizar de forma accidental una red de suministro, en todos los casos se considerará que está en carga, por deteriorada y antigua que parezca. Se suspenderán los trabajos y se comunicará a la compañía suministradora.
- En el caso de existir líneas eléctricas aéreas o de suministro de servicios de telefonía se evitará pasar por debajo de su proyección horizontal. En caso de ser inevitable se dispondrán los gálibos oportunos.

Los riesgos y medidas preventivas coinciden con los contemplados en el presente Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional para las actividades de:

- Excavación en zanja
- Rellenos en zanja

7.4.1. Conducciones afectadas subterráneas. Gas.

Cuando se realicen excavaciones sobre gasoductos, se tomarán precauciones especiales para no dañar la tubería y evitar los peligros del trabajo en presencia de gas.

Ejecución de los trabajos: Cuando se deba descubrir un tramo de gasoducto se seguirán, en líneas generales, las recomendaciones siguientes:

Identificación: se identificará el trazado de la tubería que se quiere excavar a partir de los planos constructivos de la misma, localizando también en los planos disponibles, las canalizaciones enterradas de otros servicios que puedan ser afectados.

Señalización: se procederá a localizar la tubería mediante un detector, marcando con piquetas su dirección y profundidad, se hará igualmente con las canalizaciones enterradas de otros servicios, indicando además el área de seguridad.

Conducciones enterradas a profundidad igual o menor a 1,00 m: en este caso se empezará siempre haciendo catas a mano, hasta llegar a la generatriz superior de la tubería, en el número que se estime necesario, para asegurarse de su posición exacta.

Conducciones enterradas a profundidad superior a 1,00 m: se podrá empezar la excavación con máquina hasta llegar a 1,00 m sobre la tubería, procediéndose a continuación como en el punto anterior.

Finalización de la excavación: una vez localizada exactamente la tubería, mediante catas, se procederá a finalizar la excavación, siguiendo las precauciones y recomendaciones que a continuación se indican.

Anchura y profundidad de las zanjas: las dimensiones transversales y la profundidad de la zanja a excavar se fijarán en cada caso, en función del personal y la maquinaria que intervengan en la excavación.

Intervención en tuberías: en caso de tener que intervenir en la tubería, se descubrirá longitudinalmente un tramo algo superior al estrictamente requerido, a fin de permitir la flexión de la tubería con gatos, para realizar los acoplamientos necesarios.

Tramos a descubrir: no se descubrirán tramos de tubería de longitud superior a 15 m. En caso de que se presentasen dudas sobre la existencia o situación de canalizaciones enterradas de terceros, se consultará al titular de la canalización, acerca de la ubicación de la misma, y si fuera necesario se requerirá la presencia de un técnico designado por el titular para que presencie los trabajos de excavación.

Excavación mecánica: no se permitirá la excavación mecánica a una distancia inferior a 0,50 m de una tubería de gas a la presión de servicio.

Cuando se trabaje cerca de **conducciones de gas** o cuando sea necesario descubrir éstas, se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Se proveerá y se mantendrán todas las luces, guardas, cercas y vigilancia para la protección de las obras, o para seguridad de terceros, cuando el caso lo requiera.
- Se instalarán las señales precisas para indicar el acceso a la obra, circulación en la zona que ocupan los trabajadores y los puntos de posible peligro debido a la marcha de aquellos, tanto en dicha zona como en sus límites e inmediaciones.
- Queda totalmente prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa dentro del área afectada.
- Queda prohibido manipular o utilizar cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.
- Está prohibida la utilización por parte del personal de calzado que lleve herrajes metálicos, a fin de evitar la posible formación de chispas al entrar en contacto con elementos metálicos.
- No se podrá almacenar material sobre conducciones de cualquier clase.
- En los lugares donde exista riesgo de caída de objetos o materiales, se pondrán carteles advirtiendo de tal peligro, además de la protección correspondiente.
- Queda prohibido utilizar las tuberías, válvulas, etc., como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
- Para colocar o quitar bombillas de los portalámparas en zonas de conducciones de gas, es obligatorio desconectar previamente el circuito eléctrico.
- Todas las máquinas utilizadas en las proximidades de gasoductos que funcionen eléctricamente, dispondrán de una correcta conexión a tierra.

Los cables o mangueras de alimentación eléctrica utilizados en estos trabajos, estarán perfectamente aislados y se procurará que en sus tiradas no haya empalmes.

Grupos electrógenos y compresores: en los casos en que haya que emplear grupos electrógenos o compresores, se situarán tan lejos como sea posible de la instalación en servicio, equipando los escapes con rejillas cortafuegos.

Condiciones generales a observar en la realización de obras próximas de instalaciones de gas en servicio. Estas normas son de obligado cumplimiento para trabajos realizados con conducciones de Gas.

1. Antes de iniciarse cualquier obra, teniendo en cuenta que durante los trabajos las tuberías estarán en servicio, se deberán extremar las medidas de precaución para evitar que las mismas sufran cualquier desperfecto. Las cotas incluidas en los planos tienen un valor orientativo que debe ser confirmado en campo. Se consultará con compañía distribuidora cualquier duda al respecto.

2. Se comunicará a la compañía distribuidora el inicio de los trabajos como mínimo con 72 horas de antelación. La compañía distribuidora establecerá los condicionantes de trabajo o la supervisión que considere oportuna.

3. Durante el desarrollo de los trabajos en las inmediaciones de las tuberías de gas, se prohíbe fumar, hacer fuego o emplear elementos que produzcan chispas.

4. Deberá comunicarse a la compañía distribuidora, la aparición de cualquier registro o accesorio complementario de la instalación de gas, identificado como tal, o que presumiblemente se crea pueda formar parte de ella, siempre que no esté definido en los planos de servicios suministrados.

5. Las tuberías e instalaciones bajo acera no están diseñadas para soportar sobrecarga de maquinaria pesada, por lo que si han de situarse grúas o debieran circular vehículos sobre las mismas, que pudieran originar daños, deberá ponerse esta circunstancia en conocimiento de la compañía distribuidora.

6. En caso de ser preciso hacer alguna cata de reconocimiento para comprobación de la ubicación de la instalación de gas, ésta se realizará en presencia de un representante cualificado de la compañía distribuidora. La cata se efectuará con medios manuales, quedando prohibida por razones de seguridad, la utilización de medios mecánicos y permitiéndose exclusivamente el uso de martillo mecánico de mano para la rotura del pavimento.

7. Se intensificarán las precauciones a 0,40 m sobre la cota estimada de la tubería, o ante la aparición de la malla o banda amarilla de señalización, utilizando para la excavación exclusivamente medios manuales, haciendo incidir la pala sobre el fondo de excavación con un ángulo inferior a 45°.

8. Cuando se detecte una fuga, o se perciba olor a gas deben suspenderse todo tipo de trabajos en el entorno de la instalación y muy especialmente aquéllos que supongan la posibilidad de producción de chispa o fuego. De inmediato se avisará a la compañía distribuidora comunicando esta circunstancia.

9. Cuando las obras a realizar sean canalizaciones (eléctricas, telefónicas, agua, etc.), se tendrá en cuenta la exigencia de distancias mínimas de separación a mantener en todos los casos entre ambas canalizaciones. Estas distancias deben cumplir lo dispuesto en la diferente normativa de aplicación. De igual modo debe respetarse lo establecido en la normativa vigente cuando se produzcan estas circunstancias de cruces y/o paralelismos, y debe informarse a la compañía distribuidora., para adoptar las medidas de protección que se consideren convenientes.

10. Durante la realización de la obra no podrán depositarse materiales en la traza de las instalaciones de gas que supongan cargas sobre la tubería o dificulten el acceso en caso de emergencia.

11. Las tuberías de acero al carbono están protegidas contra la corrosión, mediante un revestimiento aislante y un sistema eléctrico de protección catódica. Para el correcto funcionamiento de esta protección, es de vital importancia la integridad de dicho revestimiento. Se comunicará a la compañía distribuidora, cualquier daño que se advierta en el mismo.

12. Las instalaciones subterráneas, que hayan quedado total o parcialmente al descubierto por causa de obra, serán tapadas en todos los casos, en presencia del representante de la compañía distribuidora., una vez realizadas las comprobaciones pertinentes. Estas comprobaciones han de extremarse en las tuberías de polietileno y acero.

Los tramos al descubierto de tuberías de acero, se protegerán con manta anti-roca para evitar desperfectos en el revestimiento, y si por cualquier circunstancia se produjera algún daño en el mismo, deberá ser reparado antes de enterrar la canalización. En caso contrario se podría originar un punto de corrosión acelerado que desembocaría en una perforación de la tubería.

7.4.2. Conducciones afectadas subterráneas. Agua

Cuando haya que realizar trabajos sobre conducciones de agua, tanto de abastecimiento como de saneamiento, se tomarán las medidas que eviten que accidentalmente se dañen estas tuberías, éstas son:

Identificación: en caso de no disponer de los planos de los servicios afectados, se solicitarán a los organismos encargados a fin de poder conocer exactamente el trazado y profundidad de la conducción (se dispondrá en lugar visible, teléfono y dirección de estos organismos).

Señalización: una vez localizada la tubería, se procederá a señalizarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad.

Ejecución

- Es aconsejable no realizar excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0,50 m de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.
- Una vez descubierta la tubería, en el caso en el que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no rompa por flexión en tramos de excesiva longitud, se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por la maquinaria, herramientas, etc.
- Se instalarán sistemas de iluminación a base de balizas, hitos reflectantes, etc., cuando el caso lo requiera.
- Está totalmente prohibido manipular válvulas o cualquier otro elemento de la conducción en servicio si no es con la autorización de la compañía instaladora.
- No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Está prohibido utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.

7.4.3. Conducciones afectadas subterráneas. Saneamiento

En este tipo de trabajos se observarán las medidas preventivas que figuran en este Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional para tareas de excavación y relleno de zanjas, además de las apropiadas para espacios confinados con detección de gases tóxicos, en el supuesto de tener que entrar en colectores existentes de aguas negras.

7.4.4. Conducciones aéreas. Líneas eléctricas de alta tensión

En el primer caso, no se debe empezar a trabajar hasta que la Compañía de Electricidad haya modificado la línea de energía, para que se cumplan las distancias mínimas de seguridad.

Se solicitará a la Compañía instaladora, por escrito, proceder al descargo de la línea, su desvío, o en caso necesario su elevación.

En el caso de que no se pueda realizar lo anterior, considerarán unas distancias mínimas de seguridad, entre el punto más próximo con tensión y la parte más del cuerpo o herramienta del obrero o de la considerando siempre la situación más desfavorable.

Se tomarán como DISTANCIAS MÍNIMAS de seguridad las siguientes:

- De 1 metro, hasta 1 KV;
- De 3 metros, de 1 KV a 69 KV; y,
- De 5 metros, de 69 KV en adelante.

La distancia de seguridad mínima está en función de la tensión de la línea y del alejamiento de los soportes de ésta.

Como norma general, se considerará la distancia de 5 m como distancia de seguridad con independencia de la tensión de línea.

Bloqueos y barreras de protección: las máquinas de elevación deben llevar unos enclavamientos o bloqueos de tipo eléctrico o mecánico que impidan sobrepasar esas distancias mínimas de seguridad. Para las máquinas como grúas, palas, excavadoras, etc., se señalarán las zonas que no deben traspasar y, para ello se interpondrán barreras que impidan todo contacto con las partes en tensión. Estas barreras deben fijarse de forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos usuales.

Las barreras de protección se formarán por soportes colocados verticalmente y con un pie sólidamente afincado en el suelo, arriostrado por medio de cables, unidos por largueros o tablas. Los largueros o las tablas deben de impedir el acceso a la zona peligrosa. El espacio vertical máximo entre los largueros o las tablas no debe de sobrepasar de 1,00 m. En lugar de colocar los largueros o las tablas, se podrán utilizar cables de retención provistos de la adecuada señalización.

Paso bajo líneas aéreas en tensión: la altura de paso máximo bajo líneas eléctricas aéreas, debe estar delimitada por barreras de protección. Las barreras de protección generalmente están compuestas por dos largueros colocados verticalmente, sólidamente anclados, unidos a la altura de paso máximo admisible por un larguero horizontal. En lugar del larguero horizontal, se puede utilizar un cable de retención bien tenso, provisto de señalizaciones. La altura de paso máximo debe ser señalada mediante paneles apropiados fijados a la barrera de protección. Las entradas del paso deben señalarse en los dos lados.

7.4.5. Prevención de trabajos cercanos a líneas eléctricas

7.4.5.1. Trabajos en la proximidad de líneas de baja tensión

Como normas generales, se contemplan:

- Si hay posibilidad de contacto eléctrico, siempre que sea posible, se retirará la tensión de la línea.
- Si esto no es posible, se pondrán pantallas protectoras o se instalarán vainas aislantes en cada uno de los conductores, o se aislará a los trabajadores con respecto a tierra.
- Los recubrimientos aislantes no se instalarán cuando la línea esté en tensión, serán continuos y fijados convenientemente para evitar que se desplacen. Para colocar dichas protecciones será necesario dirigirse a la compañía suministradora, que indicará el material adecuado.
- La empresa contratista deberá realizar un estudio de los gálidos en función de las actividades que se pudieran desarrollar en las proximidades de líneas eléctricas, con el fin de determinar con mayor exactitud las medidas a tomar, y evitar así posibles accidentes.

7.4.5.2. Trabajos en la proximidad de cables subterráneos

Al hacer trabajos de excavación, en proximidad de instalaciones en las que no hay certeza de ausencia de tensión, se obtendrá, si es posible, de la compañía el trazado exacto y características de la línea.

Como normas generales de actuación se consideran las siguientes:

- En estos trabajos se notificará al personal la existencia de estas líneas, así como se procederá a señalizar y balizar las zanjas, manteniendo una vigilancia constante.
- No se modificará la posición de ningún cable sin la autorización de la compañía.
- No se utilizará ningún cable que haya quedado al descubierto como peldaño o acceso a una excavación.
- No trabajará ninguna máquina pesada en la zona.
- Si se daña un cable, aunque sea ligeramente, se mantendrá alejado al personal de la zona y se notificará a la compañía.

7.4.5.3. Señalización

Se colocarán en lugares apropiados uno o varios avisos en los que:

- Se prohíba la entrada a las personas no autorizadas a los locales donde está instalado el equipo eléctrico.
- Se prohíba a las personas no autorizadas el manejo de los aparatos eléctricos.
- Se den instrucciones sobre las medidas que han de tomarse en caso de incendio.
- Se den instrucciones para salvar a las personas que estén en contacto con conductores bajo tensión y para reanimar a los que hayan sufrido un choque eléctrico.

7.4.5.4. Medidas preventivas

- Cualquier parte de la instalación, se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.

- El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros para máquinas, será tensado con piezas especiales sobre apoyos; si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiables con una resistencia de rotura de 800 Kg, fijando a estos el conductor con abrazaderas. Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear, serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas derivaciones al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia de 2,50 m. del piso o suelo, las que se puedan alcanzar con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Igualmente, se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presente algún deterioro en la capa aislante de protección.

7.4.5.5. Protecciones colectivas e individuales y medidas preventivas

Protecciones colectivas

- Mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros distribuidores, etc.
- Tarimas, alfombrillas, pértigas aislantes.

Equipos de protección individual

- Casco homologado de seguridad, dieléctrico, en su caso.
- Guantes aislantes.
- Herramientas manuales, con aislamiento.
- Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas.

Medidas preventivas

- Comprobador de ausencia de tensión.
- Enclavamiento y señalización.
- Cinco reglas de oro

7.5. Control del ruido y las vibraciones

7.5.1. Criterio de medida de nivel de ruido y vibración

Se considerarán en lo que sigue, de forma explícita o implícita tres tipos de vibraciones y ruidos:

- 1) Pulsatorios: con subida rápida hasta un valor punta seguida por una caída amortiguada que puede incluir uno o varios ciclos de vibración. Por ejemplo: voladuras, demoliciones, etc.
- 2) Continuos: vibración continua e ininterrumpida durante largos períodos. Por ejemplo: vibrohincadores, compresores estáticos pesados, vibroflotación, etc.
- 3) Intermitentes: conjunto de vibraciones o episodios vibratorios, cada uno de ellos de corta duración, separados por intervalos sin vibración o con vibración mucho menor. Por ejemplo, martillos rompedores neumáticos pesados, hinca de pilotes o tablestacas de percusión, etc.

Se adoptan los siguientes parámetros de medida:

- Para vibración: máxima velocidad punta de partículas. Los niveles de vibración especificados se referirán a un edificio, conjunto de edificios, o elemento considerado y no se establecen para aplicar en cualquier lugar de forma global y generalizada.
- Para ruido: máximo nivel sonoro admisible expresado en decibelios de escala "A" dB(A).

7.5.1.1. Acciones previas a realizar

Antes del comienzo de los trabajos en cada lugar y con la antelación que después se especifica, el Contratista, según el tipo de maquinaria que tenga previsto utilizar, realizará un inventario de las construcciones adyacentes afectadas, respecto a su estado y a la existencia de posibles defectos.

Donde se evidencien daños en alguna estructura con anterioridad al comienzo de las obras, se registrarán los posibles movimientos al menos desde un mes antes de dicho comienzo y mientras duren éstas. Esto incluirá la determinación de asientos, fisuración, etc., mediante el empleo de marcas testigo.

Todas las actuaciones especificadas en este artículo las efectuará el Contratista bajo la supervisión y dirección del Equipo de Fiscalización.

7.5.2. Vibraciones

La medida de vibraciones será realizada por el Contratista, bajo la supervisión del Equipo de Fiscalización a la que proporcionará copias de los registros de vibraciones.

El equipo de medida registrará la velocidad punta de partícula en tres direcciones perpendiculares.

Se tomará un conjunto de medidas cada vez que se sitúen los equipos en un nuevo emplazamiento o avancen una distancia significativa en la ejecución de los trabajos, además,

cuando los niveles de vibración estén próximos a los especificados como máximos admisibles, se efectuarán medidas adicionales de acuerdo con las indicaciones del Equipo de Fiscalización.

La velocidad máxima de partícula admisible viene dada por la legislación y normas técnicas vigentes.

En el caso de viviendas, edificios industriales o comerciales en buen estado, de estructura porticada metálica o de hormigón armado, podrá el Contratista optar por construir con niveles de vibración superiores al II mediante negociación con los afectados de las indemnizaciones por daños, molestias y alteraciones del normal desenvolvimiento de la actividad industrial o comercial, que puedan producirse.

En todo caso, deberá someterse a la aprobación del Equipo de Fiscalización la alteración de los límites de vibración correspondientes al nivel II (12, 9 y 6 mm/s, respectivamente, para los tres tipos de vibración), mediante informe de un especialista. Tal aprobación, de producirse, no eximirá en absoluto al Contratista de su total responsabilidad sobre posibles daños ocasionados.

En ningún caso los límites más arriba mencionados superarán los siguientes: 35 mm/s (vibración pulsatoria), 25 mm/s (vibración intermitente) y 12 mm/s (vibración continua).

7.5.3. Ruidos

Se tendrán en cuenta las limitaciones siguientes:

- **Niveles**

Se utilizarán los medios adecuados a fin de limitar a 75 decibelios (A) el nivel sonoro continuo equivalente, medido a 1 m de distancia de la edificación desde las 8 a las 20 horas.

$$Neq = 75 \text{ dB (A)}$$

En casos especiales el Director de Obra o Fiscalizador podrá autorizar otros niveles continuos equivalentes.

- **Ruidos mayores durante cortos períodos de tiempo**

El uso de la escala Neq posibilita contemplar el trabajo con mayor rapidez, sin aumentar la energía sonora total recibida ya que puede respetarse el límite para la jornada completa aún cuando los niveles generados realmente durante alguna pequeña parte de dicha jornada excedan del valor del límite global, siempre que los niveles de ruido en el resto de la jornada sean mucho más bajos que el límite.

Se pueden permitir aumentos de 3 dB (A) durante el período más ruidoso, siempre que el período anteriormente considerado se reduzca a la mitad para cada incremento de 3 dB (A). Así por ejemplo, si se puede aceptar un aumento de 3 dB(A) durante 3 horas como máximo; un aumento de 9 dB(A) durante 1,5 horas como máximo, etc. Todo esto en el entendimiento de que como el límite para el período total debe mantenerse, solo pueden admitirse mayores niveles durante cortos períodos de tiempo si en el resto de la jornada los niveles son progresivamente menores que el límite total impuesto.

- **Horarios de trabajo no habituales**

Entre las 20 y las 22 horas, los niveles anteriores se reducirán en 10 dB(A) y se requerirá autorización expresa del Equipo de Fiscalización para trabajar entre las 22 horas y las 8 horas del día siguiente.

- **Funcionamiento**

Como norma general a observar, la maquinaria situada al aire libre se organizará de tal forma que se reduzca al mínimo la generación de ruidos.

El Contratista deberá cumplir lo previsto en las normas vigentes, sean de ámbito estatal o de uso municipal. En cada caso de discrepancias se aplicará la más restrictiva.

El Equipo de Fiscalización podrá ordenar la paralización de la maquinaria o actividades que incumplan las limitaciones respecto al ruido hasta que se subsanen las deficiencias observadas sin que ello de derecho al Contratista a percibir cantidad alguna por merma de rendimiento ni por ningún otro concepto.

7.5.4. Medidas preventivas en ambientes ruidosos y en presencia de vibraciones

- En general, hay que evitar los ruidos innecesarios; si esto no es posible, se debe evaluar el nivel de ruido que se produce en el entorno laboral durante el tiempo de trabajo (tiempo de exposición). La legislación española obliga a implantar medidas preventivas si se superan los 80 dB (A) de nivel diario equivalente y 140 dB pico.
- Si el ruido supera los 80 dB (A) de nivel diario equivalente, se debe informar y formar al trabajador sobre los riesgos relacionados con la exposición al ruido y sobre el modo de prevenirlos (métodos de trabajo, protecciones, etc.), hacer un reconocimiento inicial de la función auditiva y controles periódicos, informar sobre los resultados, así como proporcionar protectores auditivos a quienes los soliciten.
- Si el ruido supera los 85 dB (A) de nivel diario equivalente, se debe realizar, además de las medidas del punto 2, un control periódico de la función auditiva, cada tres años, y suministrar protectores auditivos a los trabajadores.
- Si el ruido supera los 90 dB (A) de nivel diario equivalente y 140 dB pico, además de las medidas de los puntos 2 y 3, se deben buscar las causas por las que se superan estos límites, implantar medidas técnicas para disminuir la propagación del ruido, realizar controles anuales de la función auditiva y restringir el acceso a los puestos de trabajo afectados; todos los trabajadores deben utilizar protectores auditivos.
- Reducir el ruido en su origen. Se debe evaluar y conocer dónde se produce e intentar disminuirlo adoptando medidas preventivas como: cambiar el tipo de tarea (plegar en vez de golpear, amortiguar la caída de piezas, etc.), reducir las superficies vibrantes, evitar escapes de aire comprimido, etc.
- Encerrar la máquina ruidosa en un recinto insonorizado recubriendo las paredes rígidas con materiales acústicos, instalando puertas de cierre hermético, entradas y salidas de aire insonorizadas, etc.
- Instalar los puestos de control en una cabina insonorizada para reducir el ruido que proviene del resto del recinto. De esta forma, el trabajador de este puesto únicamente

se verá expuesto al ruido en las rondas de inspección que haga al recinto, durante las cuales deberá utilizar los equipos de protección individual.

- Encerrar parcialmente la máquina, empleando pantallas para conseguir la reducción del ruido.
- Cuando los niveles de ruido no puedan disminuirse por debajo de los límites admisibles, debe reducirse el tiempo de exposición mediante: rotación de puestos, reorganización del trabajo, concesión de pausas a los trabajadores expuestos para que descansen en ambientes tranquilos, etc.
- Distribuir la maquinaria o instalaciones generadoras de ruido, de forma que se vea afectado el mínimo número de trabajadores posible.
- No usar walkman mientras se utilizan equipos de protección individual contra el ruido.
- No tener en funcionamiento aparatos de radio, sistemas con hilo musical, etc. en puestos de trabajo ruidosos.
- La última medida que se debe considerar, y siempre con carácter complementario y temporal, es utilizar los equipos de protección personal: orejeras o tapones. Estos deben ser suministrados por el empresario, que debe formar a los trabajadores sobre su uso.
- Ante las vibraciones, los operarios utilizarán fajas y muñequeras antivibración.
- En aquellos trabajos en los que las vibraciones sean elevadas o bien prolongadas en el tiempo, se establecerá la manera de turnar a los trabajadores para evitar de reciban un exceso de vibraciones.

7.6. Riesgos de daños a terceros

Debido a las características de la obra los daños a terceros estarán presentes durante todo el desarrollo de los trabajos. La interferencia con otras obras que se desarrollan en las proximidades de la propia suele ser habitual, los principales aspectos a tener en cuenta a este respecto son:

Interferencias entre grúas y elementos de elevación. Se minimizarán los solapes entre las grúas de las diferentes obras. En caso de ser inevitables estos, se definirá procedimiento de prioridades de paso, que serán consensuadas entre ambas obras. Este procedimiento será conocido por todos los gruistas de cada una de las obras.

Viales de acceso. La interferencia entre los vehículos de las diferentes obras al transitar por caminos comunes, es más habitual en obras ubicadas en el casco urbano de las ciudades. En estos casos se atenderá a la señalización implantada en los viales de acceso a cada obra. En casos extraordinarios incluso puede procederse a la implantación de un señalista a cargo de las obras que interfieran y que regule el paso en función de las dimensiones de los viales y prioridades de paso.

Estas afecciones se pueden producir por la estancia en la zona de obras de personas ajenas a la misma, o los que se derivan de la circulación de vehículos y maquinaria por la obra y calles colindantes a la obra.

Por ello, se considerará zona de trabajo aquella donde se desenvuelvan máquinas, vehículos y operarios trabajando, y zona de peligro una franja de cinco (5) metros alrededor de la primera zona.

Todas las zonas en las que por razones de trabajo o protección deban estar restringidas al paso de personas se vallarán convenientemente con carácter previo al inicio de las operaciones.

7.6.1. Riesgos más frecuentes

- Accidentes de tráfico motivados por desvíos de carreteras y vías públicas.
- Atropello.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Lesiones auditivas por ruido excesivo.
- Afecciones respiratorias por inhalación de polvo.
- Explosiones.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos y materiales.

7.6.2. Prevención de riesgos de daños a terceros

- Se prohibirá y controlará que personal ajeno a las obras no se interne en las mismas, con especial intensidad en aquellos puntos donde existan riesgos más destacados (excavaciones, estructuras). A tal fin se colocarán los cierres necesarios reforzándolos con la señalización adecuada.
- Se dispondrá de personal encargado de la señalización y balizamiento durante el desarrollo de las obras.
- Los accesos a la obra estarán suficientemente señalizados, además todo el perímetro estará cerrado con valla metálica y carteles de "prohibido el paso a toda persona ajena a la obra".
- Se señalizarán de acuerdo con la normativa existente.
- Se analizarán claramente y de forma intensiva las zonas afectadas al tráfico.
- La separación de personas y vehículos de las zonas de obras se hará mediante vallas, balizas, señales luminosas y resto de medios que sean necesarios.
- Las excavaciones cercanas a carreteras y vías públicas se vallarán convenientemente.
- Los desvíos de tráfico, se señalizarán convenientemente y serán realizados en horas de baja intensidad de tráfico, disponiéndose el personal necesario en caso de tener que cortar carriles de circulación, dando paso alternativo de forma que afecte lo mínimo posible a la fluidez del tráfico.
- Aquellas zonas donde se genere polvo que afecte a terceras personas ajenas a la obra se regarán periódicamente.

Al objeto de minimizar el efecto del ruido se llevará un mantenimiento riguroso de la maquinaria y se dispondrán en los tajos de tal forma que se reduzca la concentración de elementos productores de ruido. Asimismo, se utilizarán procedimientos de apantallamiento en los lugares de mayores niveles de ruido.

7.7. Trabajos nocturnos y a turnos

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente aprobados por el Equipo Fiscalizador y realizados únicamente en las unidades de obra que él indique. El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación del tipo de intensidad que el Equipo Fiscalizador apruebe y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos nocturnos.

La señalización del lugar de trabajo será perfectamente clara y visible tanto por los operarios como por las personas ajenas a la obra, por lo que se reforzará con los elementos de iluminación y de balizamiento necesarios.

Para los trabajos nocturnos prolongados el empresario determinará las medidas organizativas adecuadas para impedir que los ritmos de sueño y alimentación se vean fuertemente condicionados, estableciendo los turnos necesarios

7.8. Sustancias peligrosas o nocivas

Las sustancias peligrosas o nocivas para la salud deberán estar rotuladas claramente y estar provistas de etiqueta identificativa, en la que figuren sus características principales y los riesgos potenciales para la salud que su empleo conlleve. El Contratista deberá cuidar que el manejo y empleo de este tipo de sustancias se hace de acuerdo a las disposiciones vigentes, y sólo por el personal autorizado.

El Contratista deberá comprobar que los recipientes que contengan este tipo de sustancias, disponen de las instrucciones relativas a las acciones a establecer en caso de derramamiento, escape o intoxicación.

El Contratista deberá prever que los ambientes donde se vayan a usar estas sustancias estén lo suficientemente bien aireados, cuidando del establecimiento de las medidas necesarias a tal efecto.

7.9. Atmósferas peligrosas

El Contratista deberá prever que los ambientes donde pueda existir déficit de oxígeno estén lo suficientemente bien aireados, cuidando del establecimiento de las medidas necesarias a tal efecto.

Ningún trabajador debe penetrar en un espacio confinado o cerrado cuya atmósfera sea peligrosa o en la que falte oxígeno, a menos que:

- Un técnico competente haya procedido al examen de la atmósfera y comprobado que no entraña peligro alguno, repitiéndose dicho examen a intervalos periódicos adecuados.
- Se haya garantizado una ventilación adecuada.
- Si no se han satisfecho las condiciones establecidas con anterioridad, las personas que hayan de penetrar en tales espacios deberán llevar obligatoriamente un aparato

respiratorio autónomo o alimentado desde el exterior y un cinturón de seguridad con cable salvavidas.

Cuando un trabajador se encuentre un espacio confinado o cerrado:

- Deberán preverse medios y equipos adecuados con inclusión de aparatos respiratorios, aparatos de reanimación y oxígeno, para asegurar el salvamento de posibles accidentados.
- Deberán apostarse una o varias personas plenamente capacitadas en la entrada o cerca de ésta.
- Deberán existir medios de comunicación rápidos entre los trabajadores y la persona o personas apostadas en la entrada.

7.10. Estrés térmico, frío y humedad

Cuando el estrés térmico el frío o la humedad sean tales que puedan provocar trastornos de salud o molestias extremas a los trabajadores, deberán tomarse medidas preventivas, tales como:

- Concepción apropiada de la carga y puesto de trabajo de cada operario, teniendo especialmente en cuenta a los que trabajan en cabinas o conducen máquinas descubiertas.
- Suministro de equipos de protección adecuados.
- Vigilancia médica periódica.

En lo referente al calor, las medidas preventivas deberán incluir el descanso en lugares frescos y la disponibilidad de agua en cantidad suficiente para los trabajadores.

8. ANÁLISIS DE LAS UNIDADES CONSTRUCTIVAS. APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS.

8.1. Trabajos de replanteo

8.1.1. Definición y análisis

Los trabajos de replanteo engloban aquellos que se realizan, desde el inicio de las obras hasta su finalización, por los equipos de topografía definiendo por medio de los replanteos todos los datos geométricos y medidas referenciadas en el terreno para poder realizar las actividades de los elementos constructivos que componen la obra.

Estos trabajos han sido múltiples veces excluidos de los Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional y RSHEA de las obras, exclusión totalmente impropia dado que son fuente de numerosos accidentes si bien no de excesiva gravedad.

Se analizan aquí los replanteos a realizar previos al comienzo de las obras, teniendo en cuenta que en cada actividad, se incluye la evaluación de riesgos y medidas preventivas a considerar para los trabajos de replanteo específicos y necesarios para su correcta ejecución.

8.1.1.1. Identificación de riesgos

Los riesgos más frecuentes en estos trabajos son:

- Riesgos producidos por agentes atmosféricos.
- Heridas punzantes en pies y manos.
- Caídas a nivel y a distinto nivel.
- Atropello por máquinas y vehículos.
- Erosiones y contusiones.
- Lesiones por proyección de partículas.
- Electrocución

8.1.1.2. Medidas preventivas

Los equipos de replanteo han de observar una serie de normas generales como son:

- El atuendo de los operarios será el adecuado a la climatología del lugar, teniendo en cuenta la obligada exposición a los elementos atmosféricos.
- Deben evitarse subidas o posiciones por zonas muy pendientes, si no se está debidamente amarrado a una cuerda, con arnés de sujeción y un punto fijo en la parte superior de la zona.
- Todos los trabajos que se realicen en alturas, de comprobación o replanteo, tiene que desarrollarse, con arnés de sujeción y estar anclado a puntos fijos de las estructuras si no existen protecciones colectivas.
- Debe evitarse la estancia durante los replanteos, en zonas donde puedan caer objetos, por lo que se avisarán a los equipos de trabajo para que eviten acciones que puedan dar lugar a proyección de objetos o herramientas mientras se esté trabajando en esa zona.
- Para clavar las estacas con ayuda de los punteros largos se tendrá que usar guantes, y punteros con protector de golpes en manos.
- Deben evitarse el uso de los punteros que presente deformaciones en la zona de golpeo, por tener el riesgo de proyección de partículas de acero, en cara y ojos. Se usarán gafas antipartículas, durante estas operaciones.
- En tajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la estancia de los equipos de replanteo, respetando una distancia de seguridad que se fijará en función de los riesgos previsibles.
- Se comprobarán antes de realizar los replanteos la existencia de cables eléctricos, para evitar contactos directos con los mismos.
- Los replanteos en zonas de tráfico se realizarán con chalecos reflectantes, y con el apoyo de señalistas, así como la señalización de obras si corresponde.

- En las zonas donde existan líneas eléctricas las miras utilizadas, serán dieléctricas.
- El vehículo utilizado para el transporte del equipo y aparatos, será revisado con periodicidad y conducido normalmente por un mismo operario.
- Circular de forma ordenada por los viales de obra.
- Alojarse adecuadamente los equipos de topografía en los vehículos de transporte, evitando que puedan moverse y sean causa de lesiones a los propios ocupantes del vehículo.
- El equipo se desplazará a los tajos en un vehículo todo terreno o furgoneta, dependiendo de las condiciones del terreno. Este vehículo deberá ir equipado con un botiquín.
- Cuando sea necesario alejarse del vehículo de obra, éste habrá de ser aparcado en un lugar visible por el resto de personas de la obra.

8.2. Instalaciones de higiene y bienestar

La empresa contratista o empresa principal es la obligada a establecer las instalaciones higiénico-sanitarias en la obra, en su condición de titular del centro de trabajo de la obra referida en este Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

La colocación de las instalaciones, consiste en la puesta en obra de casetas prefabricadas transportadas con camión grúa. Para ello sólo es necesario hacer una pequeña instalación de saneamiento, abastecimiento, acometida eléctrica, y unos pequeños trabajos de albañilería para apoyar las casetas, operaciones estas contempladas en los apartados correspondientes de este estudio.

8.2.1. Emplazamiento

Antes de iniciarse una obra, y de acuerdo con el Plan de Seguridad, es necesario efectuar una serie de trabajos preparatorios que permitan poner en marcha la construcción de acuerdo con el proyecto previsto. Entre otras medidas conviene señalar las siguientes:

- Conocimiento de la zona donde se va a actuar.
- Conocimiento y gestión ante las respectivas compañías suministradoras, en relación con las instalaciones existentes de agua, gas, electricidad, etc.
- Si hubiese alguna demolición, características del edificio y de los colindantes.
- Características del terreno y accesos.
- Preparación de la maquinaria que se va a utilizar.
- Previsión de la ubicación de la oficina de obra y servicios higiénicos y sanitarios para el personal.
- Previsión de la ubicación de posibles instalaciones complementarias.

8.2.1.1. Medidas preventivas

- Delimitar los recintos y realizar cerramientos para impedir el acceso libre de personas ajenas.
- De acuerdo con las características de la obra, establecer accesos diferenciados y señalizados para personas y vehículos.
- Si hay accesos a distintos niveles se dispondrán escaleras con barandillas y peldaños adecuados.
- Prever con la debida señalización y sin obstáculos los accesos a las diferentes instalaciones auxiliares de la obra.
- Cualquier obstáculo que se encuentre situado en las inmediaciones de la obra quedará perfectamente señalizado.
- Si es posible, se establecerán zona de acopios para los materiales.
- Determinar la zona de almacén, teniendo en cuenta la necesaria necesidad de separar los materiales inflamables del resto. Los depósitos de combustible estarán dotados de ventilación y extintor, y alejados de las casetas donde deba permanecer el personal.
- Identificar las zonas de cuadros eléctricos y de grupos electrógenos y preparar su correspondiente señalización.
- Determinar el lugar de colocación de los extintores contra incendios.
- Preparar las normas de seguridad que, como instrucciones, se han de entregar a los trabajadores.

8.2.2. Instalaciones de Obra

La empresa contratista o empresa principal es la obligada a establecer las instalaciones higiénico-sanitarias en la obra, en su condición de titular del centro de trabajo de la obra referida en este Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

Corresponde a la empresa principal establecer, junto a los mecanismos adecuados de coordinación e información a empresas subcontratistas, a cuanto se relacione con las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores, así como higiénico-sanitarias.

La obligación empresarial en materia de instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores se centra fundamentalmente en los siguientes aspectos.

- Alumbrado.
- Local para primeros auxilios.
- Vestuarios.
- Duchas y lavabos.
- Retretes.
- Comedores.

- Suministro de agua potable.
- Locales de descanso o de alojamiento.

8.2.2.1. Medidas Preventivas

Durante la instalación de las casetas

- Los camiones grúa estacionarán junto a los lugares de ubicación de las casetas, y las descargarán sobre los apoyos de fábrica de ladrillo previamente preparada. No se suspenderán las cargas por encima de los operarios, para lo que la zona será balizada.
- Se revisarán las eslingas o cadenas empleadas.
- Los operarios portarán botas de seguridad, casco, chaleco reflectante y guantes.

Instalación de alumbrado

- Las masas de los receptores fijos de alumbrado se conectarán a la red general de tierra.
- Las lámparas portátiles se alimentarán a tensión de seguridad de 24 voltios mediante transformadores de seguridad, preferentemente con separación de circuitos.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m, medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo; se efectuará cruzada, con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra estarán siempre iluminadas evitando rincones oscuros.

8.2.2.2. Normas generales de conservación y limpieza

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas, serán continuos, claros e impermeables; enlucidos en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria; todos sus elementos, tales como grifos, desagües y alcachofas de duchas, estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y los armarios y bancos aptos para su utilización.

Para la limpieza y conservación de estos locales se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

8.3. Demoliciones y levantados

8.3.1. Descripción de los trabajos

La demolición es el trabajo de deshacer una obra, o parte de ella, con la consecuente desaparición de la misma. El levantado consiste en la retirada cuidadosa de los elementos existentes en el ámbito generalmente para su posterior reposición.

Como demoliciones se contemplan, en el presente proyecto, las siguientes actividades:

- desmontaje de monumentos y traslado a almacén municipal
- demolición del firme zahorra, aglomerado asfáltico, enlosados, incluso bases
- demolición de edificaciones existentes incluso cimentación

- desmantelamiento de la red de alumbrado, arquetas, cableado báculos y zapatas para su reutilización y traslado a almacén municipal o acopio en obra
- demolición de arquetas para su traslado
- levantado de bordillos de hormigón y traslado a vertedero; levantado de bordillos de granito para su reutilización y traslado a almacén municipal o acopio en obra
- levantado de barandillas existentes de fundición o tubos de acero
- levantado de vallas metálicas de seguridad para cierre de la obra a su finalización
- demolición de cabezas de pantallas y pilotes
- demolición de costado de pantallas para descubrir armadura.

La demolición del firme y pavimentos se hará principalmente con retroexcavadora mixta dotada de martillo neumático y martillos neumáticos manuales; tras picar los pavimentos, éstos son levantados a trozos por la propia pala de la mixta y cargados en un camión que los transporta a vertedero. Para la demolición de báculos se procede a su desmontaje desatornillándolos de sus placas de anclaje, y estando previamente sujetos mediante cadenas o eslingas a una grúa. La pieza se eleva para colocarla sobre un camión de transporte y son retiradas; las medidas preventivas son básicamente las correspondientes a la suspensión de cargas.

En cuanto al desmontaje de telas metálicas y vallados, en primer lugar se desmontan las chapas o malla metálica con herramientas manuales y se montan en el camión de transporte con ayuda de una pluma. Los pies del vallado, que suelen estar hormigonados, se pican, se levanta el pie (sujetando con una pluma el mismo según su altura y peso) y se procede a su carga en camión para su transporte.

Las albardillas se retirarán auxiliados de herramientas manuales ya que son de pequeñas dimensiones.

Los muros de fábrica de ladrillo o de hormigón armado se demolerán de arriba abajo por medios mecánicos (martillo hidráulico sobre retroexcavadora o pala mixta) a una distancia de seguridad retirándose el escombro mediante medios mecánicos (pala mixta o retroexcavadora).

8.3.2. Identificación de riesgos

En los firmes y pavimentos no se prevén serios riesgos de caída en altura o derrumbes que puedan ocasionar sepultamientos. En el caso de muros como riesgos previsibles se plantean:

- Caídas de materiales y personas a nivel.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos en medios de elevación y transporte.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido, vibraciones, polvo.

- Proyección de cuerpos extraños en los ojos.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Cortes en pies y manos.
- Caída de cargas suspendidas.

8.3.3. Medidas preventivas

En toda demolición se efectuará una inspección previa en la que se intentará conocer:

- La antigüedad de la obra de fábrica correspondiente y técnicas con las que fue construida.
- Variaciones y afecciones que ha podido sufrir con el paso del tiempo.
- Inspección de la estabilidad y resistencia de los elementos estructurales a derribar.

Las medidas preventivas a realizar antes durante y después de la demolición serán:

- Cuando los elementos a demoler tengan importancia estructural, la contrata deberá desarrollar en su Plan de Seguridad y Salud el orden y método de demolición de cada elemento de la estructura, ya que la seguridad de los trabajos está directamente relacionada con la estabilidad del conjunto, motivo por el cual la persona que firme el Plan de Seguridad en su conjunto o el método de demolición en particular se asegurará que existan justificaciones técnicas suficientes que avalen el sistema elegido y será un técnico con titulación académica habilitante en el tipo de estructuras a demoler.
- Anulación de instalaciones existentes y corte de suministros si los hubiera: no se procederá a la demolición en tanto las compañías suministradoras no hayan cortado el suministro de los diversos servicios existentes y no hayan eliminado las correspondientes instalaciones de agua, electricidad, alumbrado, gas, etc., en su caso.
- Previo al inicio de los trabajos de demolición habrán quedado instaladas todas las medidas de protección colectivas necesarias, tanto en relación con los operarios que vayan a efectuar la demolición como a terceras personas, vallados y balizamientos oportunos.
- Protección de las zonas de tránsito colindantes con la zona de demolición con marquesinas si ha lugar, o vallado.
- Los escombros serán evacuados mediante camiones contenedores a través de las zonas de tránsito establecidas y balizadas o señalizadas.
- Nunca se retirará ningún tipo de material aprovechable que pueda servir de protección colectiva durante la demolición.
- Se respetará en cualquier caso el orden establecido para ejecutar la demolición, no desmantelando primero todos los materiales aprovechables, sino en el momento señalado para cada elemento.
- Debe evitarse que los trabajadores se estacionen cerca de los elementos que se van a demoler.

- Es importante que se mantenga una buena visibilidad permanentemente, controlando la difusión de polvaredas, por ejemplo a base de evitar la caída libre de los materiales demolidos, o mojándolos previamente.
- La evolución de los trabajos y la seguridad de los operarios deben estar continuamente supervisados por personas cualificadas. El recurso preventivo presenciará las demoliciones.
- Establecimiento de sistemas de riego para evitar la generación de polvo, en la estructura inmediatamente antes de su demolición y después sobre los escombros resultantes para su carga y evacuación.
- Evacuación inmediata de escombros.
- No se suspenderán cargas sobre los operarios, ni nadie entrará en la zona de operaciones donde se suspenden las cargas.
- Estas zonas estarán balizadas de forma previa.
- Existirá un señalero que guíe las maniobras en ausencia de buena visibilidad.
- Se revisarán las cadenas o eslingas con que se levantan las piezas.
- En caso de que puntualmente deba retirarse una protección colectiva o esta sea inviable técnicamente de instalar se podrá utilizar protección individual anticaída normalizada anclada a un punto de resistencia garantizada o sistema de contrapesos normalizado. En caso de no ser normalizado (respecto normas de aplicación) el Contratista justificará con cálculos e instrucciones de montaje las líneas de vida, anclajes y demás componentes.

8.3.4. Protecciones colectivas

- Barandillas normalizadas con rodapié en los casos en que queden huecos tras la demolición que las requieran
- Tapas de madera o chapones.
- Marquesinas.

8.3.5. Protecciones individuales

- Casco homologado.
- Mono de trabajo.
- Guantes contra riesgos mecánicos
- Botas de seguridad y de agua.
- Gafas antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtro recambiable.
- Cinturones antivibratorios.
- Protectores auditivos.

- chaleco reflectante.
- Líneas de vida calculadas en función del número de operarios previstos.

8.3.6. Medios auxiliares

- Escaleras de acceso.

8.3.7. Maquinaria

En este tipo de trabajos se empleará la siguiente maquinaria y medios auxiliares:

- Tractores
- Retroexcavadoras y palas cargadoras
- Camiones
- Martillos neumáticos.
- Mixta
- Herramientas manuales.
- Sierras radiales.
- Camión grúa.
- Grúa autopropulsada.

8.3.8. Señalización y balizamiento

- Acotación del área de trabajo mediante cinta de balizamiento
- Rafia y malla naranja de PVC.
- Vallas New Jersey y "tipo ayuntamiento".

8.3.9. Desmontaje y retirada de placas de fibrocemento, aislantes, etc.

Para la retirada de placas de fibrocemento de los techos de los edificios, naves, etc. se utilizarán máquinas autorizadas que eleven a los trabajadores hasta las placas, tales como plataformas elevadoras, cestas telescópicas, etc.

Los trabajadores encargados de desmontar y bajar las placas estarán siempre dotados de cinturón con arnés anticaída que estará sujeto a un punto firme y estable de la cesta telescópica (o plataforma elevadora). Ésta tendrá limitador de alcance de mandos de accionamiento autónomos, así como elementos de seguridad homologados.

Como equipo de protección individual usarán:

- Mono desechable.
- Casco de seguridad.
- Guantes largos.
- Gorro protector de la cabeza.

- Gafas cerradas.
- Mascarilla anti-polvo de filtros recambiables (cambio diario).

Se prohibirá expresamente:

- El acceso accidental de terceros que no vayan protegidos adecuadamente.
- Comer, beber, fumar, etc.

Se vigilará la higiene personal de todos los trabajadores expuestos al proceso una vez terminen los trabajos

Se dispondrá una caseta dividida en tres zonas:

- Zona de limpio: con taquillas para el cambio de ropa.
- Zona de sucio: con aspiradores con filtro y bidón hermético para depositar monos y demás material usado.
- Zona intermedia: con duchas y lavabos.

Las tres zonas estarán comunicadas entre sí por puertas interiores y las zonas de limpio y sucio tendrán además acceso desde el exterior.

Las placas se apilarán en paquetes de 25 uds (o fracción) sobre palet y un plástico cortado a medida, que se cerrará y precintará para su transporte al vertedero de materiales peligrosos.

El método de desmontaje se llevará a cabo por los operarios que se encuentran trabajando en altura, mientras que abajo habrá otros trabajadores que se encargarán de recoger y apilar las placas sobre palet. Nunca se pisará sobre la cubierta y se procurará no romper las placas para evitar la dispersión aérea de las partículas de asbesto.

Se comenzará el desmontaje de cubiertas desde las cumbres hacia los aleros, siguiendo un sentido de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

Una vez alcanzada la cota de cubierta con la cesta, se comenzará el desmontaje de las placas, procediéndose primero al corte de la tornillería mediante radial, soplete, etc. Una vez liberadas las placas, se irán retirando apoyadas sobre las correas y se descenderán mediante eslingas de fibra textil 100% poliéster de alta resistencia a tracción, provistas de ganchos de seguridad.

8.4. Excavación mediante explosivos. Voladuras

En las zonas en roca para la ejecución del túnel mediante método convencional, en terrenos en los cuales no es posible utilizar un escarificador profundo para su disgregación, precisará el empleo de voladuras. Esta excavación también se hará extensiva en el caso de excavación en las galerías de interconexión entre túneles.

Para ello y de manera general, se perforan taladros, que se rellenan de explosivo, procediéndose a su ignición. Una vez preparadas las cargas en los barrenos, y asegurada la zona, se procede a generar una señal de disparo en el punto de iniciación. Esta señal, se

transmite a través del cordón detonante hasta los iniciadores, los cuales a su vez detonan las cargas cebo.

El procedimiento de voladura exige una cuidada planificación de los trabajos, además de garantizar la seguridad durante la ejecución de los mismos y la estabilidad de los taludes una vez terminados.

También se ha de comprobar si las construcciones que existan, para lo cual se realizará un estudio de vibraciones, para definir las cargas máximas de explosivo por unidad de microrretardo. Asimismo, se ha de tener en cuenta son las prescripciones impuestas por motivos de impacto ambiental.

8.4.1. Identificación de Riesgos

- Explosión fuera de control
- Barrenos y detonadores fallidos
- Derrumbamientos inesperados
- Proyección de tierras/rocas
- Explosión por almacenamiento incorrecto
- Explosión por transporte incorrecto
- Daños a terceros
- Caídas de personal a distinto nivel
- Derivados de la destrucción de explosivos
- Vuelco de taludes
- Electricidad errática, estática
- Conexiones prematuras a la fuente de energía
- Corrientes de medida generada durante la comprobación eléctrica

8.4.2. Utilización y manejo de explosivos

En el caso de uso de detonadores eléctricos se está obligado a una serie de precauciones en función de los riesgos que se enumeran a continuación:

- Riesgos de conexión prematura de la fuente de energía; se deben eliminar colocando en cortocircuito los extremos de la línea del lado del explosor; además la manivela de accionamiento del explosor debe estar siempre en manos del artillero.
- Riesgos durante las comprobaciones eléctricas; se pueden evitar mediante revisiones periódicas de los elementos de comprobación en talleres de alta especialización.
- Riesgos de presencia de electricidades extrañas; errantes, estáticas, atmosféricas, de radiofrecuencia o galvánicas.

Las primeras son debidas a la proximidad de motores o redes de alumbrado, que pueden originar corrientes cuando los conductores no están bien aislados de tierra.

Cualquier presencia de rieles o tuberías representa un riesgo a controlar, por poder originarse entre sus extremos diferencias de potencial que, al contactar con terminales desnudos de la línea de detonadores, pueden dar lugar a la explosión.

En terrenos poco homogéneos cabe también la posibilidad de que se presenten diferencias de potencial capaces de generar la fuerza electromotriz necesaria para producir la explosión, por lo que la puesta a tierra y disposición en cortocircuito es obligada.

Las corrientes estáticas que pueden aparecer por muy variados motivos (nubes de polvo en ambientes muy secos, circulación de gases, fricciones de mangueras neumáticas, maquinarias en movimiento, compresores o martillos, cintas transportadoras, etc.), deben ser previstas y eliminadas por el mismo método que las errantes, pero teniendo presente que el cuerpo humano cuando está aislado a tierra (calzado de goma por ejemplo), puede llegar a almacenar una energía estática elevada que, de descargarse por el circuito del detonador, podría provocar la explosión.

Bastaría, incluso, con que esa persona tocara uno de los terminales, si el otro estuviera en contacto con el terreno, para determinar un paso de corriente y, actuando como un condensador, determinar la explosión. Este riesgo se elimina mediante el cortocircuito de los cables de voladura. Es riesgo posible y puede manifestarse por descarga por arco desde el cable a la cápsula iniciadora. Por ello, es conveniente, eliminar de las proximidades de la voladura el trabajo simultáneo de las operaciones de carga y descarga, condenar el paso de conducciones de ventilación o aire, dotar al operario de calzado adecuado y conseguir que dicho operario se ponga a tierra antes de proceder a la manipulación de los explosivos.

En el mercado hay detonadores antiestáticos que evitan la posibilidad del salto de la chispa.

También las tormentas introducen un nuevo riesgo en el circuito de la voladura con detonadores eléctricos y de tal forma que, aunque aún estén lejanas, persiste el riesgo pudiendo provocarse explosiones prematuras. Este riesgo subsiste aún en trabajos subterráneos. Experiencias y ensayos han demostrado que debe evacuarse una zona de trabajo, cuando la tormenta está a una distancia de 11 Km. con un mínimo de 7 Km. cuando se trate de detonadores de alta insensibilidad. Esta tolerancia de 7 Km. se anula cuando en las proximidades del trabajo hay tuberías, rieles, conductos, etc.

Una precaución a adoptar ante las tormentas es tener arrollados los cables en los carretes sin contacto con el terreno.

Dado que los avances técnicos no han llegado a superar los riesgos que pueden representar las tormentas, la única garantía de seguridad es la de evitar trabajos en su presencia, teniendo para ello la más completa información meteorológica de carácter oficial y poniendo en práctica, con carácter privado, el uso de detectores de tormenta, capaces de interpretar campos eléctricos debidos a la tormenta y avisar por medio de señales.

También las ondas de radiofrecuencia pueden dar lugar a encendidos extemporáneos de los detonadores. Los conductores pueden actuar como antenas recogiendo ondas de emisoras próximas, originando corrientes de magnitud suficiente. La versatilidad de las ondas de radiofrecuencia da lugar a máximos que, cuando coinciden posicionalmente con el detonador,

agravan el problema. Hay tres tipos de circuitos captadores de estas ondas: los monopolares, los dipolares y los de bucle, cuyo plano coincide con el de la antena emisora.

Aunque los detonadores de alta insensibilidad son casi totalmente seguros para potencias de transmisión menores de 100 W., no convendrá, en ningún caso, eludir el problema por ignorancia de la existencia de ondas de radiofrecuencia, sino que, en todo caso, será necesario detectarlas, evaluarlas y eliminarlas en cuanto sea posible.

Es necesario conducir en los transportes los detonadores en cajas metálicas revestidas de corcho que actúan como jaulas de Faraday, que anulan el campo eléctrico. Pero hay que tenerlas en cuenta en el momento de abrir las cajas y muy especialmente si el camión está dotado de emisora.

Las líneas de transporte de energía pueden producir corrientes de inducción en los circuitos de voladura. La tensión de la línea determina las distancias mínimas a que pueden colocarse líneas de voladura.

También será necesario tener presentes las corrientes galvánicas que pueden crearse entre el terreno y los elementos de manipulación. Como ejemplo se presenta el que, si se usan atajadores de aluminio en perforaciones entubadas metálicas y lodos alcalinos, aparecen voltajes capaces de provocar la explosión.

El ingeniero que proyecte o ejecute el trabajo debe conocer con detalle el mencionado Reglamento, en primer lugar porque el mismo pretende dar cara a cuantos riesgos puedan presentarse, y en segundo porque dichos procesos se pueden realizar bajo su responsabilidad.

Los explosivos a utilizar serán siempre de los aprobados por la autoridad competente. Se regulan en él los sistemas de transporte interior, carga, cebado y retacado de barrenos, procedimientos a utilizar con cartuchos congelados, permisos especiales a obtener para trabajos extraordinarios, precauciones antes de disparo, relación del número de detonadores con la capacidad del explosor, medidas a tomar con motivo de incidentes en el tiro, precauciones después de la pega, barrenos descabezados y fallidos, taqueo, normas especiales.

También es necesaria la toma en consideración de la regulación de explosivos vigente.

El control de seguridad hasta ahora se ha considerado es el más inmediato y próximo a la pega pero además en el entorno puede haber una serie de elementos que pueden ser afectados visiblemente por la explosión o pega.

Los equipos humanos deben detectar cuidadosa y continuamente los caminos, las carreteras, las líneas eléctricas, las viviendas, etc.

Aunque se esté autorizado legalmente al uso de explosivos es obligado advertir y tomar las medidas oportunas para que, a la hora de dar la pega, para que toda persona que esté en el entorno afectado quede convenientemente resguardada.

La responsabilidad alcanza igualmente a los daños que la pega pueda causar en bienes próximos o propiedades ajenas: edificios, arbolado, líneas eléctricas, líneas de ferrocarril, carreteras.

La primera medida de protección consistirá en ponerse en contacto con los propietarios o administradores de esos bienes, no sólo para la correcta evaluación de los posibles daños, sino para realizar con urgencia las reparaciones que fuera necesario efectuar para reponer el servicio que esas instalaciones ajenas han de prestar, acaso continuamente y como servicio público.

Se deberá realizar en primer lugar un análisis minucioso del entorno en que se va a dar la pega, y una correcta planificación de las medidas que directa o indirectamente, se puedan provocar con las explosiones.

También se tomará en consideración considerar que los daños pueden provocarse también a través del subsuelo o del terreno en que se produce la explosión, y que su mayor o menor influencia estará en función de la naturaleza del terreno, del tipo de estructura que pudiera ser afectada, de la cantidad y calidad del explosivo empleado, de la distancia de dicha estructura al punto de la explosión.

A falta de estudios previos que sirvan para marcar un camino que permita hacer previsiones sobre los efectos a tener en cuenta y, consecuentemente, los daños a seguir, se deberán ir realizando pegas de potencia creciente, que empíricamente marquen los límites máximos de potencia de explosión a poner en práctica. El Contratista estará obligado a recurrir a todo tipo de datos y experiencias para asegurar la condenación de cualquier tipo de catástrofe.

En ocasiones bastará la colocación de unos testigos en puntos esenciales, donde las diaclasas presentan un aspecto especial, pero en otras habrá que evaluar con mayor precisión la amplitud de las vibraciones que se van a producir en función de la gravedad de los riesgos previsibles.

Tal es el caso de una voladura en las proximidades de edificios o la propia demolición de un edificio encuadrado en un conjunto de ellos.

Será necesario entonces definir, o redefinir, las características propias del edificio que es preciso proteger. Establecer con ello los límites máximos de vibración que está en condiciones de admitir el edificio, límites a partir de los cuales es probable que se produzcan daños.

Mediante análisis físico-matemáticos se pueden obtener unas evaluaciones primarias, previas al comportamiento de las distintas ondulaciones o vibraciones que se van a transmitir por el terreno perturbado por una explosión.

Con equipos de medida cada vez más sofisticados es posible evaluar la velocidad de vibración que produce una determinada voladura y obtener datos altamente fiables para una determinada roca en unas determinadas circunstancias.

Los posibles daños a una estructura son función de la cantidad de explosivo empleado, la naturaleza del terreno y la distancia entre punto de explosión y estructura.

En determinados casos se han definido umbrales de velocidad relativa, que es peligroso rebasar, si se quieren evitar daños, y se ha llegado a concretar la velocidad de vibración en una fórmula $V = K Q / (R^{2/3})$ en la que Q es la carga detonada instantánea; R la distancia entre punto de pega y estructura y K un factor que depende de las características de

formación de la roca, que es necesario definir mediante una voladura controlada realizada en determinadas condiciones.

Podrán emplearse otros criterios de evaluación distintos al de velocidad como pueden ser: el de amplitud de vibración, el de nivel de vibración definido en función de la aceleración y la frecuencia de ese movimiento vibratorio, el de intensidad de vibración o el de nivel de carga.

Hay, igualmente, otro tipo de ondas que no se transmiten por el subsuelo y que, de hecho, producen daños: son las ondas acústicas. Son función de la carga explosiva, de su densidad, de la distancia al punto de voladura. Normalmente no se producen ondas peligrosas si se tiene en cuenta que los explosivos a cielo abierto producen presiones que no llegan a la décima parte de las originadas por un viento de 250 Kilómetros por hora, presión esta última que es el umbral de rotura de cristales de ventanas.

8.4.3. Fases de ejecución

8.4.3.1. Perforación de barrenos en el frente

Las perforaciones que se realizan en el frente de excavación de un túnel, se diferencian de las realizadas en banco, en que la superficie libre de expansión es menor, y por lo tanto requieren de consumos específicos de explosivo mayores y de una disposición más compleja.

Barrenos de cuele

Están constituidos por perforaciones, generalmente sin carga, con diámetros habituales comprendidos entre 65 y 200mm. Lo más habitual, es que se orienten paralelas al eje del túnel. La función del cuele es proveer de una superficie libre de expansión para los frentes de onda, de manera que se favorezca la fragmentación y la expulsión de las rocas. Por este motivo suelen disponerse en el centro de la excavación.

Barrenos de contracuele

Se colocan en varias secciones concéntricas cargadas de explosivo alrededor del cuele. Los diámetros habituales para estas perforaciones están comprendidos entre 32 y 65mm. Su función es generar las primeras ondas de detonación desde el centro hacia el exterior para ir fragmentando y expulsando la roca.

Barrenos de destroza

Se sitúan alrededor del contracuele en la parte más extensa del frente de excavación. Como su detonación es posterior a la del contracuele, se supone que la superficie libre de la que disponen es mayor, por lo que se espacian más. Se debe tener la precaución de limitar la carga de estos barrenos de manera que las vibraciones que se generen en la detonación no progresen más allá de los barrenos de contorno.

Barrenos de contorno

Son perforaciones, situadas en puntos cercanos al borde de la excavación con un espaciado reducido (generalmente inferior a los 60cm), orientando sus ejes hacia el interior del túnel. Su función es delimitar la superficie de excavación de acuerdo a la forma deseada.

8.4.3.2. Carga de barrenos con explosivos

Después de perforados los barrenos, se procede a la carga con explosivo y al retacado. En general los tipos de explosivo más utilizados son dinamitas gelatinizadas, nitrato amónico con gasóleo (ANFO) y cordón detonante.

Los gases liberados en la detonación, inicialmente se encuentran a presiones muy elevadas, por lo que la ecuación de estado de los gases ideales no sería de aplicación.

La expansión de los gases conforme avanza el frente de la onda aérea, se puede estudiar considerando que se trata de una expansión adiabática.

En la tabla siguiente se han resumido algunas de las características más importantes de los explosivos que habitualmente se utilizan en excavaciones subterráneas.

Tipo de explosivo	Densidad (g/cm ³)	Velocidad de detonación (m/s)	RWS Potencia explosiva relativa en peso (%)	Calor de explosión (MJ/kg)	Volumen de gases (l/kg)	temperatura de explosión (°C)	resistencia al agua
Dinamita gelatinizada	1,5	4.000 - 6.000	135	4,1	600 - 800	3.000 - 4.000	buena
ANFO	0,8	3.000 - 4.000	100	3,9	900-1.000	2.000-3.000	mala
Explosivo de seguridad (*)	1,2	1.500-2.000	40	3,0	900-1.000	1.400 - 2.000	mala

(*) En atmósferas con metano

La secuencia habitual de trabajo es:

1. Carga de los explosivos en cañas omega de PVC
2. Introducción de los iniciadores en los cartuchos cebo en el fondo de las cañas
3. Inserción de las cañas de PVC en los barrenos (**)
4. Conexión de los detonadores mediante cordón detonante
5. Retacado de los barrenos con arcilla
6. Extensión de los cordones detonantes y conexión al punto de iniciación de la pega

(**) Si se utiliza explosivo en grano, la carga se realiza después de la fase 3

8.4.3.3. Detonación

Una vez preparadas las cargas en los barrenos, y asegurada la zona, se procede a generar una señal de disparo en el punto de iniciación. Esta señal, se transmite a través del cordón detonante hasta los iniciadores, los cuales a su vez detonan las cargas cebo.

El cordón detonante está constituido por un núcleo de fulminante, habitualmente pentrita, rodeado por fibras sintéticas y una cubierta de plástico que lo aíslan del agua exterior. En general, tiene la suficiente flexibilidad y resistencia a la tracción como para ser manipulado en obra con comodidad. El gramaje que se suele utilizar para transmitir la señal de disparo, suele estar entre 6 y 12 gramos de núcleo explosivo por metro lineal. Sin embargo, cuando se utiliza en las cargas de los barrenos, el gramaje puede alcanzar los 100 gramos por metro lineal.

En la siguiente tabla se han resumido los tipos más comunes de detonadores y sus características:

Tipo de detonador	Sistema de iniciación	Elemento de retardo	Sensibilidad a campos electromagnéticos y a cargas electrostáticas
Eléctrico	corriente eléctrica sobre electrodos	material con velocidad de inflamación específica	S (sensibles) alta I (insensibles) moderada AI (altamente insensibles) baja
No eléctrico	percusión a alta velocidad sobre sustancia explosiva	material con velocidad de inflamación específica	muy baja
Electrónico	corriente eléctrica codificada sobre electrodos	microchip previo a la iniciación	muy baja

Teniendo en cuenta la seguridad que proporcionan los distintos tipos de iniciadores arriba indicados, se recomienda el empleo de detonadores electrónicos y no eléctricos, pudiendo también utilizarse con las debidas precauciones, los detonadores eléctricos AI (altamente insensibles).

La detonación se debe realizar con microretardos, de manera que se vaya incrementando progresivamente la superficie libre de expansión, hasta que se interfieran las ondas de detonación de la destroza, con las producidas por las cargas de contorno. En general, se obtiene mayor precisión en los tiempos de disparo utilizando detonadores electrónicos y no eléctricos.

Los intervalos más frecuentes entre microretardos, se encuentran entre 25 y 50 milisegundos, por lo que, con los iniciadores habituales, se pueden obtener fácilmente hasta 10 secuencias

de detonación en una misma pega. En principio, si dos esquemas de tiro están bien diseñados, el que utiliza un mayor número de secuencias de disparo, obtiene mejor fragmentación y mayor ajuste al perfil teórico de excavación.

Es conveniente que se adopten las debidas protecciones antiproyección de los fragmentos de roca y que se procuren minimizar las vibraciones del terreno diseñando adecuadamente los planes de tiro.

En función de la fase de ejecución, las medidas preventivas a adoptar serán las siguientes:

- Perforación de barrenos

La máquina deberá estar equipada con cabina insonorizada, y el operario encargado de su manejo debe emplear protectores auditivos.

Sólo es necesaria la presencia del maquinista, por lo que no debe haber otras personas en su radio de acción.

- Preparación de explosivos

El explosivo llega a la obra transportado por empresas autorizadas, custodiado por vigilantes y en un vehículo adecuado.

El explosivo estará separado en todo momento de los detonadores.

El explosivo se colocará en los barrenos perforados mediante unas cañas donde se introducen los cartuchos. Para ello se habilitará una zona en el túnel debidamente acotada y señalizada donde solo tendrán acceso los operarios autorizados.

Una vez en obra, tanto el explosivo como el cordón detonante, debe acopiarse en un bunker que cumpla la normativa en vigor.

- Carga y retacado de barrenos

Durante esta operación los equipos de perforación han de estar retirados y las máquinas y vehículos con los motores apagados, así como las líneas de conducción eléctrica y aparatos de emisión de radiofrecuencias, tales como emisoras, teléfonos móviles, etc.

No se permitirá la presencia de personal no autorizado y se mantendrán cerrados los accesos.

No se utilizarán nunca retacadoras metálicas, sino con materiales suficientemente plásticos (lo mejor, arcilla húmeda), que no propaguen la llama y sean antiestáticos.

- Disparo de la pega

La detonación de la pega será eléctrica.

El operario encargado del disparo se situará fuera del túnel y apartado del radio de acción, en zona protegida.

Los detonadores serán de alta sensibilidad.

Los detonadores y líneas de tiro estarán siempre en cortocircuito, que se irán deshaciendo en retirada hacia el exterior.

Antes de disparar, comprobar la resistencia del circuito que debe ser la correcta.

En caso de fallo al accionar el disparo, no repetirlo, sino comprobar el circuito con las debidas precauciones, dividiendo la pega en dos partes, la mitad donde se detecte la anomalía en otras dos y así sucesivamente hasta encontrar el defecto.

Si se detectan signos de tormenta, se detendrán las operaciones. Se cortocircuitarán los extremos de los hilos existentes y se abandonará el frente hasta que termine la tormenta.

No utilizar en la misma pega detonadores de distinta sensibilidad y características eléctricas.

El tendido de la línea de tiro será por el hastial opuesto al de la línea de alumbrado y deberá ir sobre aisladores.

Todos los detonadores de la voladura serán de la misma sensibilidad y la misma resistencia de puente. Se conectarán siempre en serie y su número no sobrepasará la capacidad de inicio del explosor.

Las labores de manipulación, conexión y disparo, serán realizadas por personal artillero con cartilla autorizada vigente habilitada por la Sección de Minas del Ministerio de Industria.

Antes del disparo de la pega, el encargado del tajo realizará una barrida visual del túnel en sentido salida, con el objetivo de que ninguna persona permanezca dentro del mismo en el momento de la voladura

8.4.4. Barrenos fallidos

Tras la voladura, el encargado inspeccionará el tajo, y si observa algún tiro fallido, tomará las medidas pertinentes.

Los barrenos fallidos deben ser debidamente señalizados y se han de tomar rápidamente las medidas oportunas para neutralizarlos. Mientras tanto, no se realizará trabajo alguno en la labor afectada.

La neutralización de los barrenos fallidos se realizará por personal adiestrado, empleando alguno de los siguientes métodos:

Redisparar el barreno después de haber comprobado que está en condiciones para ello y no hay riesgo de proyecciones peligrosas.

Si el taco ha desaparecido y queda explosivo al descubierto con caña suficiente, se puede introducir un nuevo cabo, se retaca y se da fuego, observándose las precauciones indicadas en el párrafo anterior.

Se puede perforar y disparar un nuevo barreno de eliminación, paralelo al fallido a una distancia no inferior a 10 veces el diámetro de perforación. En el caso de que se hubiera utilizado el explosivo a granel, esta operación no se puede realizar por el riesgo de que la barrena afecte al explosivo, que puede haberse dispersado a través de las fracturas del terreno.

Si el barreno fallido está en su bloque, desprendido, se deben utilizar cargas adosadas para proceder a su troceo.

En ningún caso se pueden dejar barrenos fallidos, sin neutralizar, sin la debida vigilancia.

8.4.5. Transporte, almacenamiento y distribución del explosivo

Dentro del recinto de los minipolvorines se exigirá el estricto cumplimiento de las normas de seguridad establecidas en la autorización del mismo, y su construcción y emplazamiento se ajustará a los dispuestos en las normas legales y reglamentos vigentes.

No se podrá fumar, llevar elementos productores de chispas, llama desnuda a altas temperaturas, así como sustancias inflamables.

La disposición de almacenaje de explosivos se hará de forma que permita consumir primero el de más antigüedad de fabricación.

Apilar siempre en su envase original, sin exceder 1.50 m de altura.

Nunca se almacenarán juntos explosivos con detonadores.

Los detonadores, relés de microretardo o cualquier otro tipo de iniciador de explosivo, no pueden transportarse conjuntamente con los explosivos.

Los explosivos se deben transportar en sus envases originales o en sacos o mochilas especiales con capacidad máxima de 25 Kg.

Es preceptivo el uso de un libro-registro, que se llevará al día, con entradas y salidas y existencias.

El responsable del movimiento del explosivo, solo podrá entregarlos mediante recibo firmado ya a personas autorizadas.

8.4.6. Protecciones colectivas

- Acordonamiento de la zona
- Señalización adecuada
- Señales sonoras de aviso
- Lugares seguros para el personal
- Pasos peatonales predefinidos

8.4.7. Protecciones individuales

- Casco de polietileno
- Casco de polietileno con lámpara blindada antideflagante
- Equipo de baterías antidetonantes
- Guantes de polietileno forrado en algodón (sin fibras sintéticas)
- Botas de cuero, con puntera reforzada no metálica y suela de cuero
- Ropa de trabajo antiestática (sin fibras sintéticas) Trajes para lluvia, antiestático
- Cascos protectores auditivos
- Faja antivibratoria (elástica)
- Muñequeras antivibratorias

- Gafas antiproyecciones-antiimpactos
- Mascarillas antipartículas de polvo

8.5. Excavaciones en zanjas y rellenos

8.5.1. Descripción de los trabajos

A caballo entre los trabajos de movimiento de tierras y puesta en obra e instalación de tubos se encuentran las excavaciones en zanja, en la que el riesgo principal el posible hundimiento de las paredes de la zanja, en función de los materiales y la profundidad.

Las unidades más relevantes son las obras de drenaje y saneamiento, así como las reposiciones y nueva ejecución de servicios.

La secuencia de ejecución de estos trabajos será la siguiente:

- Replanteo.
- Excavación con retroexcavadora, pala o por medio manuales.
- Carga y transporte del material sobrante a vertedero con carretillas, dúmperes o camiones.
- Agotamiento, drenajes y entibaciones, para lo que se usarán bombas de achique.
- Después de la colocación de los dispositivos o elementos a instalar en la zanja, se hará el relleno con palas, dúmperes o camiones y su posterior compactación con rodillos o compactadoras.

Será necesaria la ejecución de zanjas para las siguientes unidades de obra:

- ejecución de cimentaciones para albardillas, bordillos, bancos y alumbrado
- ejecución de la red de saneamiento
- ejecución de la red de alumbrado público
- ejecución de la red de riego

8.5.2. Identificación de riesgos

La ejecución de zanjas plantea una problemática específica por su realización en el subsuelo:

- Existencia conocida, o desconocida en muchos casos, de canalizaciones eléctricas de alta y baja tensión, de gas, de agua, telefónicas, etc... que puedan ser causa de accidentes graves. Ver apartado de servicios afectados.
- Aparición nivel freático alto que ocasionen derrumbamientos y socavones.
- Interrupción del tráfico rodado y de circulación de personas.
- Caídas de personal a nivel y al interior de la zanja
- Sobrecargas en los bordes de la excavación por acopio indebido de materiales o excesiva proximidad de maquinaria pesada.

- No emplear el talud adecuado ni entibaciones.
- Variación del grado de humedad del terreno, filtraciones.
- Vibraciones.
- Fallo en las entibaciones o apuntalamientos o desentibación incorrecta.
- Caída de objetos sobre los operarios.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atropellos al personal de obra, por la maquinaria.
- Colisiones, alcances y vuelcos de la maquinaria.
- Heridas punzantes.
- Vuelcos de maquinaria.
- Caída de objetos desde la maquinaria.
- Inundaciones.
- Cuerpos extraños en los ojos, proyección de partículas.
- Lumbalgia por sobre esfuerzo o posturas inadecuadas.
- Lesiones y cortes en pies y manos.
- Polvo, ruido.
- Contacto eléctrico directo por líneas eléctricas enterradas
- Contacto eléctrico indirecto con masas de máquinas eléctricas.

8.5.3. Medidas preventivas

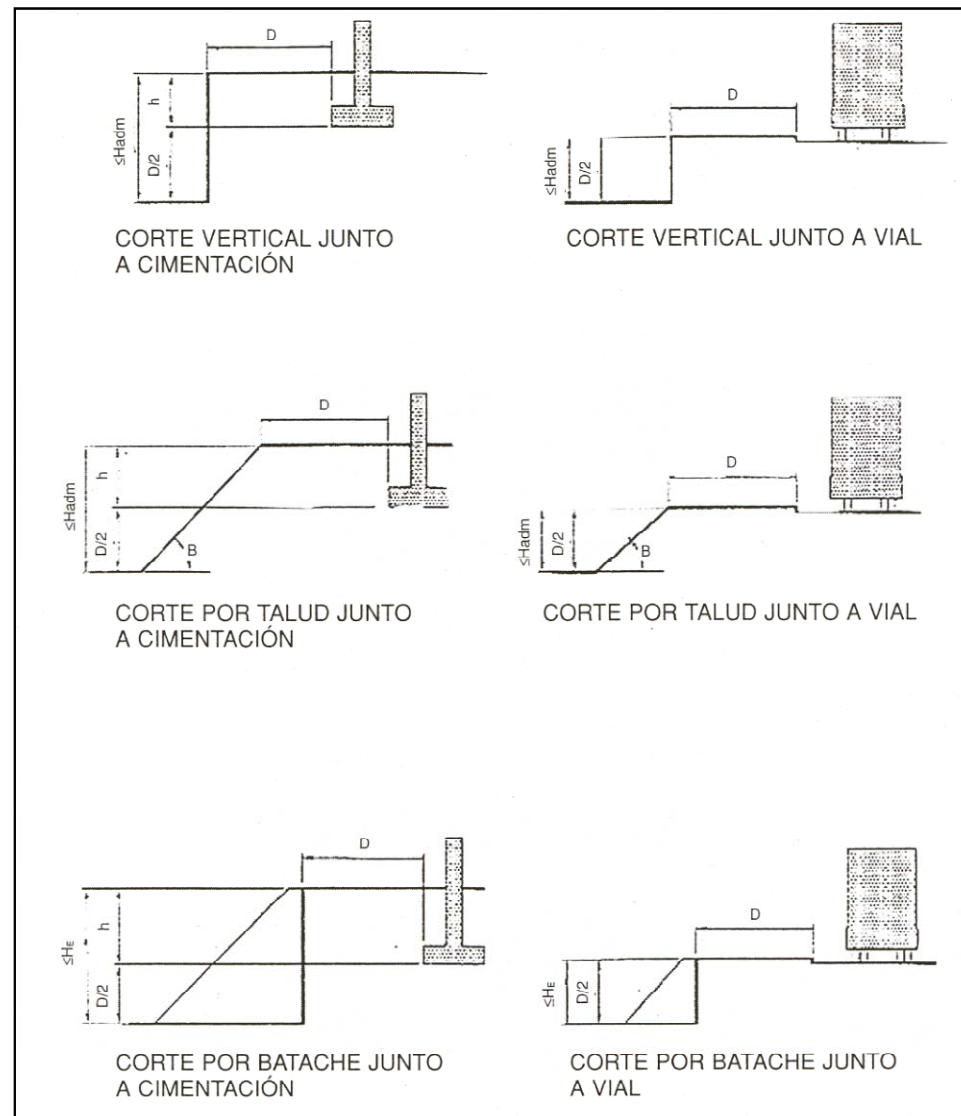
- La excavación de las zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud provisional adecuado a las condiciones del terreno. El cálculo de estos taludes provisionales aunque se trata de pequeñas zanjas, se hará conforme a la legislación vigente.
- A las excavaciones en zanja se les dará una anchura mínima. En la siguiente tabla se puede ver la anchura mínima que hay que dar a una zanja en función de su profundidad (habrá que tener en cuenta el sobreecho de la entibación si la hay).

Profundidad H Anchura mínima

0,00 m < H < 0,75 m.....	0,50 m
0,75 m < H < 1,00 m	0,55 m
1,00 m < H < 1,30 m	0,60 m
1,30 m < H < 2,00 m	0,65 m
2,00 m < H < 3,00 m.....	0,70 m
3,00 m < H < 5,00 m	0,80 m

- No se deben realizar zanjas verticales de profundidad superior a 5 m. Cuando sea preciso superar dicha profundidad se deberá sobreexcavar la parte superior de la zanja, ataluzando adecuadamente, de forma que ésta, quede con profundidad inferior a 5 m en la zona de corte vertical.
- La citada sobreexcavación tendrá taludes estables y ancho mínimo de 3 m. La excavación manual sólo se utiliza para pequeñas profundidades y siempre que la dureza del terreno lo permita.
- En ningún momento, se solapará el trabajo de la máquina con el de operarios en el interior de la zanja o el pozo.
- En general, podrá vaciarse por corte vertical, talud o batches, sin realizar previamente estructura de contención, hasta una profundidad máxima de:

Hadm = h + 0/2 junto a cimentaciones próximas y **Hadm = D/2** junto a viales. En ningún caso la profundidad de excavación será superior a Hadm en corte vertical o talud, siendo:



h = profundidad del plano de cimentación próxima. Ver figura.

D = distancia horizontal desde el borde de coronación a la cimentación o vial.

$Hadm$ = altura admisible del corte vertical o talud.

- Para la excavación de un vaciado de profundidad h ángulo b , se excavará el terreno, entre los límites laterales y hasta la profundidad h definida en la documentación técnica.
- El personal que debe trabajar en esta obra en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que puede estar sometido, y nunca se meterá en la zanja bajo el cazo de la máquina que extrae las tierras.
- El acceso y salida de una zanja se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en el borde superior de la zanja y estará apoyada sobre una superficie sólida de reparto de cargas. La escalera sobrepasará en 1 m., el borde de la zanja.
- El material procedente de la excavación se apilará lo suficientemente alejado del borde de la zanja para evitar desmoronamientos o desprendimientos que puedan poner en peligro a los trabajadores. En cortes de profundidad mayor de 1,25 m se dispondrán a una distancia no menor de 2,50 m del borde de la excavación y se llevará al vertedero todo el material sobrante que no vaya a ser empleado en los rellenos posteriores. Las zonas de acopio deberán estar debidamente señalizadas.
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a los 2 m. se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria (pasamanos, listón intermedio y rodapié) situada a una distancia mínima de 2 m. del borde, o se balizará con cinta bicolor.
- Si los trabajos requieren iluminación se efectuará mediante torretas aisladas con toma a tierra, en las que se instalarán proyectores de intemperie, alimentados a través de un cuadro eléctrico general de obra.
- Si los trabajos requieren iluminación portátil, la alimentación de las lámparas se efectuará a 24 V. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa-mango aislados eléctricamente.
- Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes exógenos por proximidad de caminos, carreteras, ferrocarril, etc., transitados por vehículos; y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- Se implantarán testigos de vibraciones.
- Las vallas de protección distarán no menos de 1 m de la zanja cuando se prevea paso del personal paralelo a la dirección de la misma y no menos de 2 m cuando se prevea paso de vehículos.

- Cuando los vehículos circulen en sentido normal al eje de la zanja, la zona acotada se ampliará a dos veces la profundidad de la zanja en ese punto, siendo la anchura mínima de 4 m, limitándose la velocidad en cualquier caso a 10 km/h.
- Durante el uso continuado de martillos neumáticos se utilizarán auriculares acústicos, cinturón antivibratorio y pantalla anti-impactos.
- Los grupos de compresores y electrógenos deberán situarse lo suficientemente alejados de la zanja para evitar su caída accidental y las molestias por ruidos y gases en la zona de trabajo.
- Cuando se trate de compresores portátiles, si estos se colocan en el interior de la zanja, se habilitarán las medidas necesarias para la evacuación de los gases fuera de la misma.
- Los trabajos a realizar en los bordes de las zanjas o trincheras, con taludes no muy estables, se ejecutarán sujetos con el arnés de seguridad amarrado a “puntos fuertes” ubicados en el exterior de las zanjas.
- Para pasar por encima de una zanja se deben instalar pasarelas adecuadas. Nunca debe pasarse por los puntales del entibado.
- Se recomienda que no transcurran más de ocho días entre la excavación de la zanja y la colocación de los tubos, para evitar posibles riesgos de derrumbamiento y sepultamiento.
- Cuando el terreno de la excavación es suelto y no se mantiene sin desmoronarse en una altura igual a la anchura de un tablón es necesario proceder a una entibación vertical del terreno para evitar riesgos de sepultamiento desde el punto de vista de la seguridad. Si la profundidad de la zanja es mayor de 4 m, sólo se admitirá, como sostenimiento, una entibación cuajada.
- Será obligatorio, antes de comenzar las excavaciones, la presentación a el Equipo Fiscalizador de un proyecto de sostenimiento en el que se analice el sistema adoptado, la forma de ejecución y la puesta en obra para cada caso concreto que presente riesgos.
- El sostenimiento proyectado soportará las acciones del terreno y del tráfico que circule por las proximidades del área de excavación, permitiendo su puesta en obra de forma que el personal no tenga necesidad de entrar en la zanja o pozo hasta que las paredes de la misma están perfectamente soportadas. La puesta en obra del sostenimiento no implicará consecuencias molestas ni peligrosas motivadas por el sistema de colocación.
- Por el mismo motivo de seguridad, si el terreno esta saturado de agua o se sobrepasa el nivel freático es necesario achicar con bombas el agua o proceder a un tablestacado.
- No se prevé la presencia de aguas contaminadas o la entrada en espacios confinadas; no obstante se dispondrá en obra de mascarillas con filtros químicos por el riesgo biológico que pueden implicar los trabajos en las zanjas.
- Por motivos de seguridad es aconsejable que la apertura de zanjas, colocación de tubos y posterior relleno vayan lo más adecuadamente acompasados, para que la zanja no esté demasiado tiempo abierta evitando así en lo posible el riesgo de desprendimientos, inundaciones, etc., para evitar posibles accidentes.
- Para realizar el empalme de los tubos, los operarios no empujarán manualmente los mismos para evitar sobreesfuerzos, sino que se empujará el tubo desde el otro extremo del empalme con el cazo de una mixta o retroexcavadora.
- Se comprobará que el tipo de terreno y el nivel freático se ajustan a los previstos. En caso contrario se comunicarán por escrito los nuevos datos a el Equipo Fiscalizador.
- Se vigilará que el bombeo, si es necesario achique, no arrastre finos, para evitar el sifonamiento en los terrenos circundantes, que pudieran perjudicar la estabilidad de las construcciones colindantes y provocar desprendimientos que pongan en peligro la seguridad del Personal.
- Los cables eléctricos que pudieran aparecer durante la excavación no serán tocados con las manos ni con herramientas, ni se intentará desplazarlos con las máquinas. Se dará inmediatamente aviso al Equipo Fiscalizador y a la Compañía suministradora y se suspenderán los trabajos en la zona.
- El relleno de la zanja en un tramo determinado, no comenzará hasta que la conducción a instalar esté totalmente montada.
- Si el relleno de la zanja se lleva a cabo por medios mecánicos, se situarán a cierta distancia del borde de la zanja, los correspondientes topes de limitación de movimiento.
- Mientras se lleve a cabo el vertido de materiales de relleno, el personal permanecerá fuera de la zanja. La zona de relleno estará libre de objetos extraños y herramientas.
- No se realizarán acopios a menos de 3 m de las zanjas.
- Cuando la zanja esté protegida con cualquier sistema de sostenimiento, no se retirará éste hasta la total compactación de la tongada correspondiente, y siempre por debajo de la cota de rasante de dicha tongada.
- La maquinaria que efectúa los trabajos se asentará en lugar seguro, y en fase de trabajo, deberá tener sus brazos hidráulicos totalmente extendidos y firmemente apoyados.
- Todas las maniobras de la maquinaria deberán estar señalizadas adecuadamente mediante señalización visual y acústica.
- Periódicamente se revisarán las entibaciones tras la interrupción de los trabajos y antes de reanudarse de nuevo.
- El personal que maneje la maquinaria deberá estar cualificado para dicho trabajo.
- Las áreas de trabajo se mantendrán limpias y despejadas en todo momento.
- Se realizará un adecuado mantenimiento de la maquinaria.

- Se prohibirá la permanencia de personas junto a máquinas en movimiento.

8.5.4. Protecciones colectivas

- Topes de desplazamiento para vehículos.
- Protección de la zanja mediante barandillas resistentes con rodapié y mallas plásticas de señalización.
- Vallas autónomas de contención de personal.
- Organización de tráfico y señalización de tráfico en el tajo y sus proximidades.
- Entibaciones.

8.5.5. Protecciones individuales

Se establecerá el uso de los siguientes medios de protección:

- Mono de trabajo.
- Casco.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Traje de agua.
- Botas de agua.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Mascarilla de filtro químico.
- Gafas antipolvo.
- Arnés de seguridad.
- Faja lumbar.
- Auriculares acústicos
- Cinturón antivibratorio
- Pantalla anti-impactos.

8.5.6. Medios auxiliares

- Pasarelas peatonales de 0,60 m de ancho.
- Escaleras fijas de 0,60 m de ancho.
- Escaleras de mano.
- Apuntalamientos.
- Carretillas.

8.5.7. Maquinaria

- Retroexcavadoras.
- Camiones y dumpers.
- Martillos neumáticos.
- Herramientas manuales, pico y pala.
- Compactadores.
- Bombas de achique.

8.5.8. Señalización y balizamiento

- Cintas de señalización y elementos de balizamiento para delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria, los acopios de material y el borde de la excavación.
- Señalización de seguridad y salud en el tajo. Riesgo de caída a distinto nivel, riesgo de desprendimiento, prohibido acceso a personal no autorizado.

8.6. Excavación en desmote

8.6.1. Definición

La excavación en desmote (incluso en fase de ejecución de bataches de hastiales) sin utilización de explosivos incluye las siguientes operaciones:

- Excavación del terreno
- Agotamiento con bomba de extracción, en caso necesario
- Red de evacuación de aguas
- Carga de los materiales excavados
- Transporte a la zona de acopio de excedentes, lugar de utilización de los materiales excavados o vertedero.
- Operaciones de protección
- Saneamiento y perfilado de los taludes y del fondo de excavación y formación de cunetas.
- Construcción y mantenimiento de accesos
- Acondicionamiento de la zona de acopio de excedentes.

En este proyecto se contempla como movimiento de tierras la ejecución de las rampas de acceso a los pozos de ataque y desmontaje de la tuneladora, por lo que los trabajos se encuentran muy localizados, y no requieren gran cantidad de recursos para su ejecución.

Todas las excavaciones en desmote deberán estar convenientemente justificadas a través de los correspondientes cálculos técnicos justificativos, bien a través de la definición concreta del Estudio Geotécnico, bien a través de la justificación documentada, ya en obra, por parte de un Técnico competente de la empresa contratista.

8.6.2. Medios

- Retroexcavadora
- Pala cargadora
- Camión Basculante

8.6.3. Identificación de Riesgos

- Aprisionamiento por máquinas y vehículos
- Arrollamiento por máquinas y vehículos
- Accidentes de vehículos por exceso de carga
- Caídas y vuelcos de vehículos
- Caída de personas a nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Accidentes por caída de materiales y maquinaria desde el borde de taludes
- Lesiones por proyecciones de partículas en los ojos
- Aprisionamiento por deslizamientos y desprendimientos
- Explosiones imprevistas
- Intoxicación por emanaciones de gases
- Quemaduras y electrocuciones
- Lesiones auditivas por ruido excesivo.
- Afecciones respiratorias por inhalación de polvo.
- Lesiones producidas por vibraciones.
- Aplastamiento por desprendimiento de tierras
- Riesgos provocados por inundaciones

8.6.4. Medidas preventivas

- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: Riesgo de caídas a distinto nivel, y maquinaria pesada en movimiento.
- Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones.
- Cuando necesariamente los accesos hayan de ser comunes se delimitarán los de peatones por medios de vallas, aceras o medios equivalentes.

8.6.4.1. Previsiones iniciales

- Antes del inicio de los trabajos, se estudiarán las repercusiones del vaciado en las áreas colindantes y se resolverán las posibles interferencias con canalizaciones de servicios existentes.

8.6.4.2. Normas de actuación durante los trabajos

- Los materiales precisos para refuerzo y entibado se acopiarán en obra con la antelación suficiente para que el avance de la excavación sea seguido inmediatamente por la colocación de los mismos.
- Los frentes de trabajo se sanearán siempre que existan bloques sueltos o zonas inestables.
- Los productos de excavación que no se lleven a vertedero se colocarán a una distancia del borde de la excavación igual o superior a la mitad de la profundidad de esta, salvo en el caso de excavación en terreno arenoso en que esa distancia será, por lo menos, igual a la profundidad de la excavación.
- Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga o máquina se acerque a un borde ataluzado se dispondrán topes de seguridad comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo. Esta comprobación y la determinación de la distancia del tope serán determinadas por el Encargado del tajo.
- Las máquinas que transmitan vibraciones al terreno se colocarán a una distancia tal de los taludes que no pongan en peligro su estabilidad.
- En las laderas que queden por encima del desmonte y en general en todos los bordes de las excavaciones, se hará previamente una revisión, quitando las piedras sueltas que puedan rodar con facilidad. Igualmente, se procederá al saneo de los taludes empezando por la parte superior de los mismos.
- El refino y saneo de las paredes ataluzadas se realizará para cada profundidad parcial no mayor de tres metros.
- El estado de los taludes y/o entibaciones será revisado diariamente antes del inicio de los trabajos y cualquier anomalía será comunicada al Jefe de Obra. Estas precauciones se extremarán cuando se produzcan cambios climáticos o tras interrupciones del trabajo.
- Los caminos de circulación tendrán como pendiente máxima la que condicione la máquina más restrictiva que circule por ellos. Las rampas de acceso de los vehículos a los vaciados se dimensionarán en función de la época del año y de los vehículos a utilizar. El ancho mínimo de las rampas provisionales para el movimiento de vehículos y máquinas será de 4,5 metros, ensanchándose en las curvas y sus pendientes no serán mayores del 12% y 8% respectivamente, según se trate de tramos rectos o curvos.
- El movimiento de vehículos de excavación y transportes se regirá por un plan preestablecido, procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes.

- Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.
- Las pistas y traza por donde circulan vehículos y máquinas, se regarán periódicamente con cuba de agua.
- Los operadores de máquinas de movimiento de tierras, deberán tener contrastada experiencia, formación específica y autorización del empresario para la máquina que manejen.
- Si existen interferencias con líneas eléctricas aéreas por circulación de vehículos o máquinas bajo la línea, se situarán gálibos a ambos lados de la misma y carteles anunciadores de riesgo.
- Las áreas de trabajo en las que el avance de la excavación determine riesgo de caída de altura, se acotarán debidamente con barandilla de 1 m de altura siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.
- Periódicamente se pasará revisión a la maquinaria de excavación y transporte con especial atención al estado de mecanismo de frenado, dirección, elevadores hidráulicos, señales acústicas e iluminación.

8.6.5. Protecciones

8.6.5.1. Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Arnés de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos

- Chalecos reflectantes para el personal de protección

8.6.5.2. Protecciones colectivas

- Avisador acústico en máquinas
- Vallas de limitación y protección
- Balizamiento luminoso
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Para el acceso del personal al tajo se utilizarán escaleras independientes del acceso de los vehículos.
- Pasarela de protección
- Vallas de contención en borde de vaciados.
- Barandilla de protección.
- Aislamiento de la zona de trabajo con cinta de balizamiento o malla naranja para evitar aproximaciones a los lugares de riesgo.
- Riegos para evitar levantamiento de polvo por la circulación de los vehículos o máquinas de la obra (pistas y cajas de camiones).
- Máquinas equipadas con extintores de polvo polivalente en cabina o lugar seguro y accesible.
- Bombas de achique para los casos en que sea preciso el agotamiento por alcance de nivel freático.
- En previsión de vuelcos por deslizamiento, se señalarán los bordes superiores de los taludes (cuerdas de banderolas, balizas, etc). Ubicadas a una distancia no inferior a 2 m del borde.

8.6.6. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, arnés de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Entrada y salida de vehículos.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Todos los operadores de maquinaria y transportes estarán en posesión del permiso de conducir y el de capacitación, además de haber recibido la precisa formación e información obra los riesgos y medidas a adoptar.

- Establecimiento de itinerarios para la circulación de la maquinaria y vehículos en el interior de obra.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria (cumplimiento “manual de normas e instrucciones de uso, manejo y conservación” del fabricante).
- Los camiones de transporte con caja basculante nunca iniciarán la marcha hasta no tener la caja totalmente bajada.
- Prohibir la permanencia de personal en el radio de acción de las máquinas.
- Como método general, cortes de excavación efectuados con taludes estables (sobre-excavación para igualar la inclinación del talud con su ángulo de rozamiento interno) o, alternativamente en caso de tratarse de terrenos de baja cohesión, la adopción de las adecuadas medidas de sostenimiento del terreno.

De acuerdo con el estudio geotécnico del presente Proyecto, los taludes provisionales a adoptar son los siguientes:

- *Rellenos antrópicos y niveles cuaternarios:* 1H:1V
(En excavaciones en rellenos que pudieran estar varios meses abiertas y altura superior a 5m, considerar 2H:1V)
- *Niveles Terciarios:* 1H : 3V

Estas recomendaciones son válidas para alturas de excavación inferiores a 5 m y en las que los edificios del entorno se sitúen a distancias superiores a la altura máxima de excavación. En otros casos deberán analizarse las condiciones particulares teniendo en cuenta los parámetros geotécnicos considerados para en su caso suavizar estos taludes.

8.7. Puesta en obra e instalación de tubos

8.7.1. Descripción de los trabajos

La puesta en obra e instalación de tubos se centra principalmente en las obras de drenaje así como en reposición de servicios o canalizaciones, Será necesaria la puesta en obra e instalación de tubos tanto en losas como sobre tierras en las siguientes unidades de obra (en caso de ser necesaria la realización de prismas ver apartado de obras de hormigón):

- Ejecución de la red de saneamiento de aguas
- Ejecución de la red de alumbrado público
- Ejecución de la red de riego para zonas de praderas y árboles
- Canalización de servicios afectados que cambian su trazado o pasan de aéreo o enterrado.

La puesta en obra e instalación de tuberías consta de las siguientes fases:

- Transporte, descarga y acopio de tubos.
- Ejecución de la zanja.

- Alojamiento de tuberías.
- Montaje de tubos.
- Relleno y compactación.

En lo referente a las actividades correspondientes a ejecución de la zanja y el relleno y compactación, se atenderá a lo dispuesto en el apartado anterior.

Tras la ejecución de la zanja, los tubos llegan mediante camiones a las zonas de acopio. Su colocación puede ser manual si las dimensiones o el peso son reducidos, aunque lo normal es la utilización de una grúa para levantar los tubos e introducirlos en la zanja. Los operarios dentro de la zanja untan con grasa la boca del tubo anterior, reciben el tubo a meter y lo alinean con el anterior. Entonces con el cazo de una retro se empuja por detrás el tubo, que queda así empalmado con el anterior.

8.7.2. Identificación de riesgos

Los riesgos detectables más comunes en la instalación de una conducción son:

- Desprendimiento de tierras y/o rocas.
- Caídas de personas a nivel y al interior de la zanja.
- Atrapamiento de personas por la maquinaria, vehículos de obra o tubos.
- Aplastamiento de miembros al recibir las piezas
- Inundación.
- Golpes al personal por el transporte en suspensión de los tubos.
- Caída o deslizamiento del tubo por mal posicionamiento.
- Caídas de objetos.
- Lesiones y cortes en manos y pies

8.7.3. Medidas preventivas

- El personal que va a trabajar en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que puede estar sometido, no permanecerá en la zanja durante el acercamiento del tubo con la grúa para evitar atrapamientos o ser afectado por la caída del tubo.
- Una vez aproximado el tubo, los trabajadores entrarán, alinearán la boca mientras está suspendido y se retirarán antes de soltar la pieza, una vez que la retro ha insertado la boca del tubo en su lugar.
- Se revisarán diariamente las eslingas o cadenas empleadas para la suspensión de los tubos.
- No se pasarán cargas suspendidas sobre los trabajadores en ningún momento.
- El acceso de entrada y salida de una zanja se hará con una escalera sólida, anclada en el borde superior de la zanja y estará apoyada sobre una superficie sólida de reparto de cargas. La escalera sobrepasará 1 m del borde de la zanja.

- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a los 3 m, como norma general, del borde de la zanja.
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a los 2 m se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria (pasamanos, listón inmediato y rodapié) situada a una distancia mínima de 2 m del borde.
- Si los trabajos requieren iluminación se hará con torteas aisladas con toma de tierra y proyectores de intemperie alimentados desde el cuadro general de obra.
- Si se requiere iluminación portátil, se hará con lámparas de 24 V. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa mango aislado eléctricamente.
- Se tenderá sobre la superficie de los taludes una malla de alambre galvanizado firmemente sujeta al terreno. Esta protección es adecuada para mantener taludes que deban quedar estables durante largo tiempo.
- Los trabajos a realizar en los bordes de zanjas, con taludes no muy estables, se ejecutarán sujetos con el arnés de seguridad amarrado a “puntos fuertes” ubicados en el exterior de las zanjas.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- Se revisarán las entibaciones tras la interrupción de los trabajos, antes de reanudar de nuevo los mismos.
- No se deben suprimir nunca uno o varios entibados, ya que entonces el blindaje restante no presenta suficiente resistencia para impedir los hundimientos.
- Para acceder o salir de una zanja se deben utilizar escaleras de mano y nunca trepar por los puntales de la entibación.
- Para pasar por encima de una zanja se deben instalar pasarelas adecuadas. Nunca debe pasarse por los puntales del entibado.
- Los tubos se transportarán siguiendo las recomendaciones del fabricante para no afectar a su capacidad resistente.
- Antes de la llegada de los tubos a la obra, se habrá acondicionado adecuadamente las áreas previstas para su recepción y acopio.
- Los tubos se acopiarán según las normas dictadas por el fabricante y, siempre que sea posible, al borde de zanja con el resguardo indicado anteriormente, en el apartado dedicado a zanjas, al lado opuesto del acopio de material excavado.
- La descarga y colocación se llevará a cabo por medios mecánicos y, tanto los maquinistas como todo el personal que intervenga en la operación deberán observar las normas de seguridad.
- Tanto en el acopio como en la colocación de los tubos se prestará especial atención a que en la posición en que se coloquen no tengan posibilidad de moverse y/o deslizarse

accidentalmente. Se calzarán con cuñas de material adecuado y no se apilarán en el acopio por encima de la altura máxima aconsejada por el fabricante.

- El tubo en suspensión se guiará mediante cabos sujetos a los extremos del tubo.
- Al colocar el tubo en la zanja no se permanecerá en el radio de acción de la máquina y no se tocará, con excepción del personal encargado de conducirlo, hasta que esté totalmente apoyado.
- No se debe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.
- En caso de que el maquinista no tenga acceso visual al fondo de la zanja, se guiará la maniobra con señalista.
- Durante las operaciones de bajada del tubo, el área de la zanja afectada estará libre de personal y herramientas.
- No se permitirá utilizar el tubo como punto de apoyo para entrar y salir de la zanja, aunque esté totalmente inmovilizado, se utilizarán las escaleras dispuestas al efecto.
- El montaje de tubos debe hacerse con sumo cuidado para no provocar accidentes, se debe de seguir el orden establecido para el montaje de tubos y siempre se debe de comenzar por el extremo de aguas abajo.
- Durante el montaje de los tubos, se seguirán todas las medidas preventivas establecidas para la ejecución de zanjas y rellenos. También se mantendrán todas las protecciones colectivas dispuestas para ellas.
- Para realizar el empalme de los tubos, los operarios no empujarán manualmente los mismos para evitar sobreesfuerzos, sino que se empujará el tubo desde el otro extremo del empalme con el cazo de una mixta o retroexcavadora.
- En caso de que puntualmente deba retirarse una protección colectiva o esta sea inviable técnicamente de instalar se podrá utilizar protección individual anticaídas normalizado anclado a un punto de resistencia garantizada o sistema de contrapesos normalizado. En caso de no ser normalizado (respecto normas de aplicación) el Contratista justificará con cálculos e instrucciones de montaje las líneas de vida, anclajes y demás componentes.

8.7.4. Protecciones colectivas

- Topes de desplazamiento de vehículos.
- Entibaciones.
- Protección de la zanja mediante barandillas resistentes con rodapié y mallas plásticas de señalización.
- Vallas autónomas de contención de personal.
- Organización de tráfico y señalización de tráfico en el tajo y sus proximidades.

8.7.5. Protecciones individuales

- Mono de trabajo
- Casco.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Gafas antipolvo.
- Arnés de seguridad.
- Guantes de cuero y de goma
- Botas de seguridad.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo.
- Traje para ambiente húmedo o lluvioso.
- Protectores auditivos.
- chaleco reflectante.

8.7.6. Medios auxiliares

- Escaleras manuales.

8.7.7. Maquinaria

- Camión grúa.
- Grúa autopropulsada.
- Herramientas manuales.
- Retroexcavadora.
- Mixta.

8.7.8. Señalización y balizamiento

- Cinta bicolor de balizamiento.
- Linternas luminosas para balizamiento
- Señales de seguridad y salud, riesgo de caídas a distinto nivel, prohibido el paso a personal no autorizado.
- Señales de tráfico cuando sea necesario el desvío de zonas de paso.

8.8. Rellenos en zanja

8.8.1. Identificación de riesgos

Los riesgos coinciden con los analizados en el epígrafe correspondiente a *Excavación en zanja*. A ellos se añadirá el riesgo de lesiones por vibraciones, derivado de los trabajos de compactación.

8.8.2. Medidas preventivas

Coincidirán con las medidas preventivas establecidas para los trabajos de excavación en zanjas.

Además, siempre que la zanja pueda recibir empujes exógenos por proximidad de caminos, carreteras, calles, etc., transitados por vehículos; y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras, se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares. En el caso de entibación, se revisará también ésta.

8.8.3. Protecciones

Serán de aplicación las contempladas para el caso de excavación de zanjas.

Se añadirá dentro de las protecciones individuales el cinturón antivibratorio, en los trabajos de compactación.

8.9. Ejecución de pantallas

8.9.1. Introducción y descripción

Las pantallas son muros de hormigón armado que se ejecutan por debajo de la cota del terreno y su finalidad es la creación del perímetro de un recinto que posteriormente se excava para crear un espacio libre que albergará cualquier instalación subterránea (estación subterránea de transporte, túnel, parking, etc).

En el presente proyecto, se ejecutarán entre pantallas:

- El túnel de acceso a cocheras en casi 490 m (pK 9+510,08 a pK 10+000)
- Parte del túnel (unos 748 m) y el pozo de extracción 1 entre la estación de Quitumbe y la de Morán de Valverde
- 300 m de túnel entre las estaciones de Morán de Valverde y la de Solanda
- El pozo de extracción 2, el intercambiador 24 de Mayo y el acceso desde la plaza de Sta. Clara, todos ellos ubicados entre la estación de La Magdalena y la de San Francisco
- El pozo de extracción 3 en el pK 22+300 entre las estaciones de San Francisco y de La Alameda
- y el fondo de saco al final del trazado

Las actividades más significativas para la ejecución de pantallas comprenden la ejecución del murete guía, la excavación de bataches con pantalladora, la elaboración y colocación de la jaula de armadura, el hormigonado de los bataches, la utilización de lodos bentoníticos y la colocación y extracción de los tubos o juntas entre los paneles.

Como medidas preventivas más importantes a considerar para la ejecución de pantallas, destacan:

- Acotar la zona de acción de la máquina.
- Utilización de cabos de gobierno para el manejo de elementos suspendidos, evitando la aplicación directa de las manos de los operarios.
- La plataforma sobre la cual se disponga la maquinaria será una superficie horizontal, homogénea, dura, consolidada y drenada.
- La utilización de durmientes para los apoyos de los gatos hidráulicos de las grúas.
- El tubo de la manguera de lodos se sujetará con eslingas con pestillo de seguridad que serán revisadas diariamente.
- Dicho tubo, así como los embudos para el hormigonado, deberán disponer de un dispositivo especial para ser suspendido, y para ser dirigido se usarán cuerdas.
- Durante los desplazamientos y giros de las máquinas el gruista estará auxiliado por otra persona que vigilará la operación.
- Vallas de limitación y protección de las zonas de trabajo.
- Barandilla y rodapié en plataformas de trabajo a más de dos metros de altura.
- Se prohibirá trepar por la ferralla

8.9.2. Pantallas con pantalladora

8.9.2.1. Construcción del murete guía y excavación

Se procederá a construir el murete guía previo al comienzo de la excavación. Se situará la pantalladora y se instalarán previamente los depósitos de lodos bentoníticos.

Medios empleados

- Maquinaria de hormigonado
- Grúa pantalladora
- Equipo de Jet - Grouting
- Retroexcavadora
- Camiones
- Diversos útiles y herramientas

Los riesgos y medidas preventivas relacionados con la maquinaria empleada, serán los expuestos en el epígrafe correspondiente a Maquinaria.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel (al interior del batache).
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Atrapamientos por choque, deslizamiento y/o vuelco de la máquina.
- Golpes por caídas del material suspendido o de la propia maquinaria.
- Heridas punzantes.
- Lesiones por pisada sobre objetos.

Medidas preventivas

- Señalización de riesgos en el trabajo.
- Se delimitará la zona del radio de giro de la máquina y la zona de desescombro y posterior carga del material extraído de la excavación, mediante la colocación de valla rígida modelo ayuntamiento o similar, que evite el riesgo de atropello, golpes y atrapamientos de los trabajadores.
- Evitar el encharcamiento de la obra mediante bombeo.
- Extremar el orden y la limpieza durante la ejecución de las pantallas, especialmente cuando se utilizan lodos, para evitar resbalones.
- Evitar desniveles, rebajando todo el terreno en torno al murete guía y hasta la cota superior de éste, para facilitar la colocación y efectividad de las protecciones colectivas.
- Se delimitarán los bataches abiertos con vallas tipo ayuntamiento colocadas al menos a 1,00 m del borde del murete guía. Cualquier trabajador que traspase estas vallas, deberá estar anclado a la línea de vida.
- Se utilizarán cabos de gobierno para el manejo de elementos suspendidos. Estos se sujetarán con eslingas con pestillo de seguridad que serán revisadas diariamente.
- Para la colocación del tubo para la junta entre paneles, éste deberá disponer, en un extremo, de un dispositivo especial para ser suspendido. Para ser dirigido se usarán cuerdas evitando la aplicación directa de las manos de los operarios.
- Señalistas de maniobras.
- Durante los desplazamientos y giros de las máquinas portadoras de los tubos el gruista estará auxiliado por otra persona que vigilará la operación.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Todos los operarios que trabajen en los muros deberán llevar como protección individual Arnés de Seguridad Homologado que se enganchará a la línea de vida.
- Botas de seguridad impermeable.

- Botas de seguridad.
- Cascos.
- Guantes.

Protecciones Colectivas

- Colocar la línea de vida retranqueada y situada a una altura del suelo de 1 m aproximadamente. De esta forma se permite la separación entre la zona de anclaje del arnés de la zona de acción de la máquina. La posición ideal de esta línea de vida sería en el lado opuesto donde se sitúa la pantalladora para evitar interferencias.
- Colocar **dados de hormigón** donde los operarios se enganchan directamente dependiendo de la zona donde trabajen. Estos dados se desplazan con grúa según las necesidades de la obra, aproximándolos a los bataches que se vayan a comenzar a excavar.
- Colocación de líneas de vida entre dados de hormigón. con lo que se consigue mayor movilidad del operario. Es recomendable, como ya se ha indicado anteriormente, que la línea de vida se coloque en el lado opuesto del batache en el que se encuentra la pantalladora. El trabajador que se aproxime a la pantalla lo realizará con arnés de seguridad y con un dispositivo de bloque retráctil (tambor enrollador con cable o cinta).
- Colocación de barandillas reglamentarias embebidas en los muros guía. En el hormigonado de los muros guía se dejan cartuchos embebidos en los que se introducen balaustrados para soporte de las barandillas. Con esta medida hay que considerar que:
 - En la excavación de los bataches con pantalladoras tipo grúa de celosía y cable hay que retirar estas barandillas durante el proceso de excavación ya que el giro de la bivalva no es controlable con los cables y golpea los muretes guía y las barandillas.
 - La colocación de estas barandillas es operativa cuando se utilizan pantalladoras de bastidor rígido o de cables dentro del un bastidor rígido. Estas pantalladoras permiten el control del giro y posicionamiento de la bivalva con lo cual no se golpean las barandillas. En la fase de excavación es necesario retirar la barandilla en el lado del batache donde se encuentra la pantalladora. El trabajador que realiza la medición de la profundidad del batache lo realizaría desde detrás de las barandillas del lado opuesto de la pantalladora.
- Únicamente deberá preverse para casos puntuales y excepcionales. en los que no existiese otra protección, el anclaje del arnés de seguridad con bloque retráctil a la máquina pantalladora. En este caso se deberá concretar el procedimiento de trabajo por el que la máquina deberá apartarse y pararse cuando el trabajador se aproxime y se ate a la misma para comprobación de la profundidad de la pantalla. Este procedimiento no sería operativo para trabajos posteriores de colocación de la armadura y de hormigonado donde serían necesarios más puntos y zonas de anclaje. Además tiene el condicionante de que depende de la actuación del maquinista que debe apartar y parar

la máquina. Se debe evitar esta medida a no ser que sea estrictamente necesario, y previa justificación del punto de anclaje del arnés de seguridad.

- La zona de trabajo y de acción de la máquina, se protegerá por medio de barandillas a fin de evitar los riesgos de caída en altura. en el interior de la excavación.
- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.9.2.2. Colocación de la jaula de armadura y hormigonado de bataches

Definición

La jaula de armadura está constituida por las barras o mallas de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para colaborar con él a resistir los esfuerzos a que se encuentra sometido, especialmente los esfuerzos de tracción. La elaboración y colocación de las armaduras es una operación que se realiza manualmente y por personal especializado. La unidad comprende las operaciones de enderezado, corte, doblado y colocación

Las jaulas que forman las armaduras de los paneles se construirán en posición horizontal sobre trenes de borriquetas perfectamente estabilizadas. Se construyen las jaulas proporcionando la mayor rigidez para evitar deformaciones en su trasiego.

Posteriormente se procederá al izado de las jaulas y colocación en el interior de los bataches. Una vez situada la armadura, se procederá al hormigonado del batache.

Medios empleados

- Grúas de gran tonelaje y camiones grúa
- Hormigonera
- Camión hormigonera
- Bomba de hormigón
- Vibrador
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas

Los riesgos y medidas preventivas relacionadas con la maquinaria empleada, serán los expuestos en el epígrafe correspondiente a Maquinaria.

Identificación de riesgos

- Golpes y cortes (por el manejo de la ferralla).
- Heridas punzantes.
- Lesiones por pisada sobre objetos.
- Lesiones por caída de materiales.
- Atrapamiento (de dedos en la manutención de ferralla para montaje de armaduras).
- Atrapamientos y golpes (motivados por penduleo de la carga y deslizamiento en la suspensión).

- Atrapamientos por vuelco de máquinas
- Golpes (en los pies por caída de armaduras desde las borriquetas de montaje).
- Exposición a contactos eléctricos.
- Dermatitis (por contacto continuado con el óxido de hierro).
- Proyecciones de partículas en los ojos
- Caídas de personas a distinto nivel.

Medidas preventivas

Durante la elaboración de armaduras

- El material a colocar en obra se acopiará en el tajo, clasificado de acuerdo con su orden de montaje, y de forma que no estorbe al normal desarrollo de la actividad. En caso de producirse despuntes de redondos en el tajo se apartarán de los lugares de paso, al igual que cualquier otro objeto.
- Los focos o lámparas de trabajo no se instalarán directamente sobre las armaduras que se elaboren o se estén colocando.
- Las armaduras verticales de espera se protegerán o señalizarán, según las circunstancias, cuando haya riesgo de caída sobre ellas.
- Los emparrillados verticales de armaduras no podrán utilizarse como escaleras de mano para acceder a otras zonas de trabajo. El paso sobre parrillas horizontales es aconsejable efectuarlo a través de tablonos o algún elemento similar.
- El estrobo de los paquetes de armadura, a transportar con grúa, se efectuará de modo cuidadoso y con eslingas en buen estado, a fin de garantizar la estabilidad e integridad de aquellos durante su movimiento.
- Los paquetes de armadura se amarrarán para su izado de tal forma que quede garantizada la imposibilidad de su deslizamiento; en caso preciso, se dotará los paquetes de cuerdas guía.
- Las eslingas a utilizar se verificarán antes de cada uso, y de manera especial las gazas de las mismas, sobre todo sus costuras, perrillos de agarre o casquillos prensados.
- Los cables a utilizar deberán verificarse asimismo antes de cada utilización desechándose aquellos que presenten alambres rotos, oxidación interna o cualquier otro defecto.

Durante la colocación de las armaduras en el interior del batache

- Cuando la armadura esté completamente terminada, y antes de ser izada, debe comprobarse que las soldaduras están perfectamente realizadas. Se comprobará que no queden restos de ferralla que puedan desprenderse. Se colocarán todos los separadores que sean necesarios para garantizar el recubrimiento. Se elegirá el tipo de separadores teniendo en cuenta que no se desprendan al izar la armadura.

- Las asas de elevación y cuelgue de la armadura deben estar perfectamente calculados y ejecutados, de forma que se garantice su resistencia, definiendo claramente sus características. En función de la longitud y el peso de las armaduras, se determinará el número de puntos de enganche para poder izar las armaduras sin que se deformen, evitando el riesgo de que se desmoronen.
- Las barras de reparto para la elevación estarán debidamente atadas a la armadura. Se utilizarán grilletes de alta resistencia. Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas estarán provistos de guardacabos resistentes.
- El Contratista establecerá en su Plan de Seguridad y Salud, el procedimiento, de obligado cumplimiento, para comprobar que se cumple con todo lo anterior antes de proceder al izado.
- Posteriormente se procederá al izado de las jaulas y se guiarán mediante la utilización de cuerdas hasta colocarlas en el interior de los bataches. La armadura será sujeta por tres puntos como mínimo: asas de cabecera con el cable de elevación y a 1/3 y 2/3 de la longitud total con el útil de izado.
- Durante el izado desplazamiento y emboquille de las armaduras, no habrá ningún trabajador ajeno a estas operaciones en el radio de acción afectado por un posible desprendimiento de la armadura. El guiado de la armadura será realizado por dos trabajadores mediante el uso de cuerdas, y toda la operación será controlada y supervisada por un tercer trabajador.
- Una vez introducida la armadura en el batache mediante el guiado por cuerdas, se suspenderá del murete-guía mediante el uso de barras de tetracero cuyo diámetro será al menos de 50mm.
- Para realizar estas operaciones los operarios permanecerán anclados a la línea de vida que se colocó en la fase de excavación. Se colocarán inmediatamente los tramex o similar, de forma que se elimine el riesgo de caída al interior del batache de forma efectiva.
- Si la ferralla sobresale del batache, se protegerán las puntas de las barras con las correspondientes caperuzas de plástico, de forma que se elimine el riesgo para los trabajadores.
- Se delimitará la zona del radio de giro de la máquina mediante la colocación de valla rígida, que evite el riesgo de atropello, golpes y atrapamientos de los trabajadores.

Durante el hormigonado del batache

- Instalar la jaula de tubería de hormigonado en una zona plana y estable.
- Las operaciones de montaje y desmontaje de la tubería de hormigonado en la jaula, deberán hacerse de forma vertical evitando movimientos bruscos que puedan poner en peligro la estabilidad de la estructura y la caída del operario.
- Para la colocación de la tubería de hormigonado dentro del panel se instalarán plataformas de maniobra para el personal sobre el murete guía y se utilizará la horquilla

de suspensión de la tubería, de forma que no exista posibilidad de caída al interior del batache.

- Manejar los tubos de hormigonado en columnas cortas.
- El tubo de hormigonado estará bien eslingado y con la cabeza giratoria. Los aparejos serán en dos piezas unidos con una argolla.
- El embudo de vertido del hormigón se orientará para la introducción en el batache, durante las operaciones de cuelgue vertical, mediante sogas atadas a su extremo libre. Nunca con las manos.
- La introducción de tuberías y embudo de hormigonado se realizará evitando choques contra las armaduras instaladas en el interior del panel.
- Extracción de tubería y embudo de hormigonado una vez concluido el vertido del hormigón, se realizará lentamente una vez alejado del lugar el personal y el camión hormigonera.
- Después de hormigonar se lavará y limpiará el interior de los tubos y antes de hormigonar se engrasará las tuberías para facilitar su conexión entre tramos.
- Prohibido meter las manos debajo de los empalmes de tubo, roscas o similares.
- Utilizar cabezas de extracción con pasadores provistos de horquillas de freno de seguridad.
- Prohibir al personal colgarse del embudo y columna de hormigonar.
- Las excavaciones en espera de hormigonado deben estar protegidas mediante barandillas perimetrales.
- Los aceros en espera que sobresalgan del nivel del suelo, deben protegerse con caperuzas de plástico o en su defecto balizarse bien visiblemente.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Guantes y mandiles de cuero.
- Botas de seguridad.
- Cascos.
- Gafas o pantallas protectoras contra posibles proyecciones de hormigón.

Protecciones Colectivas

- Se deberán proteger los huecos hasta borde con tramex, o mediante mesa de hormigonado y tramex. Si no fuera posible proteger todas las zonas con riesgo de caída en altura, los operarios estarán igualmente enganchados a línea de vida mediante arnés de seguridad. Hay que tener en cuenta que tras la excavación, si no se coloca de forma

inmediata la armadura y se hormigona el batache, el hueco deberá permanecer protegido.

- Para la actividad de hormigonado de pantallas, cuando la armadura sobresale de la cota del murete guía, se puede proteger el riesgo de caída en altura al interior de la pantalla con un tramo de camisa circular de 1 m de altura y mayor diámetro del ancho del batache, por la cual se introducirá el tubo tremie para el hormigonado. El resto del hueco se protege con barandilla solidaria a esta camisa, protegiendo el acceso al batache abierto.
- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Vallas de limitación y protección de la zona de acción de la máquina.

8.9.2.3. Extracción de los tubos para las juntas entre paneles

Definición

El batache que se excava habitualmente es más grande que el modulo de pantalla que se va a hormigonar. Una vez excavado el batache se introduce en él los tubos para juntas entre paneles, mediante la grúa auxiliar (esta grúa también sirve para hormigonar, bajar armadura, etc...) que se necesita en obra siempre que se realizan trabajos de pantallas.

Los tubos para juntas entre paneles permiten crear el efecto de machihembrado que necesitan las pantallas para tener trabazón en el sentido vertical. Una vez hormigonado el módulo de pantalla, y habiendo esperado el tiempo necesario, pero no demasiado para que el hormigón este muy fraguado, se extrae el tubo junta usando siempre la mesa hidráulica y la grúa auxiliar.

Medios empleados

- Grúas y Camiones Grúa
- Mesa hidráulica
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas

Identificación de riesgos

- Choques, golpes y atrapamientos a personas (por atropellos de máquinas en movimiento).
- Choques, golpes y atrapamientos (deslizamientos y vuelcos de máquinas).
- Ruido ambiental y puntual.
- Golpes.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.

Medidas preventivas

- Señalización de riesgos en el trabajo.
- Para la extracción de los tubos para las juntas, se utilizarán mesas hidráulicas, quedando terminantemente prohibido tirar de la junta con la utilización de la grúa.
- Se debe retirar la junta antes de que el hormigón haya fraguado y se haya pegado a la pantalla. En caso de que la junta se haya adherido al hormigón deberá preverse la utilización de trépano para separar el hormigón de la junta, especialmente si el hormigón ha entrado detrás de la junta y la abraza.

Protecciones

Protecciones Individuales

- Arnés de seguridad
- Guantes

Además de lo especificado en el epígrafe correspondiente a *Maquinaria*.

Protecciones Colectivas

- Las aberturas resultantes de la extracción de las juntas se tapan inmediatamente mediante la utilización de planchas tipo tramex o similar. Para su colocación los trabajadores utilizarán arnés de seguridad anclado a la línea de vida.
- Vallas de limitación y protección de la zona de acción de la máquina.

8.10. Demolición de la cabeza de los paneles

8.10.1. Definición

Una vez ejecutado un tramo lo suficientemente amplio de pantallas se procede a la demolición de la cabeza de los paneles.

Este descabezado se realiza por varios motivos, pero esencialmente se pueden destacar dos:

- el primero es que el hormigón de arriba de un módulo de pantalla siempre está más contaminado, debido a los lodos o a detritus que suben desde abajo hacia arriba al hormigonar,
- y el segundo es que se pueda ejecutar la viga de atado, ya que este picado de la cabeza de pantalla permite crear una mejor ligazón entre el hormigón de la pantalla y el de la viga de atado.

La demolición de esta cabeza de pantallas se hace con martillos neumáticos manuales, o con retroexcavadoras mixtas con martillo picador. Al descabezar las pantallas se debe tener cuidado con las esperas que se dejan para luego poder realizar la viga de atado.

8.10.2. Medios empleados

- Retroexcavadora
- Camión Basculante

- Compresor
- Martillo neumático
- Equipos de oxicorte

8.10.3. Identificación de riesgos

- Lesiones auditivas por ruido excesivo.
- Afecciones respiratorias por inhalación de polvo.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Lesiones por caída de objetos desprendidos.
- Proyección de fragmentos o partículas
- Heridas punzantes
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.

8.10.4. Medidas preventivas

- Está terminantemente prohibido doblar las mangueras para desenganchar los racores. Para parar o desenganchar un martillo debe cerrarse la llave de paso o parar el compresor. Para el soplado del polvo resultante del descabezado se utilizarán lanzas con llave de paso.
- Se prohíbe la limpieza de la ropa utilizando el aire a presión.
- Las esperas deberán estar protegidas mediante caperuzas de plástico.
- Bajo ningún concepto trabajará personal a pie junto a la mixta que esté utilizando el martillo neumático. Cuando deba realizarse la limpieza manual, la máquina apartará el martillo completamente, de forma que el operario no pueda ser golpeado en un descuido. El maquinista una vez retirado dará paso a los trabajadores que van a realizar las labores manuales.
- La adecuación de los taludes en la zona de descabezado. Esta medida hay que considerarla no sólo para el descabezado. sino también para el encofrado de la viga de atado o encofrado del lateral de la losa superior. ya que en la colocación del encofrado si se ha realizado excavación, ésta puede convertirse en una zanja, con el consiguiente riesgo de sepultamiento por deslizamiento de tierras.
- Señalización de riesgos en el trabajo.
- Se acotará la zona de acción de la máquina.

8.10.5. Protecciones

8.10.5.1. Protecciones Individuales

- Deben utilizarse todos los EPI's obligatorios para el manejo de martillos neumáticos y equipos de oxicorte, contemplados en el epígrafe de Maquinaria.

8.10.5.2. Protecciones Colectivas

- Se habilitarán, si se considera necesario, pasos especiales con plataformas seguras, para traspasar las esperas.
- Vallas de limitación y protección

8.11. Construcción de la viga de atado de paneles

8.11.1. Definición

Una vez realizado el descabezado de las pantallas se procederá a ejecutar la viga de atado, encofrando, ferrallando y hormigonando la misma. Esta viga de atado tiene la función de unir los paneles de las pantallas en cabeza, para que de esta forma no funcionen como teclas y se cree un elemento más rígido que trabaja solidariamente. A su vez la viga de atado nos permite poder hacer la conexión con la losa de cubierta.

8.11.2. Medios empleados

- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar
- Plataformas de trabajo
- Andamios
- Paneles para encofrado
- Dobladora mecánica de ferralla.
- Chupetes para la colocación de barandillas en los bordes de las vigas de atado.
- Diversos útiles y herramientas

Los riesgos y medidas preventivas relacionadas con la maquinaria empleada, serán los expuestos en el epígrafe correspondiente a Maquinaria.

8.11.3. Identificación de Riesgos

- Lesiones por sobreesfuerzos.
- Proyección violenta de partículas.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes y cortes (por el manejo de la ferralla, y de herramientas).
- Heridas punzantes.
- Lesiones por pisada sobre objetos.
- Lesiones por caída de materiales.
- Atrapamiento (de dedos en la manutención de ferralla para montaje de armaduras).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas

- Exposición a contactos eléctricos.
- Dermatitis (por contacto continuado con el óxido de hierro).

8.11.4. Medidas preventivas

Las medidas preventivas a considerar serán las generales para las actividades de elaboración de armaduras y hormigonado.

8.11.5. Protecciones

8.11.5.1. Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco con protección auditiva.
- Fajas.
- Muñequeras.
- Botas de seguridad.
- Guantes.
- Botas de seguridad impermeables de media caña.
- Gafas contra las proyecciones.
- Mascarillas contra el polvo.

8.11.5.2. Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección de la zona de trabajo y acción de la máquina.
- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.12. Lodos bentoníticos

Los lodos tixotrópicos son un material fluido de alta densidad que se utiliza en excavaciones de pilotes y pantallas, para mantener la estabilidad de las paredes e impedir su desmoronamiento antes de la fase de hormigonado. Para su utilización se requieren las siguientes fases:

Fabricación de lodos

La fabricación de lodos se hace a pie de obra en unas balsas, donde se mezcla el polvo seco con agua.

Almacenamiento de lodos

El almacenamiento se realiza en las balsas acondicionadas a tal efecto.

Extracción de lodos

En la fase de hormigonado, la extracción de los lodos se realiza con bombas adecuadas y se conduce a su lugar de almacenamiento

Regeneración de lodos

Una vez extraído, se reconduce a la balsa de almacenamiento para su reutilización.

8.12.1. Medios empleados

- Balsa de lodos.
- Equipos de bombeo y filtrado
- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas

Los riesgos y medidas preventivas relacionadas con la maquinaria empleada, serán los expuestos en el epígrafe correspondiente a Maquinaria.

8.12.2. Identificación de Riesgos

- Choques, golpes y atrapamientos a personas (por atropellos de máquinas en movimiento).
- Choques, golpes y atrapamientos (deslizamientos y vuelcos de máquinas).
- Lesiones auditivas por ruido excesivo.
- Afecciones respiratorias por inhalación de polvo.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.

8.12.3. Medidas preventivas

- En cuanto a la instalación de los **lodos bentoníticos**, deberán contar con un cálculo justificativo firmado por un técnico competente. Este cálculo debe recoger no solamente la resistencia estructural del material del que se realiza el depósito sino también y fundamentalmente el de la unión de las piezas individuales que conforman el mismo, recogiendo la cantidad de tornillos de unión que deben disponerse y la calidad del acero de los mismos.
- El montaje deberá ser revisado y deberá certificarse por un técnico competente.
- El depósito deberá estar asentado sobre una superficie nivelada, preferiblemente de hormigón y recibido en la parte inferior con hormigón a fin de evitar que la subpresión provoque la pérdida de los lodos por debajo del depósito.
- Control del estado mecánico y montaje del circuito de tuberías de lodos, así como la protección de los mismos en los pasos de maquinaria y vehículos.
- Control de paso libre, limpio de lodos densos, en toda la tubería de retorno de lodos.

- Utilización correcta de los medios de elevación “grúa auxiliar”, aparejos, bomba, tuberías, etc. y con cuerda de retenida con ganchos.
- Señalización de riesgos en el trabajo.

8.12.4. Protecciones

8.12.4.1. Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado según las normas vigentes:

- Casco con protección auditiva.
- Botas de seguridad.
- Los trabajadores próximos a trabajos con lodos tixotrópicos deben utilizar gafas de protección contra salpicaduras.

8.12.4.2. Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección de la zona de trabajos.
- Uso obligatorio de Señalización adecuada para delimitar las zonas de paso.

8.13. Ejecución de pilotes hormigonados “in situ”

Las principales actividades a acometer para la ejecución de los pilotes son las siguientes:

- Perforación del terreno con la pilotadora.
- Entubación si procede.
- Fabricación, manipulación y regeneración de lodos. El análisis de esta actividad se realiza en el epígrafe correspondiente del presente Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.
- Elaboración y colocación de armaduras.
- Hormigonado y extracción de lodos.
- Descabezado del pilote.
- Construcción de viga de atado o losa, según corresponda.

Como medidas preventivas más importantes a adoptar en general, en todas las fases de ejecución del pilote, son:

- Acotar la zona de acción de la máquina, prohibiéndose acercarse a la máquina si esta no se ha parado previamente, especialmente en las labores de reparación.
- Organizar la zona de trabajo para evitar las interferencias entre la pilotadora y las máquinas de retirada del material excavado. No realizar ambos trabajos simultáneamente.

- Prohibir situarse entre las máquinas o en los radios de giro de éstas. Las operaciones de movimiento de las máquinas en el tajo deben estar auxiliadas por un señalista.
- Se deben utilizar cabos de gobierno para el manejo de elementos suspendidos, evitando la aplicación directa de las manos de los operarios.
- La plataforma sobre la cual se disponga la maquinaria será una superficie horizontal, homogénea, dura, consolidada y drenada.
- Disponer de durmientes para los apoyos de los gatos hidráulicos de las grúas.
- Durante los desplazamientos y giros de las máquinas, el gruista estará auxiliado por otra persona que vigilará la operación.
- Colocar vallas de limitación y protección de las zonas de trabajo.
- Disponer de barandilla y rodapié en plataformas de trabajo a más de dos metros de altura.
- La armadura se sujetará con eslingas con pestillos de seguridad y serán revisadas diariamente.

8.13.1. Ejecución del pilote

8.13.1.1. Medios empleados

La maquinaria a emplear en estas operaciones es:

- Máquina de pilotaje.
- Grúas.
- Camión hormigonera.
- Bomba de hormigón
- Vibrador
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas

Los riesgos y medidas preventivas relacionadas con la maquinaria empleada, serán los expuestos en el epígrafe correspondiente a Maquinaria.

8.13.1.2. Identificación de riesgos

En la perforación

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes por caída de objetos.
- Derrumbamiento.
- Golpes por objetos o herramientas.

- Lesiones por proyección de fragmentos o partículas.
- Aplastamiento por o entre objetos.
- Lesiones por sobreesfuerzos.
- Quemaduras.
- Lesiones auditivas por exposición al ruido.
- Electrocuación.

En la introducción de la armadura

- Golpes y cortes (por el manejo de la ferralla).
- Heridas punzantes.
- Lesiones por pisada sobre objetos.
- Lesiones por caída de materiales.
- Atrapamiento (de dedos en la manutención de ferralla para montaje de armaduras).
- Atrapamientos y golpes (motivados por penduleo de la carga y deslizamiento en la suspensión).
- Atrapamientos por vuelco de máquinas
- Golpes (en los pies por caída de armaduras desde las borriquetas de montaje).
- Electrocuación por exposición a contactos eléctricos.
- Dermatitis (por contacto continuado con el óxido de hierro).
- Proyecciones de partículas en los ojos
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Lesiones por sobreesfuerzos.

8.13.1.3. Medidas preventivas

- Durante todas las fases de la ejecución del pilote, excavación, colocación de la armadura y hormigonado, se colocará un brocal de protección de 1 m. de altura, que impedirá el riesgo de caída al interior de la excavación. En los pilotes que estén encamisados, se dejará sobresalir la propia camisa.
- Deben limpiarse periódicamente los restos de material procedente de la excavación, de forma que no disminuya la altura de la protección.
- Los brocales pueden ser sustituidos por barandillas en forma de U, convenientemente ancladas y que permiten la extracción de los materiales durante la fase de excavación. Para el resto de fases se completará la protección en todo su perímetro.

- Cuando sea necesario retirar las protecciones, se colocarán elementos resistentes tipo Tramex para evitar el riesgo de caída. Para la colocación y retirada de estos trámex y siempre que no estén implantadas las medidas colectivas de protección, se instalarán las correspondientes líneas de vida.

En la perforación

- Si se debe trabajar al borde de la coronación de taludes y cortes de terreno, se utilizará arnés de seguridad.
- Se ubicará el compresor lo más lejos posible del lugar de permanencia de los trabajadores.
- El maquinista es la persona únicamente autorizada para el manejo de la máquina en cada turno.
- La zona de maniobras del equipo de perforación estará despejada de equipos y personas ajenas a la perforación.
- Se formará e informará al maquinista y a los ayudantes sobre la coordinación de movimientos entre ellos, teniendo en cuenta que el maquinista será el que debe ver el emboquillamiento.
- En las maniobras de aflojamiento del utillaje empleando llave apoyada en el mástil, no se iniciará el giro hasta que el ayudante no se haya apartado.
- Diariamente, antes del inicio de la actividad, se establecerá un procedimiento para controlar el estado de las piezas esenciales que tienen que ver con la seguridad de la perforación.
- Señalización de la zona de trabajo.

En el caso de pilotes con encamisados

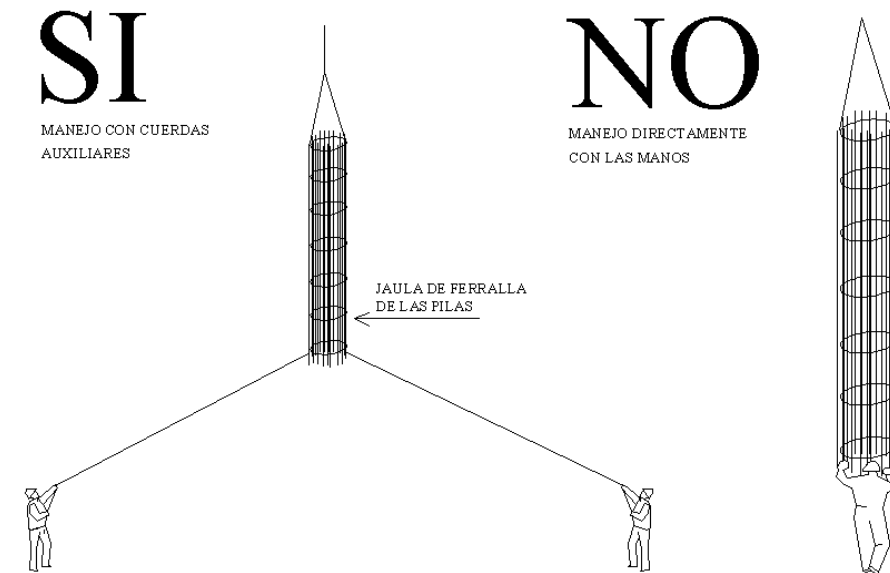
- La manipulación de camisas se efectuará izándolas de dos puntos distantes. El acopio se realizará sobre una superficie horizontal que dispondrá de topes con el fin de evitar que rueden.
- Se prohíbe arrastrar las camisas e izarlas hasta su posición vertical dando tirones sesgados.
- Las camisas en suspensión vertical se dirigirán mediante sogas atadas al extremo libre. Nunca con las manos.
- La extracción de la camisa tras el hormigonado, se ejecutará lo más suavemente posible mediante tracción vertical. No se permitirá la permanencia de personal durante esta maniobra.

En la elaboración y colocación de la armadura

Será de aplicación todo lo expuesto en el epígrafe correspondiente a ejecución de pantallas.

En concreto:

- Deberá planificarse la zona de trabajo para evitar interferencias entre os distintos puestos de trabajo de ejecución de soldaduras y de éstos con los operarios de trabajo de atado de armaduras En caso de no poder evitar dichas interferencias, deberán planificarse medidas para proteger los riesgos derivados, como apantallamientos de los puestos de trabajo de soldadura.
- Deberá planificarse la disposición de colocación de rigidizadores de las armaduras, realizando este montaje siempre previo a la colocación de las armaduras para evitar los riesgos derivados de un posible desplome de éstas.
- En caso de realizarse un desmontaje de armaduras se ejecutará de forma inversa al montaje, no eliminando los rigidizadores hasta no haberse retirado las armaduras.
- Los trabajos de montaje de la armadura se realizarán a ser posible desde el exterior, no introduciéndose los operarios entre la jaula de la armadura.
- Se prohíbe trepar por la ferralla una vez izada, así como descender por ella al interior de la excavación para resolver cualquier tipo de problema como por ejemplo para soltar los ganchos de izado atascados,...
- Los equipos de soldadura deberán estar en perfectas condiciones, según sus prescripciones de seguridad definidas en su manual de utilización. En particular, los equipos de soldadura por gases liacuados deberán disponer además de las válvulas antirretorno de llama tras el soplete, de válvulas antirretorno en la salida de la botella.
- La ferralla armada en suspensión vertical se dirigirá mediante sogas atadas al extremo libre. Nunca directamente con las manos.



Durante el hormigonado

- El embudo para el vertido del hormigón se izará de forma vertical, evitando arrastres y tirones inclinados; se orientará mediante sogas atadas a su extremo libre. Nunca directamente con las manos.
- La introducción del embudo se realizará lentamente evitando el choque contra las armaduras instaladas en el interior del pozo.
- La extracción del embudo se realizará lentamente, con el personal alejado de la zona.

8.13.1.4. Protecciones y medidas preventivas

Las protecciones y medidas preventivas a considerar coinciden con las analizadas en el epígrafe correspondiente a *Ejecución de pantallas*, no siendo necesaria su duplicidad en este apartado.

Aun así se debe recordar que:

- Se deberán proteger los huecos del pilote. Si no fuera posible proteger todas las zonas con riesgo de caída en altura, los operarios estarán igualmente enganchados a línea de vida mediante arnés de seguridad. Hay que tener en cuenta que tras la excavación, si no se coloca de forma inmediata la armadura y se hormigona, el hueco deberá permanecer protegido.
- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Se delimitará la zona del radio de giro de la máquina mediante la colocación de valla rígida modelo ayuntamiento o similar, que evite el riesgo de atropello, golpes y atrapamientos de los trabajadores.
- Cuando la armadura esté completamente terminada, y antes de ser izada, debe comprobarse que las soldaduras están perfectamente realizadas. Se comprobará que no queden restos de ferralla que puedan desprenderse. Se colocarán todos los separadores que sean necesarios para garantizar el recubrimiento. Se elegirá el tipo de separadores teniendo en cuenta que no se desprendan al izar la armadura.
- Las asas de elevación y cuelgue de la armadura deben estar perfectamente calculados y ejecutados, de forma que se garantice su resistencia, definiendo claramente sus características. En función de la longitud y el peso de las armaduras, se determinará el número de puntos de enganche para poder izar las armaduras sin que se deformen, evitando el riesgo de que se desmoronen.
- Las barras de reparto para la elevación estarán debidamente atadas a la armadura. Se utilizarán grilletes de alta resistencia. Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas estarán provistos de guardacabos resistentes.
- El Contratista establecerá en su Plan de Seguridad y Salud, el procedimiento, de obligado cumplimiento, para comprobar que se cumple con todo lo anterior antes de proceder al izado.

- Posteriormente se procederá al izado de la armadura del pilote y se guiarán mediante la utilización de cuerdas hasta colocarlas en su ubicación definitiva. La armadura será sujeta por tres puntos como mínimo: asas de cabecera con el cable de elevación y a 1/3 y 2/3 de la longitud total con el útil de izado.
- Durante el izado desplazamiento y emboquille de las armaduras, no habrá ningún trabajador ajeno a estas operaciones en el radio de acción afectado por un posible desprendimiento de la armadura. El guiado de la armadura será realizado por dos trabajadores mediante el uso de cuerdas, y toda la operación será controlada y supervisada por un tercer trabajador.
- Si la ferralla sobresale del pilote, se protegerán las puntas de las barras con las correspondientes caperuzas de plástico, de forma que se elimine el riesgo para los trabajadores.

8.13.2. Demolición de la cabeza de los pilotes

Habrá que tener en cuenta las mismas consideraciones en cuanto a la ejecución de esta actividad, que en la demolición de cabeza de paneles de pantallas de hormigón.

8.13.3. Construcción de la viga de atado de los pilotes

Habrá que tener en cuenta las mismas consideraciones en cuanto a la ejecución de esta actividad, que en la viga de atado de paneles de pantallas.

8.14. Ejecución de pilas-pilote

8.14.1. Definición

La ejecución de pilas-pilote in situ consiste en la puesta en obra con ejecución in situ, de un pilar de una infraestructura subterránea, incluyendo su cimentación.

Para ello se realiza una excavación tipo pilote del diámetro de la cimentación. A continuación se coloca la armadura del pilote de cimentación. Posteriormente se introduce en la excavación la carcasa del pilar con su armadura, que se empotra en la armadura de la cimentación. Colocada esta estructura, se procede al centrado del pilar en la excavación y al hormigonado del conjunto. El perímetro excavado en torno al pilar se rellena con grava para facilitar la posterior excavación subterránea.

8.14.2. Identificación de riesgos

Los riesgos que se presentan durante la ejecución de esta actividad, coincidirán sensiblemente con los identificados en el caso de la Ejecución de pilotes.

8.14.3. Medidas preventivas

La ejecución de la pila-pilote presenta algunas particularidades respecto de la ejecución de pilotes:

- Para la ejecución de las pilas-pilote se ejecuta previamente un murete guía cuadrado que marca el perímetro de la excavación y de lado igual al diámetro del pilote. La finalidad de este murete guía es la de servir de apoyo para el centrado de la pila. En él

se dejarán cartuchos embebidos donde insertar los balaustres de soporte para barandillas de protección del hueco de la excavación.

- El espacio que queda entre el forro de la pila y el perímetro de excavación del pilote se rellena con grava. Sin embargo durante la ejecución de la pila-pilote y hasta que dicho relleno se produzca, queda un importante hueco que conviene proteger. Para ello se dejará el forro de la pila un metro por encima de la cota del terreno, de forma que sirva como protección.
- Otra posibilidad es planificar el posicionado de la pila con una mesa de centrado que proteja todo el hueco, salvo el del círculo correspondiente a la pila, y unos pequeños huecos para efectuar el relleno de grava.
- Prever la disposición de puntos fijos o líneas de vida en el entorno de la excavación para utilizar arnés de seguridad en los momentos puntuales y excepcionales en los que no se disponga de protección colectiva, y para el montaje de dicha protección.

8.14.4. Protecciones

Las protecciones y medidas preventivas a considerar coinciden con las analizadas en el epígrafe correspondiente a *Ejecución de pantallas*, no siendo necesaria su duplicidad en este apartado.

Aun así se debe recordar que:

- Se deberán proteger los huecos del pilote. Si no fuera posible proteger todas las zonas con riesgo de caída en altura, los operarios estarán igualmente enganchados a línea de vida mediante arnés de seguridad. Hay que tener en cuenta que tras la excavación, si no se coloca de forma inmediata la armadura y se hormigona, el hueco deberá permanecer protegido.
- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Se delimitará la zona del radio de giro de la máquina mediante la colocación de valla rígida modelo ayuntamiento o similar, que evite el riesgo de atropello, golpes y atrapamientos de los trabajadores.
- Cuando la armadura esté completamente terminada, y antes de ser izada, debe comprobarse que las soldaduras están perfectamente realizadas. Se comprobará que no queden restos de ferralla que puedan desprenderse. Se colocarán todos los separadores que sean necesarios para garantizar el recubrimiento. Se elegirá el tipo de separadores teniendo en cuenta que no se desprendan al izar la armadura.
- Las asas de elevación y cuelgue de la armadura deben estar perfectamente calculados y ejecutados, de forma que se garantice su resistencia, definiendo claramente sus características. En función de la longitud y el peso de las armaduras, se determinará el número de puntos de enganche para poder izar las armaduras sin que se deformen, evitando el riesgo de que se desmoronen.

- Las barras de reparto para la elevación estarán debidamente atadas a la armadura. Se utilizarán grilletes de alta resistencia. Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas estarán provistos de guardacabos resistentes.
- El Contratista establecerá en su Plan de Seguridad y Salud, el procedimiento, de obligado cumplimiento, para comprobar que se cumple con todo lo anterior antes de proceder al izado.
- Posteriormente se procederá al izado de la armadura del pilote y se guiarán mediante la utilización de cuerdas hasta colocarlas en su ubicación definitiva. La armadura será sujeta por tres puntos como mínimo: asas de cabecera con el cable de elevación y a 1/3 y 2/3 de la longitud total con el útil de izado.
- Durante el izado desplazamiento y emboquille de las armaduras, no habrá ningún trabajador ajeno a estas operaciones en el radio de acción afectado por un posible desprendimiento de la armadura. El guiado de la armadura será realizado por dos trabajadores mediante el uso de cuerdas, y toda la operación será controlada y supervisada por un tercer trabajador.
- Si la ferralla sobresale del pilote, se protegerán las puntas de las barras con las correspondientes caperuzas de plástico, de forma que se elimine el riesgo para los trabajadores.

8.15. Infraestructura de pozos

Todos ellos se ejecutan mediante pantallas de pilotes, evitando riesgos derivados de la ejecución por el método tradicional (excavación, encofrado, armado y hormigonado por avances).

La ejecución de los pozos se realiza en varias fases:

- a) Recinto de los pozos
- b) Excavación hasta la cota inferior de pozo
- c) Ejecución de estampidores intermedios
- d) Acceso en fase de ejecución
- e) Limpieza, tratamiento de pantallas y gunitado
- f) Ejecución del acceso definitivo
- g) Cerramiento de pozos

El equipo de protección individual dependerá del trabajo que realice cada operario, existiendo en cada zona placas de aviso del equipo necesario para realizar cada labor.

- Casco homologado.
- Botas de seguridad.
- Guantes de uso general.

- Gafas de protección para los ojos.
- Cascos de protección antirruído.
- Tapones para los oídos.
- Máscara de protección respiratoria.
- Guantes de goma.
- Guantes de soldadura.
- Guantes aislantes de la electricidad.
- Botas aislantes de la electricidad.
- Cinturón antivibratorio.
- Arnés anticaída.
- Pantallas de protección para los trabajos de soldadura eléctrica y autógena.
- Ropa impermeable (chaqueta y pantalón).
- Manguitos y mandiles de cuero para los trabajos de soldadura.
- Chaleco reflectante.
- Linterna de mano o bien casco tipo minero

En el apartado *Planos* del presente Estudio se detallan las fases de ejecución de forma gráfica, así como las principales medidas preventivas.

8.15.1. Ejecución recinto de pozos

Las actividades necesarias para la ejecución del recinto de pozos se encuentran analizadas de forma pormenorizada en el epígrafe *Ejecución de pilotes hormigonados in situ*.

8.15.2. Excavación

8.15.2.1. Medios empleados

- Retroexcavadora bivalva.
- Mini retroexcavadora
- Grúa y/o Camión grúa

8.15.2.2. Identificación de riesgos

- Caída de personas a distinto nivel
- Golpes por caída de materiales y herramientas
- Desplomes de grúas
- Aprisionamiento por máquinas y vehículos
- Lesiones por proyección de partículas a los ojos

- Dermatitis
- Quemaduras
- Lesiones auditivas por ruido

8.15.2.3. Medidas preventivas

- Prohibición de situarse bajo las cargas suspendidas, bien sea la batea con la grúa o la cuchara de la bivalva. Para ello el operador de la mini retro deberá posicionarse bajo la protección de los estampidores ya ejecutados.
- Se dispondrán señalistas coordinados para dirigir el paso de las bateas a diferentes alturas.
- Se colocará la señalización de seguridad adecuada para advertir riesgos y recordar obligaciones y prohibiciones. De igual forma, se delimitarán las zonas de trabajo, acopio y circulación con cinta de balizamiento o malla plástica.
- Asimismo, de acuerdo con la legislación vigente, se colocará la señalización provisional necesaria al objeto de advertir la presencia de las obras a los vehículos y peatones e indicarles los itinerarios a seguir.
- Estos trabajos serán realizados por personal especializado formado sobre el método de trabajo seguro e informado de los riesgos y las medidas preventivas a aplicar.
- Se extremará el orden y limpieza en estos tajos

8.15.2.4. Protecciones colectivas

- Todos los pozos, tanto de ventilación, emergencia, bombeo o inyecciones de compensación se cerrarán mediante redes horizontales durante los radiados nocturnos en los que no se prevea actuar en ellas.
- Los pozos anteriormente mencionados dispondrán de escaleras o plataformas con descansillos intermedios.
- Se dispondrá una barandilla perimetral en la viga de atado superior.
- Cuando la profundidad de un pozo sea inferior a los 2 m puede optarse por efectuar una señalización de peligro como por ejemplo:
- La iluminación interior de los pozos se efectuará mediante "portátiles estancos antihumedad" alimentados mediante energía eléctrica a 24 voltios.
- Se prohíbe la utilización de maquinaria accionada por combustión o explosión en el interior de los pozos en prevención de accidentes por intoxicación.
- Se prohíbe el acceso interior de los pozos de los operarios en la misma fase que las máquinas.
- El acopio de materiales se realizará de forma no que ponga en peligro la integridad física de los trabajadores.

8.15.3. Ejecución de estampidores intermedios

8.15.3.1. Definición

Estas vigas de atado se realizan sobre la base del terreno excavado. Una vez finalizada esta viga, se comienza la excavación del siguiente tramo.

La ejecución de los estampidores intermedios, comprende las actividades de picado de pilotes para descarnar, ejecución de taladros de conexión al pilote, colocación de la armadura, encofrado del estampidor, hormigonado y desencofrado.

8.15.3.2. Identificación de riesgos

Los riesgos que se presentan son los ya expuestos en los epígrafes correspondientes a Descabezado de pilotes y Construcción de la viga de atado del capítulo de *Ejecución de Pantallas*.

8.15.3.3. Medidas preventivas y Protecciones

En general, las medidas preventivas y protecciones generales a considerar en la ejecución de esta actividad, son las ya contempladas en los epígrafes siguientes:

- Demolición de la cabeza de los paneles.
- Construcción de la viga de atado de paneles

Además se deberán contemplar de forma específica y destacada, las siguientes:

- En la ejecución de la roza perimetral en pantallas para descarnar la armadura se facilitarán los medios adecuados para que el picado se realice con el empuje del operario sobre el martillo neumático en sentido horizontal, de forma que se evite empuje vertical hacia abajo que puede provocar la proyección del propio martillo sobre el trabajador.
- Se aislará el área de trabajo para evitar proyecciones de partículas o del propio martillo sobre terceros.
- En fase de picado en recintos cerrados, asegurar la eliminación del polvo con sistemas de extracción de aire, o si esto no fuera viable, se protegerá al trabajador mediante protecciones individuales.
- En la ejecución de la viga de atado, debe preverse una barandilla perimetral en el borde del estampidor. Esta barandilla estará dispuesta antes del comienzo de la excavación del siguiente tramo.

8.15.4. Acceso en fase de ejecución

8.15.4.1. Definición

Durante la fase de excavación del pozo será necesaria la disposición de accesos tanto para el personal como para maquinaria a medida que se avanza en profundidad. Estos accesos serán mediante la instalación de andamios torre escaleras para los distintos niveles de trabajo.

8.15.4.2. Medidas preventivas

Se deberán considerar las siguientes medidas preventivas:

- Se deberán establecer como mínimo, accesos con escalas fijas de servicio con protección perimetral, peldañeadas en tramos máximos en vertical de 7 metros o tramos entre estampidores si esta altura es inferior.
- Al final del último tramo montado se dispondrá un descansillo para el arranque del siguiente. Únicamente se dispondrá de escaleras de mano en la fase de excavación desde el último descansillo hasta la cota de excavación, no pudiendo superar los 5 metros de desnivel sin línea de vida vertical con sistema de frenado.
- Los señalistas de las grúas para la extracción del material excavado se sitúan por lo general en los descansillos de las escalas. Estos deberán por tanto tener una protección del hueco de la escala.
- En pozos de gran profundidad o de uso habitual de trabajadores, es conveniente la exigencia de disposición de ascensores de obra para el acceso del personal.

8.15.4.3. Protecciones

Protecciones colectivas

- Escalas verticales que deberán cumplir los requisitos de la NTP-408 del INSHT.
- Líneas de vida verticales con sistema de frenado, en caso de caída.

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, además de las generales para la entrada en obra, las:

- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Arnés de seguridad, cuya clase se adaptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos

8.15.5. Limpieza y tratamiento de pantallas

8.15.5.1. Definición

Estos tratamientos comprenden las actividades de limpieza con chorro de arena y colocación de mallazo, según los casos, colocación de mechinales de drenaje y gunitado.

8.15.5.2. Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas en altura

- Lesiones por caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Lesiones por caídas de objetos desprendidos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Lesiones por proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Quemaduras.
- Lesiones por pisada sobre objetos.
- Lesiones auditivas por ruido excesivo.
- Afecciones respiratorias y molestias en ojos por inhalación de polvo.

8.15.5.3. Medidas preventivas

- Para evitar en origen los riesgos derivados de trabajos en altura, es recomendable planificar la limpieza de las pantallas de pilotes desde la cota de terreno en cada fase de excavación entre estampidores, o incluso cada 4 metros de excavación, evitando alturas de trabajo superiores que obliguen a medios auxiliares más costosos.
- Se aislará la zona de trabajo, para evitar proyecciones a terceros, y se señalizará convenientemente.
- Se planificará el trabajo por parte de la contrata, estableciendo la colocación de los medios auxiliares de forma concreta, especificando en el caso de andamios el nombre del recurso preventivo que llevará cabo la certificación del montaje del mismo.
- Se especificará el modo de elevación de los materiales hasta su posición definitiva de forma que se eviten los riesgos de desprendimiento de los mismos sobre trabajadores y la suspensión de cargas sobre ellos.
- Se eliminará previamente cualquier resto de tierra o material que pueda quedar pegado en las pantallas, viga de atado y/o estampidor, y que presente riesgo de desprendimiento.

8.15.6. Gunitado

8.15.6.1. Definición

Una gunitadora es una máquina diseñada para el transporte y proyección a alta presión de hormigón sobre cualquier tipo de superficie, inclusive tierra. Dispone de una tolva que se suele alimentar con el hormigón vertido desde la canaleta de un camión hormigonera.

La operación de gunitado es la puesta en obra de un mortero u hormigón que es proyectado neumáticamente a gran velocidad sobre un soporte. Las dos formas usuales de gunitar son las siguientes:

- Gunitado por vía seca: Se mezclan todos los componentes del hormigón en seco y son transportados a través de una manguera, incorporando el agua en la boquilla de salida antes de la proyección de la mezcla.

- Gunitado por vía húmeda: Se mezclan todos los componentes del hormigón, incluyendo el agua, antes de ser transportados a través de la manguera y proyectados contra el soporte.

8.15.6.2. Identificación de riesgos

- Caídas en altura desde medios no apropiados utilizados para proyectar las zonas más altas.
- Caídas a nivel
- Riesgo de enfermedades y molestias en ojos y vías respiratorias, ocasionadas por el polvo.
- Rebotes del material gunitado, debidos a un mal control de la presión de salida.
- Manejo de materiales en ambiente pulvígeno con posibilidad de producir silicosis al trabajador.
- Irritaciones en la piel por acelerantes y otros aditivos del hormigón.
- Aplastamiento (si se usa el robot rociador)
- Irritación o daños en la piel, ojos y sistema respiratorio (al cargar la máquina de gunitado)
- Atrapamientos de manos al proceder a la limpieza o reparación de la máquina
- Lesiones por golpe de la manguera al eliminar posibles obstrucciones.
- Accidentes relacionados con la maquinaria.

8.15.6.3. Medidas Preventivas

- El operario debe disponer de un equipo de protección que le proporcione aire para respirar, no contaminado, procedente de puntos suficientemente alejados de la zona de trabajo.
- Usar preferiblemente el robot de proyección en lugar de la proyección manual
- Usar casco protector con máscara respiratoria
- No situarse en las proximidades del brazo del robot de gunitado
- Usar un equipo de producción de la mezcla a prueba de polvo
- Alimentación libre de polvo de los aditivos del hormigón
- En las operaciones de limpieza y mantenimiento de la máquina de producción de la mezcla hay que apagar la energía eléctrica de la máquina y aislar el cable que lo conecta antes de efectuar cualquier trabajo, desconectar la energía del aire comprimido y la manguera
- En las operaciones de eliminación de obstrucciones hay sostener el extremo de la manguera y no entrar nunca en la dirección de la expulsión.

8.15.6.4. Equipos de protección individual

- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de trabajo.
- Protección facial o gafas protectoras.
- Mascarilla.

8.15.7. Ejecución del acceso definitivo

8.15.7.1. Definición

La característica de este acceso depende de la tipología del pozo. Los habituales son los realizados por tramos de escaleras ejecutadas in situ mediante el empleo de cimbras, la colocación de escaleras fijas prefabricadas en tramos rectos (de hormigón o metálicas), de caracol, etc...

8.15.7.2. Identificación de riesgos

Los riesgos a considerar son los habituales derivados de trabajos en altura y de la manipulación de prefabricados pesados, analizados en sus epígrafes correspondientes en el presente Estudio.

8.15.8. Cerramiento de pozos

8.15.8.1. Definición

El cerramiento de los pozos se realiza con dos tipologías diferentes:

- El cerramiento de los pozos de emergencia se realiza con vigas prefabricadas, prelosas y losa de hormigón de compresión, o con placas prefabricadas y losa de hormigón de compresión.
- El cerramiento de los pozos de ventilación y bombeo se realiza con un bastidor de vigas metálicas sobre el que se encastran y sueldan planchas de tramex.

8.15.8.2. Identificación de riesgos

Los riesgos a considerar son los habituales derivados de trabajos en altura y de la manipulación de prefabricados pesados analizados en sus epígrafes correspondientes en el presente Estudio.

8.15.8.3. Medidas preventivas

- Se organizarán los trabajos en esta fase para evitar las interferencias con otros trabajos en niveles inferiores de los pozos.

8.16. Estaciones obra civil

8.16.1. Descripción de las actividades

Todas las estaciones tienen la misma configuración básica. Se distribuye en dos niveles: vestíbulo y andén.

Se describe a continuación y de forma pormenorizada, el proceso de ejecución de una estación tipo:

1. Explanación de la plataforma de trabajo
2. Replanteo y ejecución de los muretes guía.
3. Perforación y hormigonado de las pantallas de la estación, la rampa de trabajo y las pilas-pilote.
4. Ejecución de las vigas de atado de las pantallas y preparación del terreno para el hormigonado de la losa.
5. Excavación a cota de apoyo de la losa de cubierta del vestíbulo, y preparación del terreno para el hormigonado de la losa.
6. Ferralla y hormigonado de la losa de cubierta. Excavación de la rampa hasta cota de colocación de arriostramientos, e inicio del vaciado de la estación.
7. Excavación de la rampa y vaciado de la estación hasta cota de ejecución de los anclajes provisionales.
8. Vaciado bajo cubierta hasta cota de ejecución de la losa de vestíbulo.
9. Perforación, instalación y tesado de los anclajes provisionales.
10. Vaciado bajo cubierta hasta cota de ejecución de las soleras
11. Preparación del terreno para el hormigonado de la losa de vestíbulo, preparación de hastiales y del apoyo de la solera.
12. Ferralla y hormigonado de la solera en la zona de montaje de la tuneladora.
13. Armado y hormigonado de la solera del corredor de intercambio y de la losa de vestíbulo.
14. Preparación del plano de trabajo para la ejecución de los fosos. Replanteo de pantallas.
15. Finalización del vaciado bajo losa de vestíbulo.
16. Construcción de las pantallas del foso de tierras. Excavación del foso de mantenimiento.
17. Preparación del terreno y ejecución de la solera.
18. Excavación y ejecución del revestimiento y la solera del foso de tierras. Encofrado, colocación de armaduras, y hormigonado del foso de mantenimiento.
19. Preparación del terreno y ejecución de la solera del acceso a la nueva estación

20. Preparación del terreno y ejecución de la solera del pozo de trabajo.
21. Preparación de paramentos de pantalla y ejecución de muros del acceso a la nueva estación
22. Compartimentación y estructuras interiores.
23. Desenclavamiento de los anclajes provisionales, relleno sobre cubierta y restitución de usos en superficie.
24. Finalización de forjados de andenes y cuartos. Construcción de las estructuras de la salida de emergencia
25. Cierre de la rampa de trabajo. Se realizará en cuatro fases:
 - Ejecución del muro de cierre de la rampa en su embocadura a la estación.
 - Relleno y compactación hasta la cota indicada para el desmontaje de los puntales.
 - Corte o desmontaje de los puntales. Retirada de todos los elementos metálicos.
 - Relleno y compactación hasta superficie.
26. Construcción de la superestructura de vías y colocación de la catenaria.
27. Instalaciones y acabados.

En el apartado *Planos* del presente Estudio se detallan las fases de ejecución de forma gráfica, así como las principales medidas preventivas.

Se analizan a continuación, aquellas actividades que no existen en otras fases de la obra, y que por tanto no han sido estudiadas en anteriores epígrafes del presente Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

8.16.2. Ejecución de losa superior in situ

8.16.2.1. Definición

Las principales actuaciones o tajos elementales que se llevan a cabo, son: colocación de paneles fenólicos de encofrado, colocación de armadura, encofrado de borde de losa, su armado y hormigonado, generalmente mediante bomba de losa, y vibrado del hormigón.

Por tanto, habrá que tener en cuenta todos los riesgos y medidas de seguridad correspondientes a la puesta en obra del hormigón y armadura.

8.16.2.2. Medidas preventivas

- Prever la disposición de superficies seguras de trabajo y desplazamiento, teniendo en cuenta que los paneles fenólicos son muy resbaladizos.
- Habilitar zonas de paso uniforme sobre las armaduras, evitando pisar directamente sobre ellas.
- Colocación de barandillas en todos los huecos y bordes de la losa.

- Disponer redes de seguridad horizontales en todos los huecos. Es recomendable que el montaje de las redes se realice en el canto de los huecos, para que no les afecten los trabajos en la superficie de la losa y en el borde del hueco.
- Tanto las barandillas como las redes, deben colocarse antes de comenzar la excavación bajo losa.

8.16.3. Excavación de rampas de acceso

La excavación de las rampas de acceso a los diferentes niveles de las estaciones, consta de tres actividades destacadas:

- La excavación entre pantallas de pilotes mediante el empleo de maquinaria.
- Saneamiento entre pilotes.
- Ejecución de arriostramientos o estampidores intermedios de refuerzo, bien de hormigón in situ, o mediante vigas o perfiles metálicos.

8.16.3.1. Medidas preventivas

- Cuando la separación entre los pilotes de las pantallas sea grande y con terreno suelto, se preverá la colocación de elementos de contención del material, mallas o entablados, o bien el gunitado de los pilotes.
- En la ejecución de refuerzos o estampidores intermedios, se debe considerar en la planificación su ejecución a nivel de suelo, a medida que avanza la excavación. De esta forma se eliminan los riesgos derivados de su montaje o ejecución en altura.
- Las pendientes de estas rampas no sobrepasarán el 12 % en recto y el 8% en curva, según legislación vigente, con un ancho mínimo de 4,5 m que deberá ensancharse en las curvas; asimismo se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos usados.

8.16.4. Excavación bajo losa

8.16.4.1. Definición

Este apartado responde a los trabajos necesarios para la ejecución del vaciado del terreno situado entre las pantallas y bajo losa.

8.16.4.2. Medios empleados

- Retroexcavadora
- Pala cargadora
- Camiones de desescombro

8.16.4.3. Identificación de riesgos

- Lesiones y atrapamientos por caída y/o vuelco de la máquina (durante la carga y descarga sobre camión).
- Atrapamientos (de miembros durante las maniobras de carga y descarga).

- Golpes (por penduleo de cargas suspendidas).
- Atropellos por máquinas en movimiento.
- Golpes y atrapamientos (deslizamientos de tierras y rocas).
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Lesiones auditivas por ruido ambiental y puntual.
- Lesiones por sobreesfuerzos.
- Afecciones respiratorias por polvo ambiental.

8.16.4.4. Medidas preventivas

Como medidas preventivas específicas a considerar para la ejecución de esta actividad, se deben contemplar:

- El frente de excavación nunca se deberá realizar en contrapendiente, ni tan siquiera en vertical. Para cumplir con esta medida se deberá tener en cuenta los tamaños de la retroexcavadora utilizada. En caso de necesitar una retro de pequeño tamaño, puede ser necesario que la excavación hasta el nivel de la siguiente losa se realice en dos fases.
- A medida que avance la excavación, se deberán ir retirando los paneles fenólicos del encofrado de la losa, no dejando restos sueltos.
- A medida que avanza la excavación, nos e dejarán restos de tierras adheridos a las pantallas que sean susceptibles de desprenderse.
- Hay que mantener en la zona de trabajo, unas adecuadas condiciones higiénicas y de iluminación. Deberá analizarse la disposición de ventilación soplaforzada para reciclar el aire en la zona de excavación.
- Se debe organizar el trabajo previamente, de forma que se eviten interferencias entre las máquinas, los vehículos y especialmente, los operarios.

8.16.4.5. Protecciones

- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Arnés de seguridad.
- Mascarilla antipolvo.
- Filtros para mascarilla.
- Protectores auditivos.
- Malla de balizamiento para delimitación de superficie no transitable en bordes de rampas de circulación o durante las paradas de excavación del frente.

8.16.5. Ejecución de anclajes para losas y estampidores intermedios

8.16.5.1. Definición

Para la correcta ejecución de losas y/o estampidores intermedios, es necesario conectar éstas a las pantallas perimetrales del recinto. Para ello se descarnarán las pantallas perimetrales para descubrir la armadura y se embeberán unas barras de acero de conexión en la pantalla.

8.16.5.2. Identificación de riesgos

- Lesiones por sobreesfuerzos.
- Lesiones auditivas por ruido excesivo.
- Afecciones respiratorias por inhalación de polvo ambiental.
- Lesiones por caída de objetos desprendidos.
- Proyección de fragmentos o partículas
- Heridas punzantes
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.

8.16.5.3. Medidas preventivas

- Utilizar robots que sustituyan a los operarios con martillos neumáticos, para evitar riesgos por sobreesfuerzos.
- En la ejecución de los taladros de conexión, prever equipos o planificar medidas para evitar los sobreesfuerzos.
- Se planificarán medidas organizativas tendentes a reducir los riesgos derivados de la presencia de polvo, o para protección de los mismos.
- Deberá evitarse la interferencia entre los trabajos de excavación bajo losa y picado de pantallas, o bien organizar los trabajos y disponer medidas para evitar los riesgos derivados de la misma.

8.16.6. Ejecución de losas y escaleras definitivas mediante el empleo de cimbras

Se ejecuta, mediante este proceso constructivo, la losa de cubierta correspondiente a la zona utilizada como pozo de ataque de la tuneladora en la estación que sirve para este fin, así como las losas de los cañones peatonales de las estaciones.

También se ejecutan con cimbra las escaleras definitivas entre niveles de la estación. El propio diseño de la cimbra permitirá el tránsito de los operarios por pasarelas y rampas de las mismas.

8.16.6.1. Medidas preventivas

- Se deberá exigir por parte del Contratista, los documentos preventivos referentes al montaje, utilización y desmontaje, cálculos de estabilidad, y técnicos o trabajadores responsables del montaje.
- Deberá redactarse para cada cimbra, un “procedimiento preventivo” de montaje, utilización y desmontaje de la estructura y de la puesta en obra del elemento estructural, que se incorporará en un anexo al Plan de Seguridad y Salud.
- Esta planificación deberá tener en cuenta la disposición de las protecciones para la puesta en obra del encofrado, la ferralla y el hormigón de la estructura.
- Se primará la elaboración aparte de armadura de losas inclinadas para su posterior izado y colocación.
- Debe preverse la disposición de puntos fijos y líneas de vida en puntos situados en una cota superior a la de trabajo para la utilización del arnés de seguridad.
- Los trabajadores encargados del montaje deberán ser montadores expertos de las empresas suministradoras o se les deberá dar una formación específica de montaje en la obra.
- Al ser habituales los riesgos especiales en estos trabajos, deberá asignarse obligatoriamente, la presencia de recursos preventivos.
- El descimbrado y desencofrado se realizará en orden inverso a montaje, utilizando como para el montaje, arnés con doble gancho para moverse por la estructura de forma segura. Para ser efectivo, el arnés se anclará siempre en posiciones superiores a la zona de trabajo.
- Los paneles de encofrado se deberán ir retirando antes del desmontaje de la estructura que lo sustenta, bajando la misma con los dispositivos de ascenso y descenso de que dispone. Nunca se deben dejar paneles de encofrado adheridos a la losa, retirando la estructura inferior.

8.16.7. Ejecución de losas superiores de vigas prefabricadas

Dentro de los aspectos preventivos a tener en cuenta en estos trabajos, hay que destacar los relacionados con la realización de trabajos en altura y la manipulación y puesta en obra de elementos prefabricados pesados.

8.16.7.1. Medios empleados

- Grúas.
- Máquina para soldar.
- Herramientas manuales.

8.16.7.2. Identificación de riesgos

- Caídas a distinto nivel.

- Pinchazos en manos y pies, por esperas y puntas.
- Caídas de herramientas y medios auxiliares a niveles inferiores.
- Golpes por objetos, herramientas o cargas en suspensión.
- Atrapamientos y aplastamientos durante las maniobras de ubicación y recibido de piezas
- Accidentes por vuelco o desplome de piezas grandes prefabricadas
- Lesiones y cortes por manejo de herramientas manuales
- Electrocuaciones.
- Atropellos al personal de obra por la maquinaria.

8.16.7.3. Medidas preventivas

- Al tratarse de trabajos con riesgos especiales, debe existir una vigilancia a través de la presencia de los recursos preventivos designados.
- El contratista principal debe designar y asignar un director de operaciones de la grúa de gran tonelaje.
- Hay que tener en cuenta las obligaciones respecto de la elección de la grúa en función de las cargas a manipular, y garantizar las condiciones de resistencia del terreno de apoyo de la grúa.
- No se podrán simultanear otras actividades en la misma vertical durante el montaje de los elementos prefabricados.
- La disposición de las líneas de vida, tanto en los espaldines y cargaderos para el montaje de las prelosas, y la utilización del arnés de seguridad constituyen la protección habitual a emplear en estos trabajos.
- En el montaje de vigas prefabricadas, especialmente en las de tipo doble T, deberá garantizarse la estabilidad al vuelco de las vigas, disponiendo apuntalamientos en los extremos en caso de ser necesario.

8.16.7.4. Protecciones colectivas

- Barandilla en los cargaderos para ejecución del mortero de nivelación y colocación de los neoprenos de apoyo de vigas.
- Barandilla de protección en el lateral de la última viga, en caso de que ese lateral permanezca abierto.
- Red horizontal bajo las vigas para el montaje de las prelosas.

8.16.8. Ejecución de contrabóveda de hormigón armado

La estructura que conforma la contrabóveda se realiza por tramos, en los que se conforma y monta la armadura de la base y la cuna sobre la que apoya la tuneladora. Posteriormente se realiza el hormigonado también por tramos. En esta estructura se dejan embebidas las guías

para el paso de la tuneladora. Las juntas entre tramos, así como en ocasiones la superficie de la base circular suelen encofrarse con nervometal.

El nervometal (marca comercial registrada) responde a una armadura metálica autoportante con múltiples usos en la construcción. La denominación obedece a que este producto a diferencia del metal desplegado, no está expandido, sino cortado, perfilado, estirado y planchado. Asimismo gracias a sus nervios rígidos, es un material autoportante tanto en losas como en paredes. Utilizado en paneles lisos o curvos, obtendremos siempre una superficie regular, sin defectos, en encofrados o enlucidos. Su capacidad autoportante permite obtener en losas, luces entre apoyos entre 60 y 120 cm. Dependiendo del espesor de la capa de compresión, de la sobrecarga y del espesor del metal.

Se fabrica en hojas o paneles de 2,50 x 0,60 con espesor de chapa de 0,50 y se suministra en paquetes de 20 hojas (30 m²). Su pequeño volumen permite disponer de un espacio reducido para almacenaje: 450 m² ocupan un volumen de 2 m³.

8.16.8.1. Identificación de riesgos

Además de los riesgos propios de la puesta en obra de hormigón armado, hay que considerar los derivados de la forma y altura de la propia estructura.

- Riesgos de caída en altura
- Atrapamiento por desplome, cuando se trabaja desde el interior de la zona de armado.

8.16.8.2. Medidas preventivas

- Al ejecutarse por tramos, se deberán proteger los frentes de cada tramo con riesgo de caída de altura mayor de 2 metros.
- Se dimensionarán y dispondrán rigidizadores interiores a medida que se monta la armadura.

8.16.9. Ejecución de muros o paramentos verticales de hormigón armado

Se ejecutan estas unidades de obra para la ejecución de los muros de los cañones de acceso peatonal a las estaciones. También se realiza esta unidad para la ejecución de los muros de cerramiento de los accesos provisionales de obra a los diferentes niveles de las estaciones.

Habrà por tanto que realizar las consideraciones preventivas habituales para montaje y desmontaje de encofrados, armados y hormigonado.

8.16.9.1. Identificación de riesgos

- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Cortes.
- Pisadas sobre objetos punzantes.

- Electrocutación por anulación de tomas de tierra de maquinaria eléctrica.
- Golpes en general con objetos.
- Atrapamientos.
- Ruido.
- Exposición al polvo.

8.16.9.2. Medidas preventivas

Son las relacionadas fundamentalmente con dos aspectos preventivos particulares de estos trabajos: disposición de plataformas para los trabajos en altura y las condiciones técnicas de apuntalamientos del montaje y desmontaje de encofrados y de la forma de hormigonado.

- Durante el montaje del armado del muro deben disponerse andamios con plataformas protegidas para el montaje, primero de un lado de la armadura, y posteriormente del otro.
- En el montaje del encofrado se deberá prever la disposición de las consolas de trabajo con plataformas y barandillas en cada nivel de encofrado. Para evitar los riesgos derivados del montaje de estos elementos auxiliares puede realizarse su instalación de forma conjunta con el panel de encofrado.
- Las plataformas instaladas en el último nivel servirán de base para el hormigonado, por lo que no deberán montarse en el borde superior del último panel, sino más abajo, para que el propio panel de encofrado sirva de protección contra el riesgo de caída de altura durante el vertido y vibrado del hormigón.
- Se deben disponer accesos seguros para los diferentes niveles de encofrado.
- En el montaje de los paneles suele ser necesario el empleo puntual de protecciones individuales para proteger del riesgo de caída de altura, por lo que se deberá prever la utilización de anchos certificados de arnés para los puntos fijos disponibles que en muchos casos se reducen a los taladros de las costillas de los encofrados ya asegurados.

Durante el encofrado y desencofrado de muros

- En cuanto al montaje y desmontaje de encofrados, además de la experiencia de los montadores, deberá contarse con una justificación técnica de los apuntalamientos, arriostamientos y atirantamientos a disponer para evitar la caída o reventón del encofrado, de forma especial durante el hormigonado, pero también durante el encofrado y desencofrado.
- Se prohíbe la permanencia de operarios en la zona de batido de cargas durante la operación de izado de "ferrallado" montado o de tableros de encofrar.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados se hará por medio de escaleras de mano reglamentarias.

- Se instalarán las plataformas de estancia y circulación en la coronación o intermedios del encofrado de los muros antes de comenzar el hormigonado o de los remates de encofrado.
- Se extremará la vigilancia de taludes durante las operaciones de encofrado y desencofrado del trasdós de los muros.
- Los clavos existentes en la madera se sacarán o remacharán inmediatamente después de haber desencofrado.
- El acopio de la madera, tanto nueva como usada, debe ocupar el menor espacio posible.
- Los puntales metálicos deformados se retirarán del uso. No se enderezarán.
- Los grandes paneles de encofrado se manejarán cumpliendo que:
 - Se suspenderán a gancho mediante balancín.
 - Serán guiados mediante cabos.
- En cuanto al desencofrado, éste deberá realizarse de forma inversa retirando los paneles a medida que se van desapuntalando y retirando los espadines y los tirantes.

Durante el ferrallado

- Durante la elevación de las barras se evitará que los paquetes de hierro pasen por encima del personal.
- El izado de paquetes de armadura, en barras sueltas o montadas, se hará suspendiendo la carga en dos puntos separados.
- Las barras de ferralla se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos, se acopiarán sobre durmientes por capas ordenadas de tal forma que sean evitados los enganches fortuitos entre paquetes.
- Los desperdicios y recortes se amontonarán y eliminarán de la obra lo antes posible.
- El taller de ferralla se ubicará de tal forma que, teniendo a él acceso la grúa, las cargas suspendidas no deban pasar por encima de los ferrallistas.
- La ferralla armada se colgará para transporte vertical de omegas con lazo de entrega al gancho de la grúa y garrotas antideslizamiento en los extremos.
- La ferralla armada presentada se recibirá de inmediato para evitar vuelcos una vez desprendida del gancho de cuelgue.
- Las parrillas de ferralla para armado de muros o pantallas se acordelaran hasta concluir el montaje para evitar vuelcos.
- Se prohíbe trepar por las armaduras. Para ascenso o descenso se utilizarán escaleras de mano reglamentarias.
- Las borriquetas de armado de ferralla estarán rematadas en ángulo hacia arriba para evitar que al rodar sobre ella caigan al suelo los redondos en barras.

- Se acotará la superficie del posible barrido de las barras conformadas a partir de dobladora mecánica para evitar golpes al resto de los trabajadores.
- Las barras de gran longitud serán acompañadas durante el trayecto para evitar la proyección de pequeños objetos por roce contra el suelo.
- Se ubicarán las esperas que presenten las puntas hacia arriba con tabloncillos, setas de plástico, etc., para evitar que se las pueda clavar alguien.

Durante el hormigonado

- Deberá planificarse y definirse la forma de realizar el hormigonado, para evitar el reventón del encofrado y el peligro para los trabajadores.

Hormigonado directo por canaleta

- Previamente al inicio del vertido de hormigón del camión hormigonera, se instalarán fuertes topes antideslizamiento en el lugar donde haya de quedar situado el camión.
- Los operarios se situarán detrás de los camiones hormigonera en maniobras de marcha atrás; estas maniobras siempre deberán ser dirigidas desde fuera del vehículo por uno de los trabajadores. Tampoco se situarán en el lugar de hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté en posición de vertido.
- Para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón para taludes hasta el cimientado se colocarán escaleras reglamentarias.
- Se prohíbe el cambio de posición del camión hormigonera al mismo tiempo que se vierte el hormigón. Esta maniobra deberá efectuarse en su caso con la canaleta fija para evitar movimientos incontrolados.
- Los camiones hormigonera no se aproximarán a menos de 2 metros de los cortes del terreno.

Hormigonado por cubos

- No se cargará el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa. Se señalará expresamente el nivel de llenado equivalente al peso máximo que se mantendrá visible.
- Se prohíbe permanecer debajo de las cargas suspendidas por las grúas para evitar golpes por fragmentos desprendidos.
- Se obligará a los operarios en contacto con los cubos al uso de guantes protectores para su guía y accionamiento de los mecanismos de apertura y cierre.
- Los cubilotes se guiarán mediante cuerdas que impidan golpes o desequilibrios a las personas. Se prohíbe expresamente recibir el cubilote directamente para evitar caídas por penduleo.

Hormigonado con bombas

- El personal encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.
- Después de hormigonar se lavará y limpiará el interior de los tubos, y antes de hormigonar se lubricarán las tuberías, empleando masas de mortero de pobre dosificación para, posteriormente, bombear el hormigón con la dosificación requerida.
- Hay que evitar los “tapones” porque son riesgo de accidente al desmontar la tubería. Evitar los codos de pequeño radio.
- La manguera de salida será guiada por dos operarios para evitar las caídas por golpes de la manguera.
- Un trabajador será el encargado permanente de cambiar de posición los tabloncillos de apoyo sobre las parrillas de los que manejan la manguera de vertido del hormigón para evitar las posibles caídas.
- Para vertidos a distancia de gran extensión se instalará una cabría para soporte del final del tubo y manguera de vertido.
- Se evitarán los movimientos de la tubería de la bomba de hormigonado, colocándola sobre caballetes arriostrándose las partes más susceptibles de movimiento en prevención de golpes por reventón.
- El manejo, montaje y desmontaje de la bomba de hormigonado deberá realizarse con máximas precauciones e incluso estarán dirigidos los trabajos por un especialista.
- Cuando se utilice la “pelota de limpieza” se colocará un dispositivo que impida la proyección; no obstante, los operarios se alejarán del radio de acción de su posible trayectoria.
- Se deberán revisar periódicamente los conductos de aceite a presión de la bomba de hormigonado, y se cumplirá con las operaciones de mantenimiento expuesta por el fabricante.

8.16.9.3. Protecciones individuales

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma de P.V.C. de seguridad.
- Cinturón porta-herramientas.
- Arnés de seguridad.
- Trajes impermeables para tiempo lluvioso.

8.16.9.4. Protecciones colectivas

- Señal de Obligatoriedad uso de protecciones individuales.

- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Plataformas de trabajo con barandilla de protección
- Vallas de limitación y protección
- Eslingas de seguridad y elementos para el izado seguro de cargas.
- Tomas a tierra en maquinaria
- Interruptores diferenciales

8.16.10. Ejecución de forjados y andenes

Previamente a la ejecución completa del andén, sobre los muros in situ se ejecutará un forjado tradicional a base de viguetas y bovedillas, sobre el que se extenderá una capa de hormigón -previo ferrallado- para su remate. Para las actividades de colocación de la armadura, encofrado y hormigonado, se seguirá lo dispuesto en los apartados anteriores, con las medidas preventivas complementarias reflejadas a continuación.

8.16.10.1. Identificación de riesgos

- Caídas al mismo nivel.
- Caída de los materiales al ser transportados a su lugar de almacenamiento, o durante la elevación y transporte para su montaje.
- Golpes o cortes durante su descarga, transporte o almacenamiento.
- Lesiones con objetos punzantes.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos

8.16.10.2. Medidas preventivas

- El izado de viguetas prefabricadas se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos tales, que la carga permanezca estable.
- El ángulo superior a nivel de la anilla de cuelgue de las dos hondillas que forman la eslinga, será igual o inferior a 90°.
- El izado de bovedillas sueltas se efectuará sobre bateas emplintadas. Las bovedillas se cargarán ordenadamente y se amarrarán para evitar su caída durante la elevación y transporte.
- El montaje de las bovedillas se ejecutará desde los palets de madera dispuestos sobre las viguetas repartidos estratégicamente por toda la superficie para evitar que el

trabajador transporte las bovedillas a largas distancias desde los palets hasta su puesta en obra; estos palets se irán cambiando de posición conforme sea necesario.

- El vertido del hormigón y el vibrado se realizará desde el propio forjado en construcción, sobre pasos dispuestos convenientemente para facilitar el acceso a las vigas.
- Si existiese peligro de caída de objetos o materiales a otro nivel inferior, éste se acotará para impedir el paso.
- En cualquier caso, siempre que exista riesgo de caída desde más de 2 metros de altura, los operarios utilizarán sin excepción cinturón de seguridad, con una longitud de cuerda que limite la aproximación al borde del forjado salvo que el cinturón esté provisto de amortiguador; éste se enganchará a un punto fijo cuya firmeza no sea afectada por los trabajos que se realicen, ni en caso de eventual caída.
- El vertido se realizará extendiendo el hormigón con suavidad sin descargas bruscas, y en superficies amplias.
- Se establecerán plataformas móviles de un mínimo de 60 cm. de ancho (3 tablonos trabados entre sí), desde las que ejecutar los trabajos de vibrado del hormigón.
- Se establecerán caminos de circulación sobre las superficies a hormigonar formados por líneas de tres tablonos de anchura (60 cm.).
- Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas al mismo o a distinto nivel.
- Se prohíbe cargar los forjados en los vanos una vez encofrados y antes de transcurrido el período mínimo de endurecimiento, en prevención de flechas y hundimientos.

8.16.10.3. Protecciones individuales

- Casco y calzado de seguridad.
- Botas impermeables.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes y gafas.
- Cinturón de seguridad.

8.16.10.4. Protecciones colectivas

- Se deberán disponer la protección mediante barandillas, en el encofrado del borde de andén.
- Se debe prever la colocación de barandillas en el borde del andén tras el hormigonado.
- Señalización de la zona de trabajos

8.17. Corte de hormigón con hilo de diamante

En este apartado se relacionan los riesgos y medidas preventivas para la actividad de corte de hormigón con hilo de diamante, como paso previo para el proceso de demolición parcial de cualquier estructura de hormigón u hormigón armado.

8.17.1. Procedimiento.

Para el corte de una pieza de hormigón con hilo de diamante, se deben realizar los taladros previos necesarios para el paso del hilo cortador por todos ellos, estableciendo un circuito cerrado del hilo junto con la propia máquina de corte.

8.17.2. Medidas preventivas

Preparativos antes de trabajar

- Debe asegurarse que en la zona de corte no haya conducciones de gas, agua, corriente eléctrica u otro tipo de conducciones. Hay que proteger por separado y, dado el caso, poner fuera de servicio, las conducciones que se hallen próximas a la zona de corte que pudieran ser dañadas, por ejemplo, por trozos que caigan.
- Debe asegurarse de que el agua fría utilizada se derrama de forma controlada o es convenientemente succionada. El agua que se derrame o salpique incontroladamente puede provocar daños o accidentes. Piense que el agua también puede derramarse por espacios huecos interiores no visibles, por ejemplo, dentro de la obra de albañilería.
- No utilizar la sierra de cable en espacios con peligro de explosión o en las proximidades de materiales inflamables, líquidos o gases. La proyección de chispas o las descargas electrostáticas pueden producir incendios o explosiones.
- No corte materiales de los que puedan salir polvos o vapores explosivos o nocivos para la salud durante el proceso de corte.
- No cortar aleaciones de aluminio ni de magnesio, fácilmente inflamables

Seguridad de la zona de trabajo

- Aislar con elementos resistentes las zonas de posibles proyecciones del hilo de diamante, pues éste suele romper con cierta facilidad y salir proyectado muy fuertemente en una dirección según estén las poleas que fijan su posición.
- El personal debe ser muy especializado y seguir las instrucciones del fabricante del equipo.
- Debe mantenerse a personas alejados del área de trabajo y no permitir que nadie se acerque a la maquinaria, los cables o accesorios. Por tanto, se delimitará la zona de trabajo impidiendo el acceso al personal no autorizado.
- Nunca se deberá penetrar en la zona de peligro durante el proceso de serrado.
- Se seguirán las instrucciones de uso, normas de seguridad, revisión y mantenimiento de la máquina.

- Se deben crear unas condiciones de seguridad en la zona de serrado tales que ni el operario, ni otras personas ni la maquinaria puedan ser lesionados o dañados por piezas que salgan despedidas (guijarros, trozos de cable, lodo residual del serrado y similares).
- Para ello se hará uso de algún tipo de protección o resguardo colocado en la máquina o bien una protección mediante tablero de encofrado o similar en la zona de la máquina.
- La máquina debe mantenerse limpia y deben hacerse los mantenimientos prescritos.
- Mantener en orden el área de trabajo y procurar que haya una buena iluminación.
- No utilizar la máquina para fines no previstos, sino únicamente de forma reglamentaria y en perfecto estado.
- Utilice únicamente los accesorios originales y los equipos auxiliares que se mencionan en el manual de instrucciones.
- No debe exponerse la herramienta a las precipitaciones ni utilizarla en un entorno húmedo o mojado. No utilizar la herramienta en lugares donde exista peligro de incendio o explosión.
- Debe mantenerse las empuñaduras secas, limpias y sin residuos de aceite o grasa.
- Evitar que la herramienta se ponga en marcha accidentalmente.
- Asegurar el interruptor de conexión y desconexión está desconectado cuando inserte el enchufe en la toma de corriente.
- Asimismo, desenchufar la herramienta de la toma de corriente cuando no se esté usando, antes de su limpieza, mantenimiento y cambio de útil.

Asegurar el elemento de construcción y deshacerse del lodo residual del serrado

- Para evitar lesiones y que se atasque el cable, los bloques cortados se deben proteger contra movimientos incontrolados mediante cuñas de acero y / o puntales.
- Asegurar que los elementos de construcción que queden liberados al serrar (bloques de hormigón, etc.) no pongan en peligro la zona de trabajo ni a los operarios.
- Para sacar y llevarse los elementos de construcción cortados, utilizar sólo sujeciones y aparatos elevadores autorizados y de las dimensiones apropiadas.
- No debe situarse nadie en una zona en la que haya cargas suspendidas de una grúa

Estas medidas preventivas vienen complementadas por lo dispuesto en el apartado de Maquinaria.

8.17.3. Protecciones individuales

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.

- Botas de goma de P.V.C. de seguridad.
- El usuario y las personas que se encuentran cerca del lugar donde se utiliza la herramienta deben llevar gafas protectoras, casco de seguridad, protección para los oídos, guantes de protección, guantes y zapatos de seguridad.

8.17.4. Protecciones colectivas

- Señalización de la zona de trabajo
- Utilización de cestas o plataformas elevadoras para trabajos en altura o cortes en superficies verticales o andamio.

8.18. Estaciones arquitectura

8.18.1. Templete exterior

8.18.1.1. Definición

Los accesos desde la calle a la estación están resueltos con un pabellón de acero y vidrio. Dentro están equipados con dos escaleras mecánicas y una fija. Todos disponen, al menos, de un ascensor que en algunos casos queda integrado dentro del templete.

En el montaje de los templetes hay que tener en cuenta los riesgos derivados de los trabajos en altura y el montaje de elementos prefabricados mediante grúa. Ésta transportará los perfiles hasta su posición, donde serán recibidos por dos operarios.

Esta operación de guiado, colocación y fijación deberá realizarse desde ubicaciones en las que los operarios se encuentren protegidos del riesgo de caída en altura. Para ello, las plataformas de trabajo de estos operarios estarán protegidas mediante barandillas reglamentarias, y si no fuese posible, se les dotará de un punto de anclaje o línea de vida, a los que se engancharán mediante arnés de seguridad con doble enganche.

Estas cuestiones deberán tenerse en cuenta no solo para los trabajos de ejecución de la estructura metálica/cubierta del templete, sino además, para los relativos a la ejecución de remates a lo largo del borde del hueco de acceso del templete al interior de la estación (trabajos de solado, etc.).

8.18.1.2. Identificación de riesgos

- Vuelco de las pilas de acopio de perfilaría.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Derrumbamiento por golpes con las cargas suspendidas de elementos punteados.
- Atrapamientos por objetos pesados.
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.
- Vuelco de la estructura.
- Quemaduras.

- Radiaciones por soldadura con arco.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al vacío.
- Partículas en los ojos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Explosión de botellas de gases licuados.
- Incendios.
- Intoxicación.
- Otros.

8.18.1.3. Medidas preventivas.

- Se habilitarán espacios determinados para el acopio de la perfilería.
- Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas estableciendo capas hasta una altura no superior al 1,50 m.
- Los perfiles se apilarán clasificados en función de sus dimensiones.
- Los perfiles se apilarán ordenadamente por capas horizontales. Cada capa a apilar se dispondrá en sentido perpendicular a la inmediata inferior.
- Se paralizarán los trabajos sobre la cubierta bajo régimen de vientos superiores a los 60 Km/h., (lluvia, heladas y nieve).
- Las maniobras de ubicación "in situ" de pilares y vigas (montaje de la estructura) serán gobernadas por tres operarios. Dos de ellos guiarán el perfil mediante sogas sujetos a sus extremos siguiendo las directrices del tercero.
- Para la colocación de las correas y cerchas de la cubierta, se empleará una autogrúa para su izado y posicionamiento y una plataforma elevadora móvil de personal en cada extremo para que los soldadores las fijen.
- Entre los dos extremos del caballete central de la cubierta a dos aguas, se tenderá una línea de vida provista de dispositivo anticaída al que se amarrará el mosquetón del arnés de seguridad, para su uso en los posteriores desplazamientos sobre la cubierta. La longitud del dispositivo anticaída será como máximo igual a la del vuelo de la cubierta.
- Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo esta, redes horizontales de seguridad.
- La medida precedente es en extremo adecuada en la construcción de grandes espacios libres y durante el montaje de una cubierta sin forjado (chapa plegada, fibrocemento, fibra de vidrio, P.V.C.). No obstante, deberá tomar sus precauciones a la hora de soldar pues las "chispas" pueden dañar la red. Colocar unas sencillas chapas metálicas,

ligeras, que se puedan colgar de la perfilería y actuar de "recogechispas". No descuidar esta advertencia, nada más peligrosos en prevención que la protección insegura por deterioro.

- Se mantendrán los andamios metálicos tubulares empleados en la construcción de las fachadas para que actúen como protección del riesgo de caídas desde la cubierta. En la coronación de estos andamios se establecerá una plataforma cuajada en toda su anchura, cuya barandilla de protección sobrepase en 1 metro la cota de perímetro de la cubierta.
- Las redes se revisarán puntualmente al concluir un tajo de soldadura con el fin de verificar su buen estado.
- Es práctica habitual "subir punteando"; es decir, recibiendo el perfil sin ejecutar el cordón definitivo. Tomar precauciones para que la estructura se suelde completamente concluido el aplomado o nivelado de las piezas. Redactar actas de cumplimiento.
- Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán con el equipo de soldadura situado siempre sobre la plataforma cuajada del andamio perimetral. El soldador además, amarrará el mosquetón del arnés al dispositivo anticaída instalado a la línea de vida existente y avanzará sobre la última tanda de paneles metálicos que sucesivamente se colocarán para formar la cubierta.
- Los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje. Se evitará el oxicorte en altura, en la intención de evitar riesgos innecesarios.
- Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo. Se exige el uso de recoge pinzas.
- Se prohíbe tener las mangueras o cables eléctricos de forma desordenada. Siempre que sea posible se colgará de los "pies derechos", pilares o paramentos verticales.
- Las botellas de gases en uso en la obra, permanecerán siempre en el interior del carro portabotellas correspondiente.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.
- Para soldar sobre tajos de otros operarios, se tenderán "tejadillos", viseras, protectores en chapa.
- Se prohíbe trepar directamente por la estructura.
- El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante las escaleras interiores de las que dispone el andamiaje perimetral.

8.18.1.4. Protecciones.

- Casco de polietileno.
- Arnés de seguridad tipo C.

- Botas de seguridad con suela aislante.
- Guantes de cuero.
- Botas de goma o de P.V.C. de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Manoplas de soldador.
- Mandil de soldador.
- Polainas de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de mano para soldadura.
- Gafas de soldador.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.

8.18.2. Cubiertas interiores

La altura libre requerida para los cuartos técnicos y de servicio es de 3 m. La altura de la cámara que queda entre la cubierta de estos cuartos y la losa de estación permite que aquella sea practicable, para ello dicha cubierta debe resistir una carga mínima de 100kg/m².

La cubierta está compuesta por una chapa colaborante de acero galvanizado sobre correas a base de tubos 100x50x3 mm apoyados en la tabiquería de distribución de 1/2 pie. Se le da pendiente hacia la cámara bufa.

En algunos casos se realizan forjados tipo "Deck" en aquellos cuartos donde es necesario dotarlos de resistencia al fuego o de una buena impermeabilización.

8.18.2.1. Identificación de riesgos principales.

- Caídas de personas al vacío.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos a niveles inferiores.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras, (sellados, impermeabilizaciones en caliente).
- Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales.

8.18.2.2. Medidas preventivas

- Se instalarán mediante pies derechos sobre mordazas de aprieto, barandillas de suplemento hasta alcanzar 1,0m de altura sobre los petos definitivos de fábrica.
- El riesgo de caía al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten las caídas sobre red superiores a los 6m. De altura.

- Tener presente que para que el peto actúe como "protección" se requiere que interiormente tenga una altura de 90 cms.
- Se tenderán cables de acero anclados a "puntos fuertes" ubicados en los petos de cerramiento, según detalle de planos que los que amarran el fiador del arnés de seguridad durante las labores sobre el forjado de cubierta.
- Se mantendrán los andamios metálicos tubulares empleados en la construcción de las fachadas para que actúen como protección del riesgo de caídas desde la cubierta. En la coronación de estos andamios se establecerá una plataforma cuajada de tablonos en toda su anchura, completándose con un entablado de madera cuya altura sobrepase en 1m. La cota de perímetro de la cubierta.
- Este entablado se puede sustituir por una red tensa.
- Todos los huecos de la cubierta permanecerán tapados con madera clavada al forjado, hasta el inicio de su cerramiento definitivo. Se descubrirán conforme vayan a cerrarse.
- El acceso a la cubierta mediante escaleras de mano, no se practicará por huecos inferiores a 50 x70 cm., sobrepasando además la escalera en 1m., la altura a salvar.
- El hormigón de formación de pendientes (o el hormigón celular, o aligerado, etc.), se servirá en cubierta mediante el cubilote de la grúa o bomba..
- Se establecerán "caminos de circulación" sobre las zonas en proceso de fraguado, (o de endurecimiento), formados por una anchura de 60 cm.
- Las planchas de polietileno (de espuma y asimilables) se cortarán sobre banco. Sólo se admiten cortes sobre el suelo para los pequeños ajustes.
- Los recipientes para transportar materiales de sellado se llenarán al 50% para evitar derrames innecesarios.
- Se conservará perfectamente a lo largo del tiempo en servicio, en orden y limpio, el almacén de productos inflamables cuidando no quede interrumpida su ventilación. En el exterior, junto al acceso, existirá un extintor de polvo químico seco.
- Se instalarán letreros de "peligro de incendios por uso de sopletes a mecheros de gas" en los accesos a la cubierta, para recordar este riesgo constantemente al personal.
- Las planchas de materiales aislantes ligeras, se izarán a la cubierta mediante bateas suspendidos de la grúa a los que no se le habrán soltado los flejes, (o la envoltura en los que son servidos por el fabricante). Estas bateas, se gobernarán mediante cabos, nunca directamente con el cuerpo o las manos.
- Los acopios de material bituminoso, (rollos de mantas o telas asfálticas), se repartirán en cubierta evitando las sobrecargas puntuales.
- El Encargado comprobará que han sido apagados los mecheros o sopletes a la interrupción de cada período de trabajo.

- El izado de la grava de remate de la cubierta se realizará sobre plataformas emplintadas. Quedan prohibidos los “colmos” que puedan ocasionar derrames accidentales.
- Las plataformas de izado de grava se gobernarán mediante cabos, nunca directamente con las manos o el cuerpo.
- La grava se depositará sobre cubierta para su apaleo y nivelación según los puntos plasmados en los planos, evitando expresamente, las sobrecargas puntuales.
- El pavimento de la cubierta (losetas, catalán, gres, etc), se izará sobre plataformas emplintadas empaquetados según son servidos por el fabricante, perfectamente apilados y nivelados los paquetes y atado el conjunto a la plataforma de izado para evitar derrames durante el transporte.
- Las cajas de pavimento de la cubierta, se repartirán para su posterior puesta en obra según detalle de planos, (para evitar sobrecargas).
- En todo momento se mantendrá limpia y libre de obstáculos que dificulten la circulación o los trabajos, la cubierta que se ejecuta.
- Los plásticos, cartón, papel y flejes, procedentes de los diversos empaquetados, se recogerán inmediatamente que se hayan abierto los paquetes, para su eliminación posterior.

8.18.2.3. Protecciones.

- Las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.
- Casco de polietileno, (preferible con barbuquejo).
- Botas de seguridad.
- Botas de goma.
- Guantes de cuero impermeabilizados.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Arnés de seguridad tipo C.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.

Además para la manipulación de betunes y asfaltos en caliente, se utilizarán:

- Botas de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandiles de cuero.
- Guantes de cuero impermeabilizados.

8.18.3. Impermeabilizaciones y aislamientos

8.18.3.1. Definición

Las láminas asfálticas impermeabilizantes pueden formar membranas monocapas (una sola lámina) o multicapa (varias), colocadas en sistemas adheridos, semiadheridos, no adheridos clavados o fijados mecánicamente.

Estas láminas se pueden aplicar utilizando oxiasfalto en caliente como elemento de unión, calentándolas con soplete de gas para conseguir la unión entre sí y/o con el soporte, y mediante fijación mecánica a través de un sistema de clavado.

Proyecto, producto y puesta en obra son los tres pilares sobre los que descansa una buena impermeabilización. En la ejecución de la impermeabilización hay que prestar especial atención a los puntos singulares, ya que son éstos, los que pueden ser más problemáticos, bien por falta de diseño, fallo del material o mala realización.

8.18.3.2. Medios

- Herramientas manuales.
- Carretillas.

8.18.3.3. Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyección de partículas durante el corte de las piezas a la vía pública.
- Sobreesfuerzos.
- Derivados medios auxiliares usados.
- Estrés térmico.
- Incendios.
- Dermatitis.
- Enfermedades por ambiente pulvígeno.
- Emulsión bituminosa en caliente durante el extendido

8.18.3.4. Medidas preventivas

- Orden y limpieza.
- Realización del trabajo por personal cualificado.
- Clara delimitación de las áreas para acopios de materiales.
- Se cuidará el manejo de cargas pesadas, no llevando más de 25 Kg. por operario en ningún momento.
- Conviene recordar que no deben realizarse trabajos de impermeabilización cuando las condiciones climatológicas puedan resultar perjudiciales y, en concreto, cuando la temperatura ambiente sea menor de:

- 5°C para láminas de oxiasfalto
- 0°C para láminas de oxiasfalto modificado
- 5°C para láminas de betún modificado

- Antes de comenzar o reanudar los trabajos de impermeabilización, debe comprobarse si el soporte base reúne todas las condiciones señaladas en el pliego de condiciones o en la normativa vigente. En caso contrario debe esperarse el tiempo necesario o proceder a su adecuación.
- Los rollos de láminas asfálticas se almacenarán en obra protegidos, teniendo en cuenta las condiciones de temperatura ambiente citadas anteriormente y según del tipo que sean, oxiasfalto, modificado y betún modificado.
- Las láminas armadas con polietileno deben almacenarse en rollos tumbados y no más de cinco alturas. Las demás láminas se almacenarán en rollos de pie.

8.18.3.5. Protecciones

Protecciones colectivas

- Uso adecuado de útiles y herramientas y medios auxiliares sin eliminar sus dispositivos de seguridad.
- Se acotarán y señalizarán convenientemente las zonas de trabajo.
- Durante el acopio de materiales se utilizarán los accesorios apropiados no sobrecargando los mismos, a fin de evitar caídas de material.

Protecciones individuales

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado para todo el personal.
- Guantes de goma fina o caucho natural.
- Manoplas de cuero para descarga.
- Gafas protectoras.
- Mascarilla buconasal.

8.18.4. Albañilería

8.18.4.1. Definición

Comprende la ejecución de muros de fábrica de ladrillo de los cuartos y cajas de ascensores y escaleras de las estaciones.

8.18.4.2. Identificación de riesgos.

- Caídas a distintos nivel, tanto durante el montaje de los andamios (tubulares o colgados), como en la realización de los trabajos sobre el mismo, y especialmente en el momento de acceder o salir de los mismos.
- Caídas al mismo nivel, en el tránsito por las plataformas de los andamios.

- Caída de objetos desde niveles superiores.
- Golpes por objetos y materiales en manipulación (herramientas manuales, material cerámico...).
- Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas, en la manipulación de pastas, morteros de cemento, etc...
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a condiciones atmosféricas adversas.

8.18.4.3. Medidas preventivas

- Los andamios se conformarán completamente, con todos sus elementos según el fabricante, y dispondrán de accesos adecuados.
- La zona afectada en la vertical de los trabajos (por riesgo de caída de objetos) se acotará con malla naranja y se señalizará de manera que se evite el acceso a dicha zona.
- Cuando se pueda afectar a terceros, se colocarán marquesinas que eviten la caída de objetos a la vía pública.
- Los acopios de material se distribuirán de forma adecuada, evitando interferir en zonas de paso.
- En el montaje y utilización de andamios tubulares, se tendrá en cuenta lo expuesto en temas de andamios.
- En los andamios colgados se efectuará una prueba de carga, no se superarán los 8 m., de andamiada, se instalarán cuerdas auxiliares o sistema equivalente (independientes de los elementos de sustentación del propio andamio) para amarre del arnés de seguridad, se arriostará a fachada (atando cables de sustentación a pilares) y nunca se colocarán pasos improvisados entre andamios o entre éstos y los forjados.

8.18.4.4. Protecciones.

- Casco de Seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Calzado de Seguridad.
- Arnés de seguridad tipo C.
- Guantes (manipulación de cementos, yesos,...).
- Gafas antirproyecciones (en los trabajos que lo requieran).
- Faja dorsolumbar.

8.18.4.5. Medidas complementarias

- Se evitará sobrecargar las plataformas.

- La elevación de la andamiada conforme a los trabajos, se realizará conjuntamente, evitando que se queden en pendiente las plataformas (pendientes peligrosas).
- De cualquier anomalía, fallo o mal funcionamiento, se dará aviso inmediatamente a los superiores.
- En las zonas donde sea necesario quitar barandilla para colocación de ladrillo, se realizará en el instante necesario y solo puede hacerlo la persona autorizada para ello. Se colocará inmediatamente después. No admitiéndose ser quitada con anterioridad.
- Siempre se utilizará el arnés durante los trabajos sobre andamios colgados, anclados a sus correspondientes sistemas de amarre

8.18.5. Montaje de prefabricados

8.18.5.1. Definición

Se consideran incluidos en esta actividad los trabajos de ejecución de la estructura soporte de los paramentos verticales. Está formada por perfiles IPE 120 galvanizados dispuestos verticalmente cada 3m, anclados mediante placas a losa de suelo y mediante apoyos a la losa superior, que permiten el movimiento en la dirección de su directriz. Horizontalmente se disponen tubos de acero galvanizado.

Asimismo, se aplicará lo dispuesto en este apartado a cualquier otro material empleado en obra que, por sus dimensiones sea necesario tratarlo como tal, de cara a su manipulación y colocación en alguna unidad de obra.

8.18.5.2. Medios empleados

- Diversos útiles y herramientas
- Camión grúa
- Plataformas de trabajo
- Andamios

8.18.5.3. Identificación de riesgos

- Golpes a las personas por el transporte en suspensión de grandes piezas.
- Atrapamientos durante maniobras de ubicación.
- Caída de personal al mismo y distinto nivel.
- Vuelco de piezas prefabricadas.
- Desplome de piezas prefabricadas.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Aplastamientos de manos o pies al recibir las piezas.

8.18.5.4. Medidas preventivas

- Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos, en los que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad de los operarios encargados de recibir al borde de los forjados, las piezas prefabricadas servidas mediante grúa.
- La pieza prefabricada, será izada del gancho de la grúa mediante el auxilio de balancines.
- El prefabricado en suspensión del balancín, se guiará mediante cabos sujetos a los laterales de la pieza.
- Una vez presentado en el sitio de instalación el prefabricado, se procederá, sin descolgarlo del gancho de la grúa y sin descuidar la guía mediante los cabos, al montaje definitivo. Concluido este, podrá desprenderse del balancín.
- Se revisará frecuentemente el buen estado de los elementos de elevación (eslingas, balancines, pestillos de seguridad, etc.).
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.
- Se instalarán señales de "peligro, cargas suspendidas" sobre pies derechos bajo los lugares destinados a su paso.
- Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte de prefabricados.
- Los prefabricados se descargarán de los camiones y se acopiarán en los lugares señalados.
- Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.
- A los prefabricados en acopio antes de proceder a su izado para ubicarlos en la obra, se les amarrarán los cabos de guía, para realizar las maniobras sin riesgos.
- Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a los 60 Km/h.
- Si alguna pieza prefabricada llegara a su sitio de instalación girando sobre si misma, se la intentará detener utilizando exclusivamente los cabos de gobierno. Se prohíbe intentar detenerla directamente con el cuerpo o alguna de sus extremidades, en prevención del riesgo de caídas por oscilación o penduleo de la pieza en movimiento.
- Las plantas permanecerán limpias de materiales o herramientas que puedan obstaculizar las maniobras de instalación.

8.18.5.5. Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Arnés de seguridad clase C.

Además los soldadores usarán:

- Yelmo para soldadura.
- Pantalla de mano para soldadura.
- Gafas para soldador (soldador y ayudante).
- Mandil de cuero.
- Polainas de cuero.
- Manguitos de cuero.
- Guantes de cuero.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Redes para huecos horizontales
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según legislación vigente.

8.18.5.6. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, arnés de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.

8.18.6. Enfoscados y enlucidos

8.18.6.1. Definición

Se estudia en este apartado, los revestimientos a base de “pasta” en general, de los paramentos verticales y horizontales de construcción (enyesados, morteros pétreos, tirolesas, etc.) por lo que de común tienen desde la óptica prevencionista.

8.18.6.2. Identificación de riesgos.

- Cortes por uso de herramientas, (paletas, paletines, terrajas, miras, etc.).
- Golpes por uso de herramientas, (miras, reglas, terrajas, maestras).
- Caídas al vacío (patios, balcones, fachadas, etc.).
- Caídas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Dermatitis de contacto con el cemento u otros aglomerantes.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos
- Otros.

8.18.6.3. Medidas preventivas

- Hay que tener presente que los tajos de enlucidos y asimilados, se caracterizan por su suciedad y por consiguiente sus superficies de trabajo aparecen llenos de “pasta” más o menos fresca.
- Asimismo, se ha de recordar que estas superficies se sustentan a media altura en interiores sobre borriquetas y que pueden ser a gran altura sobre andamios tubulares apoyados o sobre andamios colgados en fachadas, huecos de ascensor, patios etc.
- Por otra parte, recordar que son fases de obra caracterizadas por una rápida ejecución. Vigilar situaciones asimilables a “destajos” y las subcontrataciones, para hacer cumplir las normas:
 - En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de tránsito y de apoyo para realizar los trabajos de enfoscado para evitar los accidentes por resbalón.
 - Tener presente que la limpieza hay que realizarla de todas formas. Obligar una limpieza al unísono conforme avancen los trabajos. Con ello, disminuirá el riesgo de caída.
 - Las plataformas sobre borriquetas para ejecutar enyesados (y asimilables) de techos, tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablonas, evitando, escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.

- Los andamios para enfoscados de interiores se formarán sobre borriquetas. Se prohíbe el uso de escaleras, bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en bordes y huecos de losas, sin protección contra las caídas desde altura.
- Para los trabajos en bordes de losas y asimilables puede decidirse el utilizar, redes, barreras sólidas y cinturones de seguridad.
- Se colgaran de elementos firmes de la estructura, cables en los que amarrar el fiador del arnés de seguridad para realizar trabajos sobre borriquetas en los lugares con riesgo de caída desde altura.
- Para la utilización de borriquetas huecos de losa se instalarán redes tensas de seguridad, según detalle en planos, en evitación del riesgo de las caídas desde altura.
- Para la utilización de borriquetas en bordes y huecos de losa, se instalará un cerramiento provisional formado por “pies derechos” acñados en suelo y techo, según detalle de planos, a los que se amarrarán tablonos formando una barandilla sólida de 1,0m. de altura, medidos desde la superficie de trabajo sobre las borriquetas. La barandilla constará de pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura sobre el suelo en torno a los 2m.
- La iluminación mediante portátiles se hará con “portalámparas estancos con mango aislante” y rejilla de protección de la bombilla y alimentados a 24 V.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las “miras” (reglas, tablonos, etc.), se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quien lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios (o los tropezones entre obstáculos).
- El transporte de “miras” sobre carretillas, se efectuará atando firmemente el paquete de miras a la carretilla, para evitar los accidentes por desplome de las miras.
- El transporte de sacos de aglomerantes o de áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano, para evitar sobreesfuerzos.
- Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de “garbancillo” sobre morteros.
- Los sacos de aglomerados, (cementos diversos o de áridos), se acopiarán ordenadamente repartidos junto a los tajos en los que se les vaya a utilizar, lo más separados posible de los vanos, para evitar sobrecargas innecesarias.

- Los sacos de aglomerados, (cementos diversos o de áridos), se dispondrán de forma que no obstaculicen los lugares de paso, para evitar accidentes por tropiezos.
- Se tenderán cables amarrados a “puntos fuertes” en la zona de cubierta, en los que amarrar el fiador del arnés de seguridad, para realizar los enfoscados (y asimilables) desde andamios colgados en (patios y huecos de ascensores).

8.18.6.4. Protecciones individuales

Las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.

- Casco de polietileno (obligatorio para los desplazamientos por la obra y en aquellos lugares donde exista riesgo de caídas de objetos).
- Guantes de P.V.C. o de goma.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Gafas de protección contra gotas de morteros y asimilables
- Ropa de trabajo.
- Arnés de seguridad tipo C.

8.18.7. Falso techo

8.18.7.1. Definición

Todos los cuartos de la estación disponen de falso techo a una altura de 3m. El falso techo se realiza con chapa trapezoidal de 0,7 mm lacada en blanco y rematada perimetralmente con una “L” de las mismas características. Se fija mediante tornillos a tubos galvanizados y estos a su vez a las correas soporte de la chapa colaborante.

También se coloca falso techo a base de lamas de resinas tipo “Bekaert” en el cañón de acceso a la estación.

8.18.7.2. Identificación de riesgos

- Corte por el uso de herramientas manuales.
- Cortes por la manipulación de carriles y guías.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel, (desde la escalera de mano principalmente).
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Contactos con la energía eléctrica.

8.18.7.3. Medidas preventivas

- En todo momento se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo, para evitar accidentes por tropiezos.
- Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo de tijera dotadas de zapatas antideslizantes y cadenilla de control de apertura máxima, para evitar accidentes por inestabilidad.
- Las plataformas de trabajo sobre borriquetas tendrán un ancho mínimo de 60 cm. (3 tablones trabados entre sí, y a las borriquetas).
- La instalación de falsos techos se efectuará desde plataformas ubicadas sobre un andamio tubular, (a más de 2 m. de altura), que estarán recercados de una barandilla sólida de 1,0m. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié.
- Las plataformas tubulares sobre ruedas no se utilizarán sin haber ajustado los frenos de rodadura antes de subir a ellas.
- Los andamios a construir para la instalación de falsos techos, se montarán sobre BORRIQUETAS. Se prohíbe la utilización de bidones, pilas de materiales, escaleras apoyadas contra los paramentos.
- Las superficies de trabajo para instalar falsos techos sobre rampas y escaleras serán horizontales.
- Se colocarán cables de seguridad anclados a puntos fuertes de la estructura, en los que amarrar el fiador de los cinturones de seguridad en los tajos próximos a huecos con riesgo de caídas desde altura.
- Se prohíbe ascender a escaleras de mano, (apoyadas o de tijera), en descansillos y tramos de escaleras sin estar sujeto el arnés de seguridad a un punto firme de la estructura.
- La iluminación mediante portátiles se hará con "portalámparas estancos con mango aislante" y "rejilla" de protección de bombilla; la energía eléctrica los alimentará a 24 voltios.
- Se prohíbe expresamente el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- El transporte de guías de longitud superior a los 3 m. se realizará mediante dos operarios.
- Se prohíbe abandonar directamente sobre el pavimento, objetos cortantes y asimilables, para evitar los accidentes por pisada de objetos.

8.18.7.4. Protección

- Casco de seguridad (obligatorio para los desplazamientos por la obra).
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.

- Gafas contra proyecciones.
- Cinturón porta-herramientas.
- Arnés de seguridad clase C.

8.18.8. Solados

La consideración preventiva más importante para la realización de los solados se produce en la ejecución de éstos en las zonas próximas al borde del mirador del vestíbulo que da a los andenes. En los demás casos, la ejecución de esta actividad únicamente presenta riesgos ergonómicos posturales del trabajador durante la ejecución.

8.18.9. Identificación de riesgos

- Caídas al mismo nivel.
- Cortes por manejo de elementos con aristas o bordes cortantes.
- Afecciones reumáticas por humedades en las rodillas.
- Dermatitis por contacto con el cemento.
- Caídas a distinto nivel. (Por la escalera en construcción por ejemplo).
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Otros.

8.18.10. Medidas preventivas

- El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.
- El corte de piezas tendrán una iluminación mínima de 100 lux medidos a una altura sobre el pavimento entorno a 1,5 m.
- La iluminación mediante portátiles, se efectuará con "portalámparas estancos con mango aislante" provistos de rejilla protectora de la bombilla y alimentados a 24 voltios.
- Se prohíbe la conexión de los cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido. El conjunto apilado se flejará o atará a la plataforma de izado o transporte para evitar los accidentes por derrames de la carga.
- Las piezas de pavimento sueltas, (baldosas de hormigón, "chino lavado", "cuatro pastillas", terrazos y asimilables), se izarán perfectamente apiladas en el interior de jaulones de transporte, en evitación de accidentes por derrame de la carga.

- Los sacos de aglomerante, (cementos, áridos para mortero de agarre, etc.), se izarán perfectamente apilados y flejados o atados sobre plataformas emplintadas, firmemente amarradas para evitar accidentes por derrame de la carga.
- En los lugares de tránsito de personas, (sobre aceras en construcción y asimilables), se acotarán las superficies recientemente soladas, en evitación de accidentes por caídas.
- Las cajas o paquetes de pavimento se acopiarán linealmente y repartidas junto a los tajos, en donde se las vaya a instalar, situadas lo más alejados posibles de los vanos para evitar sobrecargas innecesarias.
- Las cajas o paquetes de pavimento, nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar los accidentes por tropiezo.
- Cuando esté en fase de pavimentación un lugar de paso y comunicación interno de obra, se cerrará el acceso, indicándose itinerarios alternativos mediante señales de dirección obligatoria.
- Los lugares en fase de pulimento se señalarán mediante rótulos de: **“peligro, pavimento resbaladizo”**.
- Las pulidoras y abrillantadoras a utilizar, estarán dotadas de doble aislamiento, (o conexión a tierra de todas sus partes metálicas); para evitar los accidentes por riesgo eléctrico.
- Las pulidoras y abrillantadoras a utilizar, tendrán el manillar de manejo revestido de material aislante de la electricidad.
- Las pulidoras y abrillantadoras estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos, (o abrasiones), por contacto con los cepillos y lijas.
- Las operaciones de mantenimiento y sustitución o cambio de cepillos o lijas, se efectuarán siempre con la máquina “desenchufada de la red eléctrica”, para evitar los accidentes por riesgo eléctrico.
- Los lodos, producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.
- Se colgarán cables de seguridad anclados a elementos firmes de la estructura, según detalle de planos, de los que amarrar el fiador del arnés de seguridad para realizar los trabajos de instalación del peldañado definitivo de las escaleras y bordes de losas sin instalación de la barandilla definitiva.

8.18.11. Protecciones

Las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.

- Casco de polietileno, (para desplazamientos o permanencia en lugares con riesgo de caída de objetos).
- Ropa de trabajo.
- Rodilleras impermeables almohadilladas.

- Botas de seguridad.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Guantes de P.V.C. o de goma.
- Guantes de cuero.
- Mandil impermeable.
- Cinturón-faja elástica de protección de la cintura.
- Polainas impermeables.
- Arnés de seguridad tipo C.
- Cinturón porta-herramientas.

Además para el tajo de corte de piezas con sierra circular en vía seca:

- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable específico para el material de cortado.

8.18.12. Alicatados

8.18.12.1. Definición

Se estudia en este apartado los chapados ejecutados con material cerámico en general; es decir, con azulejos, gres, plaquetas, etc.

8.18.12.2. Identificación de riesgos.

- Golpes por manejo de objetos o herramientas manuales.
- Cortes por manejo de objetos con aristas cortantes o herramientas manuales.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Cortes en los pies por pisadas sobre cascotes y materiales con aristas cortantes.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Dermatitis por contacto con el cemento.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Afecciones respiratorias (Corte mecánico).
- Sobreesfuerzos
- Otros.

8.18.12.3. Medidas preventivas.

Tener presente que los “revestimientos cerámicos” pueden ejecutarse en grandes paños en espacios abierto (murales), o en sitios angostos en comparación con los anteriores, (retretes).

En el primer caso, deberá considerarse en especial las medidas preventivas inherentes al andamio a utilizar. En el segundo, la posibilidad de movimientos, las superficies de apoyo y la iluminación del tajo, además del andamio a utilizar.

- El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en vía húmeda para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.
- El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos, (o a la intemperie), para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.
- El mercado ofrece cortadoras eléctricas en vía húmeda que a parte de no producir polvo, no cortan con el disco en funcionamiento los dedos del trabajador pese a que se toque durante el corte cerámico.
- Los tajos se limpiarán de “recortes” y “desperdicios de pasta”.
- Tener presente que la “limpieza” hay que efectuarla de todas formas antes de solar. Se sugiere se haga al mismo tiempo que los alicatados con el fin de evitar los tropezones, cortes y caídas al mismo nivel.
- Los andamios sobre borriquetas a utilizar, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a los 60 cm. (3 tablonos trabados entre sí).
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas para formar andamios, bidones, cajas de materiales, etc.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en bordes de losa, sin protección contra caídas desde alturas.
- Para utilización de borriquetas en balcones (terrazas o tribunas), se instalarán redes tensas de seguridad entre la tribuna superior y la que sirve de apoyo según detalle de planos, en evitación de las caídas desde altura.
- Para la utilización de borriquetas en bordes de losa se instalará un cerramiento provisional formado por “pies derechos” acñados en suelo y techo, según detalle de planos, a los que se amarrarán tablonos o barras formando una barandilla sólida de 1,0m. de altura, medidos desde la superficie de trabajo sobre las borriquetas. La barandilla constará de pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura sobre el suelo en torno a los 2m.
- La iluminación mediante portátiles se hará con “portalámparas estancos con mango aislante” y rejilla de protección de la bombilla y alimentados a 24 V.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra en prevención del riesgo eléctrico.
- Los escombros se apilarán ordenadamente para su evacuación mediante trompas.
- Se prohíbe lanzar los escombros directamente por los huecos de fachada, (o de los patios).

- Las cajas de plaqueta, se acopiarán en las plantas repartidas junto a los tajos donde se las vaya a instalar, situadas lo más alejadas posible de los vanos, en evitación de sobrecargas innecesarias.
- Las cajas de plaqueta en acopio, nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar los accidentes por tropiezo.

8.18.12.4. Protecciones

Las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.

- Casco de polietileno (obligatorio para los desplazamientos por la obra y en aquellos lugares donde exista riesgo de caídas de objetos).
- Guantes de P.V.C. o de goma.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Gafas antipolvo, (tajo de corte).
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable específico para el material a cortar, (tajo de corte).
- Ropa de trabajo.
- Arnés de seguridad tipo C.

8.18.13. Revestimientos

8.18.13.1. Definición

Paneles Vitrex: Paneles de acero esmaltados al horno, de 0,7 mm de espesor, un metro de ancho y de 1,90 / 2,50 m de altura.

Malla metálica Italfilm: Rejilla de acero pregalvanizado y lacado en caliente con una longitud de 3.00 m y una altura que varía entre los 1.20 y 0.60 m..

Ambos materiales a emplear para revestimiento, y debido a sus dimensiones en obra, se tratarán como elementos prefabricados, siéndoles de aplicación todo lo indicado en el apartado correspondiente 2.8.5. Prefabricados.

8.18.13.2. Medios empleados

- Diversos útiles y herramientas
- Plataformas elevadoras y brazos articulados “Cesta”
- Plataformas de trabajo
- Andamios

8.18.13.3. Identificación de riesgos

- Cortes por uso de herramientas manuales (tijeras, cortantes, cuchillas).
- Caídas a distinto nivel (desde escaleras de mano principalmente).
- Golpes o pinchazos en las manos por uso de grapadoras (o martillos).
- Sobreesfuerzos.
- Contactos con la energía eléctrica.

8.18.13.4. Medidas preventivas

- En todo momento se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo, para evitar los accidentes por tropiezos o por pisadas sobre objetos cortantes o punzantes.
- Las plataformas sobre andamio tubular ubicados a 2 o más metros de altura, estarán recercadas de barandillas sólidas de 1,0m. de altura, formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié, para evitar los accidentes de caída a otro nivel.
- Las plataformas tubulares sobre ruedas no se pondrán en servicio sin antes haber ajustado los frenos de rodadura.
- En la formación de plataformas de trabajo, se prohíbe expresamente utilizar de apoyo bidones, mesas, pilas de material, escaleras apoyadas contra paramentos, etc., para evitar los accidentes por trabajos sobre superficies inestables.
- Se prohíbe ascender a escaleras de mano, (apoyadas o de tijera), en descansillos y tramos de escaleras, sin estar sujeto con el arnés de seguridad a un punto firme.
- Cuando para la colocación de los módulos se utilicen máquinas elevadoras con cestos, los operarios deberán estar equipados con cinturones atados a la plataforma de trabajo.

8.18.13.5. Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad (de uso obligatorio para desplazarse por la obra).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Guantes del P.V.C. o goma.
- Arnés de seguridad clase C.

Además los soldadores usarán:

- Yelmo para soldadura.
- Pantalla de mano para soldadura.

- Gafas para soldador (soldador y ayudante).
- Mandil de cuero.
- Polainas de cuero.
- Manguitos de cuero.
- Guantes de cuero.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Redes para huecos horizontales
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según legislación vigente.

8.18.13.6. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, arnés de seguridad, gafas, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.

8.18.14. Carpintería metálica

8.18.14.1. Definición

Comprende esta actividad la colocación de las puertas en los cuartos, los registros de cámaras bufas, el portón de la salida de emergencia y las barandillas de borde de losa.

8.18.14.2. Identificación de riesgos

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al vacío, (carpintería en fachadas).
- Cortes por manejo de máquinas-herramientas manuales.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento entre objetos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Caída de elementos de carpintería metálica sobre las personas o las cosas.

- Los derivados de los medios auxiliares a utilizar.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Otros.

8.18.14.3. Normas o medidas preventivas tipo.

- Los elementos de la carpintería, (o de muros cortina, mamparas y asimilables), se descargarán en bloques perfectamente flejados o atados, pendientes mediante eslingas del gancho de la grúa.
- El ángulo superior a nivel de la argolla de cuelgue, que forman los estribos de una eslinga en carga, debe ser igual o inferior a 90°.
- Los acopios de carpintería metálica, (mamparas, muro cortina y asimilables), se acopiarán en los lugares destinados a tal efecto.
- En todo momento se mantendrán libres los pasos o caminos de intercomunicación interior y exterior de la obra para evitar los accidentes por tropiezos o interferencias.
- El izado a las losas mediante el gancho de la grúa se ejecutará por bloques de elementos flejados, (o atados), nunca elementos sueltos. Una vez en las losas correspondientes, se romperán los paquetes para su distribución y puesta en obra.
- El izado a las losas mediante el montacargas, se ejecutará por bloques de elementos flejados o atados. Nunca elementos sueltos de forma desordenadas. A la llegada a las plantas se soltarán los flejes para su distribución y puesta en obra.
- El Encargado, comprobará que todas las carpinterías en fase de “presentación”, permanezcan perfectamente acuñadas y apuntaladas, para evitar accidentes por desplomes.
- En todo momento los tajos se mantendrán libres de cascotes, recortes metálicos y además objetos punzantes, para evitar los accidentes por pisadas sobre objetos.
- Se desmontarán únicamente en los tramos necesarios, aquellas protecciones, (normalmente, serán barandillas), que obstaculicen el paso de los elementos de la carpintería metálica, (mamparas, muros cortina y asimilables), una vez introducidos los cercos, etc., en la planta se repondrán inmediatamente.
- Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad instalados en perfectas condiciones.
- Los cercos metálicos serán “presentados” por un mínimo de una cuadrilla, para evitar los riesgos de vuelcos, golpes y caídas.
- Los andamios para recibir las carpinterías metálicas desde el interior del mirador del vestíbulo, estarán limitados en su parte delantera, (la que da hacia el vacío), por una barandilla sólida de 1m. de altura, medida desde la superficie de trabajo, formada por

pasamanos, listón intermedio y rodapié para evitar el riesgo de caídas desde altura (o al vacío).

- El “cuelgue” de (hojas de puerta, marcos corredores o pivotantes y asimilables), se efectuará por un mínimo de una cuadrilla, para evitar el riesgo de vuelcos, golpes y caídas.
- Los tramos metálicos longitudinales, (laminas metálicas para celosías por ejemplo), transportadas a hombro por un solo hombre, irán inclinadas hacia atrás, procurando que la punta que va por delante, esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a los otros operarios, (lugares poco iluminados o en marcha a “contra luz”.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.
- Las zonas interiores de trabajo, tendrán una iluminación mínima de 100 lux medidos a una altura sobre el suelo entorno a los 2m.
- Toda la maquinaria eléctrica a utilizar en esta obra estará dotada de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro general de la obra, o de doble aislamiento.
- Se prohíbe la anulación del cable de toma de tierra de las mangueras de alimentación.
- Los operarios estarán con el fiador del arnés de seguridad sujeto a los elementos sólidos que estén previstos.
- Las barandillas de bordes de losas, se instalarán definitivamente y sin dilación una vez concluida la “presentación”, para evitar los accidentes por protecciones inseguras.
- Se prohíbe acopiar barandillas definitivas y asimilables en los bordes de la losa, para evitar los riesgos por posibles desplomes.
- Los elementos metálicos que resulten inseguros en situaciones de consolidación de su recibido, (fraguado de morteros por ejemplo), se mantendrán apuntalados, (o atados en su caso a elementos firmes), para garantizar su perfecta ubicación y evitar desplomes.

8.18.14.4. Protecciones

Las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.

- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa de trabajo.
- Faja elástica de sujeción de cintura.

- Las propias de protección para los trabajos de soldadura eléctrica oxiacetilénica y oxicorte.

8.18.15. Cerrajería

Comprende esta actividad la colocación de las rejillas en pozos, rejillas de impulsión en andenes, escaleras metálicas de acceso a bajo-andén etc.

8.18.15.1. Medios

- Diversos útiles y herramientas
- Camión grúa
- Plataformas de trabajo
- Andamios

8.18.15.2. Identificación de riesgos

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al vacío, (pozos).
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Caída de elementos de carpintería metálica sobre las personas.
- Los derivados de los medios auxiliares a utilizar.
- Contactos con la energía eléctrica.

8.18.15.3. Medidas preventivas

- En todo momento se mantendrán libres los pasos o caminos de intercomunicación interior y exterior de la obra para evitar los accidentes por tropiezos o interferencias.
- El izado a las plantas mediante el gancho de la grúa se ejecutará por bloques de elementos flejados, (o atados), nunca elementos sueltos. Una vez en las plantas correspondientes, se romperán los paquetes para su distribución y puesta en obra.
- Se comprobará que todas las carpinterías en fase de "presentación", permanezcan perfectamente acañadas y apuntaladas, para evitar accidentes por desplomes.
- Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad instalados en perfectas condiciones.
- Los cercos metálicos serán "presentados" por un mínimo de una cuadrilla, para evitar los riesgos de vuelcos, golpes y caídas.
- Los andamios para recibir las carpinterías metálicas en zonas próximas a bordes de losas, estarán limitados en su parte delantera, (la que da hacia el vacío), por una barandilla sólida de 1m. de altura, medida desde la superficie de trabajo, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié para evitar el riesgo de caídas desde altura (o al vacío).

- Los tramos metálicos longitudinales, transportados a hombros por un solo hombre, irán inclinados hacia atrás, procurando que la punta que va por delante, esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a los otros operarios.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.
- Toda la maquinaria eléctrica a utilizar en esta obra estará dotada de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro general de la obra, o de doble aislamiento.
- Se prohíbe la anulación del cable de toma de tierra de las mangueras de alimentación.
- Los elementos metálicos que resulten inseguros en situaciones de consolidación, se mantendrán apuntalados o atados en su caso a elementos firmes, para garantizar su perfecta ubicación definitiva y evitar desplomes.

8.18.15.4. Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Las propias de protección para los trabajos de soldadura eléctrica y oxicorte.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Redes para huecos horizontales
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según legislación vigente.

8.18.15.5. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, arnés de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.

- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.

8.18.16. Montaje de vidrio

Comprende esta actividad la colocación de vidrio en barandilla de protección en mirador, en la fachada del templete y en los frentes de los cuartos de conductores.

8.18.16.1. Medios empleados

- Diversos útiles y herramientas
- Camión grúa
- Plataformas de trabajo
- Andamios

8.18.16.2. Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Cortes en manos, brazos o pies durante las operaciones de transporte y ubicación manual del vidrio.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Los derivados de los medios auxiliares a utilizar.

8.18.16.3. Medidas preventivas

- Los acopios de vidrio se ubicarán en los lugares señalados sobre durmientes de madera.
- A nivel de calle se acotará con cuerda de banderolas la vertical de los paramentos en los que se esté acristalando, para evitar el riesgo de golpes (o cortes) a las personas por fragmentos de vidrio, desprendido.
- Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.
- Se mantendrán libres de fragmentos de vidrio los tajos, para evitar el riesgo de cortes.
- Los vidrios se cortarán a la medida adecuada para cada hueco en el local señalado a tal efecto.
- La manipulación de las planchas de vidrio se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.
- El vidrio presentado en la carpintería correspondiente, se recibirá y terminará de instalar inmediatamente, para evitar el riesgo de accidentes por roturas.
- Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.
- Los vidrios en las plantas, se almacenarán en los lugares designados sobre durmientes de madera, en posición casi vertical, ligeramente ladeados contra un paramento.

- Los pasillos y "caminos internos" a seguir con el vidrio, estarán siempre expeditos; es decir, sin mangueras, cables y acopios diversos que dificulten el transporte y puedan causar accidentes.
- Las planchas de vidrio transportadas "a mano" se las moverá siempre en posición vertical para evitar accidentes por rotura.
- La instalación del vidrio en la barandilla de borde de losa vestíbulo se realizará desde el dicha losa de vestíbulo. Sujeto el operario con el arnés de seguridad, amarrado a "punto fuerte".
- Los andamios que deben utilizarse para la instalación de los vidrios en las ventanas, estarán protegidos en su parte delantera, (la que da hacia la ventana), por una barandilla sólida de 1,0m. de altura, medidos desde la plataforma de trabajo.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas, los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar los trabajos realizados sobre superficies inestables.
- Se prohíben los trabajos con vidrio, en régimen de temperaturas inferiores a los 0° grados.
- Se prohíben los trabajos con vidrio bajo régimen de vientos fuertes.

8.18.16.4. Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Manoplas de cuero.
- Muñequeras de cuero que cubran el brazo.
- Botas de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Mandil.
- Arnés de seguridad clase C.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Redes para huecos horizontales
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según legislación vigente.

8.18.16.5. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, arnés de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.

8.18.17. Pinturas

Esta actividad comprende la pintura en general de todos los paramentos y elementos metálicos con especial atención, en cuanto a medidas preventivas, a la pintura de la losa de cubierta.

8.18.17.1. Medios empleados

- Diversos útiles y herramientas
- Camión grúa
- Plataformas de trabajo
- Andamios

8.18.17.2. Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Los derivados de los trabajos realizados en atmósferas nocivas (intoxicaciones).
- Contactos con sustancias corrosivas.
- Los derivados de la rotura de las mangueras de los compresores.
- Contactos con la energía eléctrica.

8.18.17.3. Medidas preventivas

- Las pinturas, (Los barnices, disolventes, etc.), se almacenarán en los lugares señalados. Estará ventilado, para evitar los riesgos de incendios y de intoxicaciones.
- Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso al almacén.
- Sobre la hoja de la puerta de acceso al almacén de pinturas, se instalará una señal de "peligro de incendios" y otra de "prohibido fumar".

- Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.
- Se evitará la formación de atmósferas nocivas manteniéndose siempre ventilado el local que se está pintando.
- Se tenderán cables de seguridad amarrados a los puntos fuertes de los que amarrar el fiador del arnés de seguridad en las situaciones de riesgo de caída de altura.
- Los andamios para pintar tendrán una superficie de trabajo de una anchura mínima de 60 cm. (tres tabloncillos trabados), para evitar los accidentes por trabajos realizados sobre superficies inseguras.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de un tablón apoyado en los peldaños de dos escaleras de mano, tanto de los de apoyo libre como de las de tijera, para evitar el riesgo de caída a distinto nivel.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- Se prohíbe la utilización de las escaleras de mano en los bordes de losa sin haber puesto previamente los medios de protección colectiva (redes, etc.), para evitar los riesgos de caídas al vacío.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla; alimentados a 24 voltios.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de suministro de energía sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán de tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar el riesgo de caídas por inestabilidad.
- Las operaciones de lijados, mediante lijadora eléctrica de mano, se ejecutarán siempre bajo ventilación por "corriente de aire", para evitar el riesgo de respirar polvo en suspensión.
- El vertido de pigmentos en el soporte (acuoso o disolvente) se realizará desde la menor altura posible, en evitación de salpicaduras y formación de atmósferas pulvígenas.
- Se prohíbe fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.
- Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión (o de incendio).
- Se tenderán redes horizontales, sujetas a puntos firmes de la estructura, bajo el tajo de pintura de cerchas (y asimilables).

8.18.17.4. Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad (para desplazamiento por la obra).
- Guantes de P.V.C.
- Mascarilla con filtro mecánico específico (para ambientes pulverulentos).
- Mascarilla con filtro químico específico (para atmósferas tóxicas por disolventes orgánicos).
- Gafas de seguridad (antipartículas y gotas).
- Calzado antideslizante.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Redes para huecos horizontales
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según legislación vigente.

8.18.17.5. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, arnés de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.

8.18.18. Instalaciones eléctricas

8.18.18.1. Definición

Se refiere a todas las actividades, que entrañen riesgo eléctrico, que son necesarias realizar para el correcto funcionamiento de todas las instalaciones eléctricas de las nuevas estaciones y aledaños.

8.18.18.2. Medios empleados

- Diversos útiles y herramientas
- Camión grúa

- Plataformas de trabajo

- Andamios

8.18.18.3. Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Riesgos detectables durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación más comunes
- Electrocutación o quemaduras.
- Explosión de los grupos de transformación durante la entrada en servicio.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.

8.18.18.4. Medidas preventivas

El almacén para acopio de material eléctrico se ubicará en el lugar señalado.

En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.

El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo de "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.

La instalación eléctrica en (terrazas, tribunas, balcones, vuelos, etc.) sobre escaleras de mano, se efectuará una vez instalada una red tensa de seguridad entre las plantas "techo" y la de apoyo en la que se ejecutan los trabajos, para eliminar el riesgo de caída desde altura.

Se prohíbe en general, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre BORRIQUETAS, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores, estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.

Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la "compañía suministradora", guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.

Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

8.18.18.5. Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad, para utilizar durante los desplazamientos por la obra.
- Botas aislantes de la electricidad (conexiones).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Arnés de seguridad clase C.
- Banqueta de maniobra.
- Alfombra aislante.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Redes para huecos horizontales
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según legislación vigente.

8.18.18.6. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, arnés de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.

8.18.19. Fontanería y saneamiento

8.18.19.1. Definición

Se refiere a todas las actividades que son necesarias realizar para el correcto funcionamiento de todas las instalaciones de las nuevas estaciones y alrededores.

8.18.19.2. Medios

- Diversos útiles y herramientas
- Camión grúa
- Plataformas de trabajo
- Andamios

8.18.19.3. Identificación de riesgos

- Caídas al mismo nivel.
- Cortes en las manos por objetos y herramientas.
- Atrapamientos entre piezas pesadas.
- Explosión (del soplete, botellas de gases licuados, bombonas).
- Los inherentes al uso de la soldadura autógena.
- Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos.

8.18.19.4. Medidas preventivas

- El almacén para los aparatos sanitarios, (inodoros, bidés, bañeras, lavabos, piletas, fregaderos y asimilables), se ubicará en el lugar señalado.
- Se prohíbe utilizar los flejes de los paquetes como asideros de carga.
- Los bloques de aparatos sanitarios flejados sobre bateas, se descargarán flejados con la ayuda del gancho de la grúa.
- Los bloques de aparatos sanitarios, una vez recibidos en las plantas se transportarán directamente al sitio de ubicación para evitar accidentes por obstáculos en las vías de paso interno, (o externo), de la obra.
- El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma, que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación del golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados (o iluminados a contra luz).
- Se repondrán las protecciones de los huecos de los forjados una vez realizado el aplomado, para la instalación de conductos verticales, evitando así, el riesgo de caída. El operario/os de aplomado realizará la tarea sujeto con un arnés de seguridad.
- Se rodearán con barandillas de 1,0m. de altura los huecos de los forjados para paso de tubos que no puedan cubrirse después de concluido el aplomado, para evitar el riesgo de caída.

- Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo. Se limpiarán conforme se avance, apilando el escombros para su vertido para evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.
- Se prohíbe soldar con plomo en lugares cerrados. Siempre que se deba soldar con plomo se establecerá una corriente de aire de ventilación, para evitar el riesgo de respirar productos tóxicos.
- El local destinado a almacenar las bombonas (o botellas) de gases licuados, se ubicará en el lugar señalado; tendrá ventilación constante por "corriente de aire".
- Sobre la puerta del almacén de gases licuados se establecerá una señal normalizada de "peligro explosión" y otra de "prohibido fumar".
- Al lado de la puerta del almacén de gases licuados se instalará un extintor de polvo químico seco.
- La iluminación eléctrica mediante portátiles se efectuará mediante "mecanismos estancos de seguridad" con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.
- Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes encendidos.
- Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.
- Las botellas o bombonas de gases licuados, se transportarán y permanecerán en los carros porta botellas.
- Se evitará soldar con las botellas o bombonas de gases licuados expuestos al sol.
- Se instalará un letrero de prevención en el almacén de gases licuados y en el taller de fontanería con la siguiente leyenda: "NO UTILICE ACETILENO PARA SOLDAR COBRE O ELEMENTOS QUE LO CONTENGAN, SE PRODUCE "ACETILURO DE COBRE" QUE ES EXPLOSIVO".
- Las instalaciones de fontanería en (balcones, tribunas, terrazas, etc.) serán ejecutadas una vez levantados los (petos o barandillas) definitivas.
- El transporte de material sanitario, se efectuará a hombro, apartando cuidadosamente los aparatos rotos, así como sus fragmentos para su transporte al vertedero.

8.18.19.5. Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad para desplazamientos por la obra.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Mandil de cuero.
- Guantes de goma o de P.V.C.

Además, en el tajo de soldadura utilizarán:

- Gafas de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de soldadura de mano.
- Mandil de cuero.
- Muñequeras de cuero que cubran los brazos.
- Manoplas de cuero.
- Polainas de cuero.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Redes para huecos horizontales
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según legislación vigente.

8.18.19.6. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, arnés de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.

8.18.20. Climatización

8.18.20.1. Definición

Se refiere a todas las actividades que son necesarias realizar para el correcto funcionamiento de todas las instalaciones de las nuevas estaciones y aledaños.

8.18.20.2. Medios empleados

- Diversos útiles y herramientas
- Camión grúa
- Plataformas de trabajo
- Andamios

8.18.20.3. Identificación de riesgos

- Caídas al mismo y distinto nivel.
- Atrapamiento (entre engranajes, transmisiones, etc. durante las operaciones de puesta a punto o montaje).
- Quemaduras.
- Cortes por manejo de chapas, herramientas, etc.
- Sobreesfuerzos.
- Los inherentes a los trabajos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Los inherentes al tipo de andamios o medio auxiliar a utilizar.

8.18.20.4. Medidas preventivas

Se dividen los trabajos en los siguientes apartados:

- A) Recepción y acopio de material y maquinaria.
- B) Montaje de tuberías.
- C) Montaje de conductos y rejillas.
- D) Puesta a punto y pruebas

A) Medidas preventivas de aplicación durante los trabajos de recepción y acopio de material y maquinaria de aire acondicionado.

- Los climatizadores se izarán con ayuda de balancines indeformables mediante el gancho de la grúa. Se posarán en el suelo sobre una superficie de tablonos de reparto. Desde este punto se transportará al lugar de acopio o a la cota de ubicación.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cabos que sujetarán operarios, para evitar los riesgos de atrapamientos, cortes o caídas por pandilla de la carga.
- Se prohíbe expresamente guiar las cargas pesadas directamente con las manos o el cuerpo.
- El transporte o cambio de ubicación horizontal mediante rodillos, se efectuará utilizando exclusivamente al personal necesario, que empujará siempre la carga desde los laterales, para evitar el riesgo de caídas y golpes por los rodillos ya utilizados.
- No se permitirá el amarre a "puntos fuertes" para tracción antes de agotado el tiempo de endurecimiento del "punto fuerte" según los cálculos, para evitar los desplomes sobre las personas o sobre las cosas.
- El ascenso o descenso a una bancada de posición de una determinada máquina, se ejecutará mediante plano inclinado construido en función de la carga a soportar e inclinación adecuada (rodillos de desplazamiento y "carraca" o "tractel" de tracción amarrado a un "punto fuerte" de seguridad).

- Las cajas o contenedores de las consolas se descargarán flejadas o atadas sobre bateas o plataformas emplintadas, para evitar derrames de la carga.
- Se prohíbe utilizar los flejes como asideros de carga.
- Los bloques de chapa serán descargados flejados mediante gancho de la grúa.
- Las bateas serán transportadas hasta el almacén de acopio gobernadas mediante cabos guiados por dos operarios. Se prohíbe dirigirlos directamente con las manos.
- El almacenado de chapas se ubicará en los lugares reseñados para eliminar los riesgos por interferencias en los lugares de paso.

B) Normas o medidas preventivas tipo, de aplicación durante los trabajos de montaje de tuberías.

- El transporte de tramos de tubería de reducido diámetro, a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma, que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, para evitar los golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados (o iluminados a contraluz).
- Las tuberías pesadas serán transportadas por un mínimo de dos hombres, guiados por un tercero en las maniobras de cambios de dirección y ubicación.
- Una vez aplomadas las "columnas", se repondrán las protecciones, de tal forma que dejen pasar los hilos de los "plomos". Las protecciones se irán quitando conforme ascienda la columna montada. Si queda hueco con riesgo de tropiezo o caída por él, se repondrá la protección hasta la conclusión del patinillo.
- Los recortes sobrantes, se irán retirando conforme se produzcan, a un lugar determinado, para su posterior recogida y vertido y evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.
- Se prohíbe soldar con plomo en lugares cerrados para evitar respirar atmósferas tóxicas. Los tajos con soldadura de plomo se realizarán bajo corriente de aire.
- El local destinado para almacenar las bombonas (o botellas) de gases licuados, se ubicará en el lugar reseñado y estará dotado de ventilación constante por "corriente de aire".
- Sobre la puerta del almacén de gases licuados se establecerá una señal normalizada de "peligro explosión" y otra de "prohibido fumar".
- Al lado de la puerta del almacén de gases licuados se instalará un extintor de polvo químico seco.
- Se prohíbe "hacer masa" (conectar la pinza), a parte de las instalaciones, para evitar contactos eléctricos.
- Las botellas, (o bombonas), de gases licuados, se transportarán y permanecerán en los carros porta botellas.

- Se evitará soldar (o utilizar el oxicorte), con las bombonas (o botellas) de gases licuados expuestos al sol.
- Se instalarán unos letreros de precaución en el almacén de gases licuado, en el taller de montaje y sobre el acopio de tuberías y valvulería de cobre, con la siguiente leyenda.- NO UTILICE ACETILENO PARA SOLDAR COBRE O ELEMENTOS QUE LO CONTENGAN; SE PRODUCE "ACETILURO DE COBRE" QUE ES UN COMPUESTO EXPLOSIVO.

C) Normas o medidas preventivas tipo, de aplicación durante el montaje de conductos y rejillas

- Los conductos de chapa se cortarán y montarán en los lugares señalados para evitar los riesgos por interferencias.
- Las chapas metálicas, se almacenarán en paquetes sobre durmientes de reparto en los lugares señalados.
- Las chapas metálicas serán retiradas del acopio para su corte y formación del conducto por un mínimo de dos hombres, para evitar el riesgo de cortes o golpes por desequilibrio.
- Durante el corte con cizalla las chapas permanecerán apoyadas sobre los bancos y sujetas, para evitar los accidentes por movimientos indeseables, en especial de las hojas recortadas.
- Los tramos de conducto, se evacuarán del taller de montaje lo antes posible para su conformación en su ubicación definitiva, y evitar accidentes en el taller, por saturación de objetos.
- Los tramos de conducto, se transportarán mediante eslingas que los abracen de "boca a boca " por el interior del conducto, mediante el gancho de la grúa, para evitar el riesgo de derrame de la carga sobre las personas.
- Se prohíbe abandonar en el suelo cuchillas, cortantes, grapadoras y remachadoras para evitar los accidentes por pisadas sobre objetos.
- Los montajes de los conductos en las cubiertas se suspenderán bajo régimen de vientos fuertes para evitar el descontrol de las piezas y los accidentes a los operarios o a terceros.
- Las rejillas se montarán desde escaleras de tijera dotadas de zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para eliminar el riesgo de caída.
- Los conductos a ubicar en alturas considerables se instalarán desde andamios tubulares con plataformas de trabajo de un mínimo de 60 cm. de anchura, rodeadas de barandillas sólidas de 1,0m. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

D) Normas y medidas preventivas tipo de aplicación durante los trabajos de puesta a punto y pruebas de la instalación.

- Antes del inicio de la puesta en marcha, se instalarán las protecciones de las partes móviles, para evitar el riesgo de atrapamientos.
- No se conectará ni pondrán en funcionamiento las partes móviles de una máquina, sin antes haber apartado de ellas herramientas que se estén utilizando, para evitar el riesgo de proyección de objetos o fragmentos.
- Se notificará al personal la fecha de las pruebas en carga, para evitar los accidentes por fugas o reventones.
- Durante las pruebas, cuando deba cortarse momentáneamente la energía eléctrica de alimentación, se instalará en el cuadro un letrero de precaución con la leyenda "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".
- Se prohíbe expresamente la manipulación de partes móviles de cualquier motor o asimilables sin antes haber procedido a la desconexión total de la red eléctrica de alimentación, para evitar los accidentes por atrapamiento.

8.18.20.5. Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de P.V.C. o goma.
- Mandil de P.V.C.
- Botas de seguridad.
- Arnés de seguridad clase C.

Además, en el tajo de soldadura se utilizarán:

- Gafas de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de soldadura de mano.
- Mandil de cuero.
- Muñequeras de cuero que cubran los brazos.
- Manoplas de cuero.
- Polainas de cuero.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Redes para huecos horizontales

- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según legislación vigente.

8.18.20.6. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, arnés de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.

8.19. Túnel en línea

8.19.1. Métodos constructivos

La excavación del túnel se ha proyectado usando dos procedimientos constructivos: mediante tuneladora o por métodos convencionales -método austriaco-.

Se ejecutará mediante tuneladora en los siguientes tramos:

pK inicio	pK fin	Longitud (m)
11+032,35	11+920,35	888
12+400,00	14+094,19	1.694,19
14+257,38	15+158,95	901,57
15+315,14	16+834,01	1.518,87
16+964,09	18+695,19	1.731,10
18+829,38	19+989,62	1.160,24
22+310,45	23+310,63	1.000,19
23+469,23	24+202,89	733,65
24+409,09	25+456,25	1.047,16
25+589,19	26+631,16	1.041,97
26+771,66	27+559,26	787,6
27+699,01	29+085,47	1.386,46
29+222,57	30+452,74	1.230,17
30+591,43	31+557,85	966,42

Y mediante métodos convencionales los siguientes tramos:

pK inicio	pK fin	Longitud (m)
20+013,32	21+124,25	1.110,93
21+156,43	21+254,20	97,77
21+292,56	21+397,15	104,6

8.19.2. Circulación de vehículos. Tráfico de personal en el interior del túnel

Para evitar riesgos de atropellos, choque o descarrilamientos, se deben establecer protocolos claros y concretos de acceso y circulación de trenes o vehículos dentro del túnel, de manera que en todo momento se conozcan las vías o zonas ocupadas. En el caso de circulación por vías, además de este protocolo, ha de adaptarse según se vayan disponiendo cambios de vía dentro del túnel.

Se deberá elaborar por parte del contratista un procedimiento para la ordenación y/o regulación del tráfico de trenes a lo largo del Túnel. En este procedimiento se deberán recoger las exigencias respecto a la disposición y utilización de los cambios de vía, responsables en la ordenación-regulación del tráfico, responsabilidad de los mismos, medios para la comunicación de los trabajos ejecutados a lo largo del túnel y medidas de señalización tanto de la maquinaria estacionada como trabajos a lo largo del túnel, entre otros aspectos.

Debe prohibirse el acceso tanto al túnel como a las zonas de trabajo a toda persona que no esté autorizada. Las visitas deben ir acompañadas por personal de la obra.

En el desplazamiento por zonas donde el transporte del material se hace mediante vía, los peligros más importantes son el posible atropello de operarios por el tren de transporte y por el riesgo de tropiezo que supone el circular por un terreno tan irregular debido a las vías. Teniendo en cuenta estos posibles accidentes, las normas de seguridad básicas son:

- Deberá garantizarse una comunicación efectiva tanto entre todos los vehículos que se encuentran a lo largo del túnel como entre éstos y el puesto de control que se establezca, que deberá ser único y centralizado.
- La locomotora dispondrá de un sistema de parada automática llamado "Hombre muerto", con un mando en la parte superior de la palanca de velocidad.
- El mando debe presionarse y soltarse en un cierto período ajustable.
- Si el equipo de interrupción automática es manejado correctamente, se permite el transporte. Sin embargo, si no se utiliza bien, o se presiona permanentemente, el sistema de interrupción automática se acciona y el conductor es avisado por un timbre.

- A menos que el conductor reaccione, la fuerza de accionamiento es desconectada y los frenos son aplicados automáticamente. Mientras tanto, el conductor colocará el controlador de la interrupción automática a su posición original.
- El transporte de personal por el túnel se realizará únicamente en los vagones diseñados a tal fin. Dichos vagones se distinguirán indicando su uso para personal.
- Durante la marcha se mantendrá cerrada la puerta del vagón y el maquinista no deberá sacar ninguna parte del cuerpo fuera de la cabina.
- Permitirá la instalación de una camilla para caso de accidente.
- La locomotora está provista de un circuito de T.V. con monitor en cabina y luz suficiente para que el maquinista pueda apreciar cualquier obstáculo que pueda aparecer en la vía. En el caso en el que la locomotora esté en cola empujando a los vagones, las luces de la locomotora deberán estar colocadas de tal manera que iluminen por encima de los vagones.
- Es recomendable utilizar doble vía y no cruzar nunca entre vagones estacionados.
- La distancia mínima entre vagones, con los topes a compresión, será de 300 mm. El último vagón dispondrá de placas reflectantes.
- Disponer de topes adecuados.
- Respetar en todo momento los límites de velocidad establecidos, no siendo recomendable superar en ningún caso los 10Km/h.
- No subirse ni desplazarse sobre las máquinas
- Teniendo en cuenta la posibilidad de que el personal circule a pie a lo largo de los túneles, deberá habilitarse una zona exclusiva para la circulación de trabajadores; dicha zona mantendrá una distancia de seguridad en relación con la zona de paso de vehículos, y estará delimitada, contando con la señalización adecuada que indique que su uso está restringido a los peatones.
- Si no fuera posible delimitar la zona de circulación a pie, se instalarán a lo largo de los túneles zonas de resguardo o nichos que hagan compatible el paso de la circulación y la presencia de los trabajadores.
- En los estacionamientos de los vehículos de vía que se realicen a lo largo del túnel, no solamente se han de utilizar los frenos de estacionamiento de las composiciones, sino que se ha de asegurar la inmovilidad de cada composición con calzos o elementos similares.
- Todos los elementos estacionados han de estar señalizados y contar con sistemas de iluminación propia.
- Todos los vehículos a motor contarán con sistemas de filtros y catalizadores que minimicen la generación de gases tóxicos en el interior de los túneles.

8.20. Excavación de túnel con tuneladora

8.20.1. Introducción

En el presente estudio se han detallado todas aquellas actividades u operaciones que se prevén que va a realizar la máquina tuneladora, describiendo desde el montaje, hasta la perforación, instalaciones auxiliares, desmontaje, etc.

Es posible que durante la ejecución de la obra, al adaptarse las actividades al procedimiento constructivo que elija el contratista surjan actividades no definidas en este estudio. Será obligación del contratista incluir estas actividades y sus procedimientos de ejecución a la hora de elaborar el Plan de Seguridad y Salud.

Como conclusión de lo anteriormente expuesto, el contratista debe priorizar el uso de medidas colectivas frente a equipos de protección individual. Esto resulta especialmente importante en el caso del interior de la tuneladora debido a lo confinado de dicho espacio. Será obligatorio contar en la tuneladora con todas las protecciones colectivas necesarias para poder evitar los riesgos que se puedan dar y que se mencionan en todas las tareas y operaciones que se describen a continuación.

Será responsabilidad del contratista la revisión de la existencia de esas protecciones colectivas y la adecuación de las mismas durante el proceso de montaje de la tuneladora. La elección de la máquina tuneladora se hará teniendo en cuenta los criterios descritos.

8.20.2. Generalidades

Las características precisas de las tuneladoras sólo pueden ser definidas durante la fase de construcción a partir de un diálogo entre fabricante y contratista.

Por otra parte, el mercado de reutilización de este tipo de máquinas es cada día más amplio y existe siempre la posibilidad de ejecutar las perforaciones con tuneladoras concebidas para otro túnel similar, modificadas en mayor o menor medida.

Sin embargo, es posible definir en fase de diseño los rasgos fundamentales que deben presentar las máquinas que ejecuten el túnel en mina. Estos rasgos se resumen a continuación:

- La excavación se realizará a sección completa y serán necesarias máquinas con sostenimiento provisional en el perímetro, lo que habitualmente se conoce como un escudo.
- Dadas las dimensiones de la excavación (diámetro exterior de 9,37 m), es previsible que será necesario, muy a menudo, contener el frente de excavación. Las tuneladoras deberán, por tanto, tener la posibilidad de trabajar con el frente cerrado. El trabajo con frente abierto, que permite rendimientos más altos, será posible en aquellos tramos en los que los materiales presenten mayor cohesión y estabilidad; sin embargo, hay que tener presente que el trabajo con frente cerrado permite un mejor control de las subsidencias.

Los métodos habituales para el control del frente de ataque son cuatro:

- Soporte mecánico del frente, mediante el empuje de la propia cabeza de corte.

- Empleo de aire comprimido en la cámara frontal.
- Utilización de lodos bentoníticos (Hidroescudos).
- Utilización de presión de tierras (EPB).

El soporte mecánico del frente no resuelve en este caso el problema planteado por la presencia de agua en el terreno y no se puede recomendar su empleo.

El soporte mediante aire comprimido tiende a emplearse en las excavaciones de pequeño diámetro donde es relativamente fácil conservar la estanqueidad necesaria y no es fácilmente aplicable a la obra en diseño.

Los dos métodos más convenientes de estabilización del frente son los citados en último lugar. Entre ellos el más adecuado resulta ser la estabilización mediante compensación de presión de tierras o EPB.

Los motivos de esta elección son los siguientes:

- El empleo de lodos bentoníticos utilizados por los hidroescudos exige, en suelos con elevado contenido de finos, la instalación de una central de depuración. Los lodos no depurables suponen un problema medioambiental y su reposición conlleva un coste adicional importante.
- El trabajo con frente abierto es viable en los tramos más cohesivos. El proceso de modificación de la cabeza de excavación para pasar de un tipo de trabajo a otro es dificultoso en los hidroescudos.
- La posibilidad de trabajar sin estabilización de frente obligaría, por otra parte, a duplicar el sistema de desescombro, incluyendo un sistema de tuberías, habitual en el hidroescudo, y otro de vagones o de cintas.

En contraposición, el empleo de un escudo EPB presenta las siguientes ventajas:

- El escombro no precisa de ningún tipo de tratamiento. En algunos tramos será necesario inyectar aditivos en el frente de excavación que aumenten la plasticidad de la masa de suelo en la parte anterior del escudo.
- La transición entre trabajo con y sin presión de tierras es relativamente fácil y rápida.
- El desescombro puede realizarse mediante cinta transportadora o transporte sobre vía.
- Las presiones de agua pueden ser compensadas con facilidad por este tipo de maquinaria.

Las tuneladoras dispondrán de un sistema erector de dovelas a fin de poder colocar los anillos de revestimiento prefabricado bajo la protección del escudo, y estarán equipadas de un sistema de inyección, integrado en la cola del escudo, que permita rellenar el espacio existente entre el trasdós de las dovelas y el terreno.

En los sistemas erectores de agarre mecánico, es preciso un útil de acero en forma de bulón de rosca ancha y con cabeza esférica, que se enrosca en un inserto embebido en las dovelas; posteriormente una grúa móvil engancha el bulón y coloca la dovela en su posición en el anillo.

Actualmente la mayor parte de los erectores manipulan y colocan las dovelas sujetándolas mediante un sistema de succión, al igual que los sistemas de elevación necesarios para descargar las dovelas que llegan al escudo para ser colocadas.

El avance de la tuneladora se consigue mediante el empuje de sus gatos perimetrales contra el revestimiento.

Las tuneladoras EPB disponen de unas instalaciones auxiliares situadas detrás del escudo denominadas “back-up”, que son arrastradas por el propio escudo. En general, estas instalaciones ocupan una longitud comprendida entre 120 m y 180 m.

Todos los escudos EPB disponen de un puesto de mando desde el que se controla la trayectoria de la tuneladora al ir construyendo el túnel y los parámetros que definen su modo de funcionamiento. Un parámetro importante es la evolución de la presión de tierras en la cámara de excavación, que ejerce un efecto muy directo e importante sobre la subsidencia que se produce en la superficie tras el paso de la tuneladora.

Por tanto, las tuneladoras disponen de un sistema de guiado y posicionamiento que les permite en todo momento conocer su posición y orientación tanto en planta como en alzado y, por consiguiente, su desviación respecto a la posición teórica de proyecto.

Las máquinas deben estar capacitadas para corregir su orientación en cada fase de excavación, no aceptándose en caso alguno que las desviaciones tanto en planta como en alzado excedan de 5 cm respecto de la teórica.

La tuneladora y su back-up deben ser capaces de desarrollar el trazado propuesto. Esta exigencia debe entenderse en dos sentidos: la tuneladora debe ser capaz de desarrollar el radio mínimo de giro del trazado y el sistema de guiado debe garantizar que las desviaciones sean inferiores a las tolerancias exigidas.

El trazado previsto incluye un radio mínimo de 300 m, por lo que resulta razonable exigir que la tuneladora y su back-up sean capaces de excavar tramos con un radio menor, de unos 200 m. Estos valores se han obtenido ya en máquinas de dimensiones similares y no resultan difíciles de conseguir. Los valores de los alabeos del trazado son despreciables.

El guiado de la máquina en curvas de radio estricto, como la indicada, resulta dificultoso. Se considera que el sistema de guiado debe ser tal que permita garantizar que, para el valor indicado del radio mínimo, la totalidad de la sección transversal esté situada en el interior de un círculo de diámetro superior en 20 cm al teórico del túnel.

Una vez fijado el diámetro interior libre necesario en el túnel para que éste cumpla adecuadamente su misión, los parámetros o características fundamentales en una máquina EPB son los que se describen en los siguientes subapartados, atendiendo a los criterios incluidos en los “Apuntes de introducción a la Construcción de Túneles y Metros en suelos y rocas blandas o muy rotas” (profesor M. Melis Maynar, 2011).

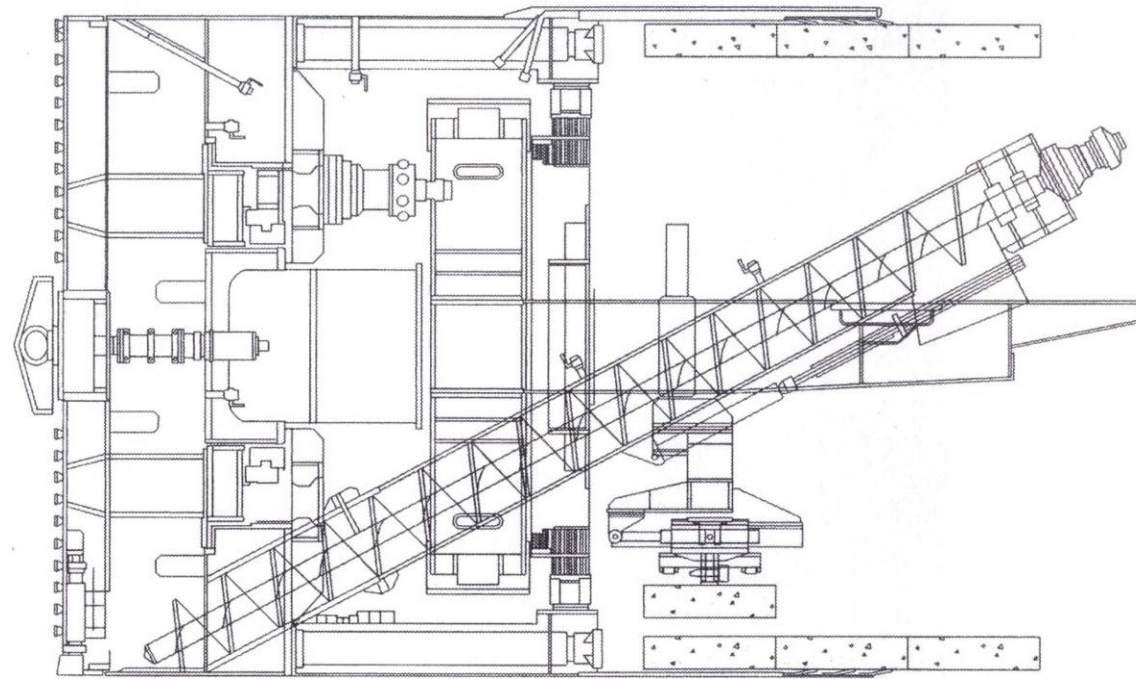
8.20.3. Descripción de las actividades y tajos

El método constructivo principal propuesto para la construcción del túnel de línea en las últimas ampliaciones de la Red de Metro de Madrid (España) es la utilización de una máquina tuneladora.

8.20.3.1. Tipo de TBM

Con el objetivo de aprovechar todo lo posible las ventajas que supone una máxima mecanización de la excavación y posterior revestimiento de la oquedad creada, se propone la utilización de un escudo de presión de tierras (E.P.B.) de 8,43 m de diámetro interior de revestimiento, para la perforación del túnel de línea. A estas ventajas hay que añadir, si no anteponer, el hecho de que es el método más seguro para los operarios y para los edificios bajo los cuales se tiene que desarrollar la excavación. También destacan los altos rendimientos de excavación que se alcanzan, lo que se traduce en reducidos plazos de obra. Además, en ciertos casos se evitan los tratamientos del terreno que son necesarios cuando se emplean otros métodos de excavación tradicionales.

En cuanto a los inconvenientes, aunque son mas bien escasos, cabe destacar la flexibilidad, la dificultad en corregir la dirección y el desconocimiento del frente.



Tuneladora tipo TBM E.P.B.

8.20.3.2. Elemento excavador

Dicha máquina consiste básicamente en un gran disco frontal de perforación de sección igual a la de excavación, sobre el que resaltan, en la cara que corresponde al frente unos 5 a 6 radios que portan, a su vez, las cuchillas de excavación. En el espacio entre éstos se dejan unos huecos cuya apertura se regula mediante unas paletas a través de las cuales, al hacer girar el disco frontal sobre su eje a la vez que se le empuja contra el terreno, penetra hacia el interior del túnel el suelo excavado en el frente. La apertura de las mismas es función del

terreno que se está perforando, de la presión que se aplica sobre el frente, del grado de control necesario de los asientos según el riesgo que éstos supongan en superficie, etc.

8.20.3.3. Escudo

El citado disco arrastra a su vez una coraza metálica constituida por un cilindro de chapa metálica y de diámetro igual a la sección del túnel perforado, que no suele alcanzar los 10 metros de longitud.



Túnel construido con TBM E.P.B..

8.20.3.4. Revestimiento

Al abrigo de la misma se monta el revestimiento definitivo del túnel, consistente en dovelas prefabricadas de hormigón, que forman anillos cilíndricos, de 1,50 metros de longitud, y que son prácticamente tangentes al interior de la coraza. Todas las juntas radiales entre dovelas, y circunferenciales, entre anillos, se unen mediante barras roscadas y quedan cerradas mediante tuercas en sus extremos.

La propia tuneladora dispone de un sistema erector capaz de colocar el revestimiento, constituido por 7 dovelas prefabricadas de hormigón armado de 0,32 m de espesor y una longitud media de 1,50 m.

Dichas dovelas son transportadas al frente de avance en cada ciclo, mediante un tren auxiliar.

El diámetro interior del revestimiento es de 8,43 m y el exterior es de 9,07 m.

Para el revestimiento del túnel se ha utilizado el denominado "Anillo Unificado" o "Anillo Madrid" de dovelas trapeziales. Cada anillo está constituido por siete dovelas diferentes: una dovela troncocónica, seis con ángulo al centro de $332,308^\circ$ ($6 \times 55,385^\circ$). Cada anillo tiene un ancho que varía entre 1,459 m y 1,542 m.

La unión entre anillos se realizará mediante 13 bulones de acero cincado equidistantes, es decir, separados $27,692^\circ$ entre sí, dos por dovelas con la excepción de la dovela llave que lleva uno solo. Por lo tanto el anillo presenta trece posiciones diferentes de la dovela llave. En sentido radial cada dovela estará vinculada a sus contiguas adyacentes por 4 bulones rectos cincados. La función básica de los bulones radiales y longitudinales es asegurar la estabilidad del anillo durante su montaje y previo a su puesta en carga al abandonar el escudo.

En todas las juntas radiales y longitudinales se dispone una junta elastomérica flexible para otorgar la impermeabilidad del túnel. La presencia del bulonado longitudinal, fundamentalmente, y el radial genera un estado inicial de compresión en las juntas, el cual induce una mejora en las condiciones de impermeabilidad del túnel.

8.20.3.5. Avance de la tuneladora

El avance de la tuneladora se logra gracias al empuje que ejerce una serie de potentes cilindros hidráulicos contra el revestimiento ya construido. Estos gatos hidráulicos tienen un extremo fijado en el tramo anterior de la camisa del escudo, terminando en su extremo libre en una zapata que es la que se apoya contra el revestimiento.



Gatos de empuje.

8.20.3.6. Presión contra el frente

Una de las características principales de este tipo de tuneladora es la posibilidad de mantener la presión en el frente de ataque, mediante el propio terreno excavado, tratado con espumas biodegradables.

La contrapresión en el frente se consigue mediante el material almacenado en una cámara dispuesta inmediatamente tras la rueda de corte. Dicha cámara se debe mantener permanentemente llena de material con una consistencia plástico-fluida. El material se extrae de la cámara, al mismo tiempo que entra el material excavado, mediante un tornillo sinfín que

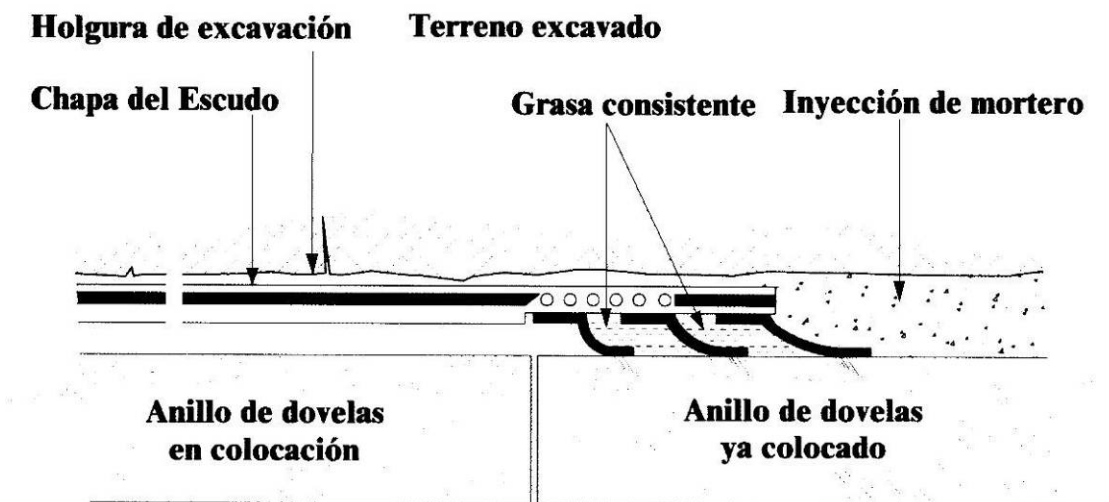
descarga las tierras sobre una cinta transportadora que lo conduce hasta las vagonetas del tren auxiliar.

Debe cuidarse con extremo cuidado la contrapresión ejercida desde el frente de excavación, de tal manera que se mantenga dentro de los límites precisos. Una insuficiente presión de tierras en la cámara de amasado produciría la decompresión del frente y, por tanto, asentamientos. Por contra, una presión excesiva puede suponer el levantamiento excesivo del terreno.

La presión de tierras dentro de la cámara se controla por equilibrio entre la velocidad de avance de la tuneladora y la velocidad de extracción del tornillo.

8.20.3.7. Hueco revestimiento-terreno

El hueco que queda entre el trasdós de la dovela y el terreno es, en teoría, el correspondiente al espesor de la coraza más los cepillos de sellado, existiendo en ocasiones una holgura de excavación.



Este "gap" debe ser inyectado lo antes posible con objeto de reducir al máximo la subsidencia. Dicha inyección se realiza desde la propia cola de la camisa del escudo (inyección de cola).

La inyección debe realizarse en el mismo momento en el que se crea el "gap", es decir durante la fase de excavación del ciclo de trabajo, en el cual la camisa del escudo se desplaza con respecto al revestimiento ya colocado merced al empuje sobre éste de los gatos de empuje.

Dicha inyección permite a su vez una recompresión del terreno para compensar parte de la relajación sufrida durante la excavación.

8.20.3.8. Fases del proceso

De una forma sintética el proceso es el siguiente:

- Montaje de la cabeza y coraza del escudo en un pozo o excavación entre pantallas creado al efecto o bien aprovechando la excavación para una estación o pozo de infraestructura.
- Creación de la estructura de empuje a la que se transmite el esfuerzo de los gatos de avance de escudo hasta que el rozamiento entre los anillos colocados y el terreno es suficiente como para que deje de necesitarse.
- Excavación del terreno mediante las cuchillas del disco giratorio del frente, transmitiendo la fuerza de empuje contra el terreno desde el último anillo colocado, a través de gatos hidráulicos.
- Cuando se ha avanzado la excavación la longitud correspondiente a un anillo, los gatos de empuje se retraen secuencialmente a la vez que se van colocando las dovelas de revestimiento.
- Se excava de nuevo transmitiendo la carga a la cabeza a través de los gatos que se han ido apoyando en las sucesivas dovelas colocadas en el último anillo. Inyección entre el terreno y el revestimiento anular de dovelas, entre el último tramo inyectado y la parte final de la coraza donde se sitúan los cepillos de sellado.
- Repetición de la secuencia de excavación, colocación de anillos de dovelas e inyección

8.20.4. Emboquille

8.20.4.1. Definición

La realización del emboquille se podrá realizar con el auxilio de un paraguas de micropilotes de perforación, solidarizado mediante una viga-zuncho de atado. La zona del trasdós de las pantallas del emboquille deberá ser tratada con jet-grouting, o mediante la ejecución de pozos o columnas de mortero, para asegurar la estabilidad del mismo en el arranque de la Tuneladora.

8.20.4.2. Medios empleados

- Equipo de ejecución de micropilotes
- Equipo de Jet – Grouting
- Retroexcavadora
- Camión Bomba
- Hormigonera
- Camiones

8.20.4.3. Identificación de riesgos

- Contacto con cables eléctricos aéreos o subterráneos.

- Vuelco de la pilotadora o de la máquina jet-grouting por exceso de carga.
- Golpes de objetos pesados.
- Heridas en extremidades.
- Salpicaduras de lodos bentoníticos, hormigón, detritus, etc.
- Derrumbe de las paredes.
- Caídas a mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

8.20.4.4. Medidas preventivas

- En procedimientos especiales vigilar los equipos de perforación y sobre todo los de alta presión, pues se manejan presiones muy altas no habituales. Las mangueras, racores, válvulas etc. deben estar en perfecto estado y revisadas por especialistas.

8.20.4.5. Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniendo en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.

Protecciones Colectivas

- Las bocas de las perforaciones se protegerán con barandillas de 1,0m de altura y se taparán siempre que el entubado o cualquier otro elemento no supla suficientemente esta protección.
- Como paso previo a un trabajo seguro, hay que estudiar el lugar de trabajo, accesos, interferencias, etc.; para que las máquinas no tengan problemas al llegar a obra.
- Reducir en lo posible la presencia de personas en el entorno y radio de acción de máquinas.
- El personal será experto y con información suficiente sobre el trabajo a realizar.

- Procurar llevar ciclos de perforación-armado-hormigonado lo más próximo posible, para no dejar pilotes o bataches sin hormigonar al final de jornada.
- Las armaduras se moverán colgadas de dos puntos en horizontal.
- No se harán tiros oblicuos ni se arrancaran, etc. tirando con la grúa.

8.20.4.6. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.5. Montaje de tuneladora

Introducción

La distribución y colocación de todos los componentes de la tuneladora debe ser planificada con anterioridad a su llegada, de forma que los trabajos a realizar no interfieran entre sí y de este modo facilitar las maniobras de carga y descarga de componentes, y su posterior manipulación y montaje.

El montaje de la tuneladora sólo podrá ser realizado por personal especializado, que comprobará detalladamente el correcto funcionamiento de todos sus mecanismos y sistemas.

En el montaje de la tuneladora se distinguen varias fases que se analizan a continuación de forma pormenorizada.

Previamente se resumen aquellas consideraciones preventivas consideradas como generales y aplicables a todas las fases de montaje.

Identificación de riesgos

- Caída de personas a nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Caídas de materiales y herramientas
- Atrapamiento por materiales
- Esfuerzos
- Golpes por objetos
- Hundimientos y vuelcos de grúas.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.

- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Arnés de seguridad tipo C.
- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

Se debe priorizar el uso de medidas colectivas frente a equipos de protección individual

- Eslingas con gancho de seguridad
- Cuerdas guía para dirigir grandes cargas
- Protecciones eléctricas
- Durmientes para el apoyo de los gatos de las grúas
- Vallas para limitación de las zonas de trabajo
- Barandilla y rodapié en plataformas de trabajo a más de dos metros de altura
- Cinturón o cordón para balizamiento de desniveles.

Medidas preventivas

- Diariamente se procederá a la retirada de los restos de materiales para mantener el buen orden y la limpieza del tajo.
- Antes de implantar cualquier grúa se tendrá que garantizar su estabilidad en función de la presión máxima que transmita la grúa al terreno con la pieza más pesada. Además las grúas deberán pasar una inspección técnica previa al inicio de la obra. Esta determinará si dicha grúa es apta para el trabajo para el que se la requiere.
- Todos los camiones, antes de iniciar las maniobras de carga y descarga, además de haber puesto el freno de mano, se colocarán calzos de inmovilización en las ruedas.
- Se pondrá especial atención en que la carga izada por una grúa esté dentro de su diagrama de cargas y no se podrá soltar una carga hasta esté garantizada su estabilidad.
- Antes de izar las cargas se comprobará la solidez de los puntos de amarre y nadie puede permanecer bajo cargas suspendidas.
- Para evitar contradicciones que pueden originar accidentes sólo una persona podrá dirigir la maniobra con grúas y es conveniente utilizar emisoras para enlazar los distintos puntos implicados en la maniobra.

En lo referente a los aparejos para el izado:

- Cadenas: Las cadenas serán de hierro forjado o acero con un factor de seguridad de al menos cinco. Anillos, ganchos, eslabones y argollas de los extremos han de ser del mismo material que las cadenas a las que van fijados, y cuando sufran un desgaste excesivo serán inmediatamente reemplazadas.
- Cables: Los cables serán de construcción y tamaño apropiado a las operaciones que con ellos se vayan a realizar. El factor de seguridad para los mismos nunca será inferior a seis y los lazos para ganchos, anillos o argollas estarán provistos de guardacabos.
- Ganchos: Siempre estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que la carga pueda salirse.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.5.1. Montaje de la rueda de corte

Definición

La rueda de corte o elemento excavador es generalmente giratoria y constituye el primer cuerpo de la coraza. Esta accionada por motores eléctricos o hidráulicos, que proporcionan su giro. Esta cabeza incorpora picas o cuchillas para excavar el terreno. Esta dividida en tres grandes partes:

- Una parte central
- Dos segmentos

La rueda de corte se transporta en vehículos especiales y llega a obra para ser montada in situ en el parque de la tuneladora. Se unen las tres piezas atornillándolas, para posteriormente nivelarlas y soldarlas en una última fase.

En Todo el proceso anterior será necesaria la utilización de dos grúas para mover las grandes piezas mecanizadas que conforman la rueda de corte.

El proceso de la soldadura, de la rueda de corte, consta de tres fases:

- 1.- Una vez atornilladas y niveladas se procede a la soldadura de las tres partes al 50% por un lado.
- 2.- Mediante las dos grúas se voltea la rueda de corte y se procede a la soldadura en su 100% por el otro lado.
- 3.- Por último se vuelve a voltear la rueda de corte y se acaba el 50% de soldadura restante que nos queda de la primera fase.

Para poder manejar la rueda de corte con las grúas mencionadas será necesario soldar a la misma unas orejetas, en zonas ya incluidas en el diseño de la maquina. Estas orejetas nos permitirán de forma fácil y sencilla izar, desplazar y bajar al pozo la rueda de corte. La bajada al pozo de la rueda de corte se realizará de forma vertical.

La rueda de corte es la última parte que se monta del escudo.

Medios empleados

- Grúas de gran tonelaje
- Camiones grúa
- Transportes especiales
- Aparejos para izar (Orejetas, eslingas, etc..)
- Equipo de Soldadura
- Diversos útiles y herramientas
- Plataformas Elevadoras, Andamios

8.20.5.2. Trabajos de soldadura en la cola del escudo, rueda de corte, y otros.

Definición

El tercer cuerpo de la coraza, o cabeza del escudo, es lo también llamado cola del escudo. En este último cuerpo de la cabeza del escudo se encuentran localizado el equipo de colocación de revestimientos, es decir, el erector de dovelas y la gran parte del sinfín de extracción de tierras.

Los cilindros de empuje están distribuidos en toda la periferia del anillo de la tuneladora, y están equipados con zapatas articuladas que permiten un apoyo uniforme sobre las dovelas del revestimiento. El recorrido de estos cilindros marca el ciclo de avance, que en estos casos es de 1,50 metros.

La cola del escudo es un cilindro cuyo diámetro es aproximadamente de 9,30 metros. Lo conforman tres segmentos circulares. La base de la cola del escudo se encuentra reforzada mediante una brida mecanizada. Se necesita una zona nivelada en superficie sobre la cual se posicionará de forma vertical la cola del escudo, para poder realizar el montaje y los correspondientes trabajos de soldadura. Una vez posicionadas y atornilladas los tres segmentos se sueldan haciendo la forma de la misma una cola de gato.

Para poder realizar el izado y desplazamiento de las piezas que conforman la cola del escudo se sueldan unas cartelas en los sitios indicados por el fabricante de la maquina. De esta forma permitirá que todos los movimientos estén perfectamente equilibrados. Para poder realizar estas actividades (izado y desplazamientos) será necesaria la utilización de dos grúas.

El trabajo de soldadura en la cabeza de corte se realizará tal y como ha quedado descrito en el apartado anterior.

Medios empleados

- Equipo de soldadura por arco eléctrico
- Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte
- Grúas de gran tonelaje y Camiones Grúa
- Aparejos para izar

- Diversos útiles y herramientas

Identificación de riesgos

- Caídas desde altura.
- Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Proyección de partículas.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños (picado del cordón de soldadura).

Medidas preventivas

SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO

En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.

A cada soldador y ayudante a intervenir en esta obra, se le entregará la siguiente lista de medidas preventivas:

Del recibí se dará cuenta al Equipo de Fiscalización (o Jefatura de Obra).

Normas de prevención de accidentes para los soldadores:

- Dado que las radiaciones del arco voltaico son perniciosas para su salud
- Protéjase con el yelmo de soldar o la pantalla de mano siempre que suelde.
- No se debe mirar directamente el arco voltaico. La intensidad luminosa puede producir lesiones graves en los ojos.
- No pique el cordón de soldadura sin protección ocular. Las esquirlas de cascarilla desprendida, pueden producir graves lesiones en los ojos.
- No se deben tocar las piezas recientemente soldadas: ya que pueden estar a temperaturas que podrían producir quemaduras serias.
- Se debe soldar siempre en un lugar bien ventilado evitándose así intoxicaciones y asfixia.
- Antes de comenzar a soldar se comprobará que no hay personas en el entorno de la vertical de su puesto de trabajo. Se evitará así quemaduras fortuitas.
- No "prefabricar" la "guindola de soldador" contactar con el Vigilante de Seguridad. Lo más probable es que exista una segura a su disposición en el almacén.
- Nunca se debe dejar la pinza directamente en el suelo sobre la periferia. Se debe depositar sobre un portapinzas para evitar accidentes.

- No se debe utilizar el grupo sin que lleve instalado el protector de clemas. Se evitará el riesgo de electrocución.
- Debe comprobarse que el grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.
- No anular la toma de tierra de la carcasa del grupo de soldar porque salte disyuntor diferencial. Avise al Vigilante de Seguridad para que se revise 1 avería. Aguarde a que le reparen el grupo o bien utilice otro.
- Se deberá desconectar totalmente el grupo de soldadura cada vez que se haga una pausa de consideración (almuerzo o comida, o desplazamiento a otro lugar).
- Se comprobará, antes de conectarlas al grupo, que las mangueras eléctricas están empalmadas mediante conexiones estancas de intemperie. Evitar las conexiones directas protegidas a base de cinta aislante.
- No utilizar mangueras eléctricas con la protección externa rota o deteriorada seriamente. Si se deben empalmar las mangueras, proteger el empalme mediante "forrillos termorretráctiles".
- Cerciórese de que estén bien aisladas las pinzas portaelectrodos y los bornes de conexión.
- Utilizar las prendas de protección adecuadas

Se suspenderán los trabajos de soldadura (montaje de estructuras) con vientos iguales o superiores a 60 km/h.

El taller de soldadura (taller mecánico) tendrá ventilación directa y constante, en prevención de los riesgos por trabajar en el interior de atmósferas tóxicas.

Los portaelectrodos a utilizar, tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad. El Vigilante de Seguridad controlará que el soporte utilizado no esté deteriorado.

Se prohíbe expresamente la utilización de portaelectrodos deteriorados, en prevención del riesgo eléctrico.

Las operaciones de soldadura a ejecutar (en condiciones normales), no se realizarán con tensiones superiores a 150 voltios si los equipos están alimentados por corriente continua.

El banco para soldadura fija, tendrá aspiración forzada instalada junto al punto de soldadura.

El taller de soldadura se limpiará directamente eliminando del suelo, clavos, fragmentos y recortes, en prevención de los riesgos de pisadas sobre materiales, tropezones o caídas.

El taller de soldadura de esta obra estará dotado de un extintor de polvo químico seco y sobre la hoja de la puerta, señales normalizadas de riesgo eléctrico y riesgos de incendios.

El personal encargado de soldar será especialista en montajes metálicos.

SOLDADURA OXIACETILÉNICA-OXICORTE

El suministro y transporte interno de obra de las botellas (o bombonas de gases licuados se efectuará según las siguientes condiciones:

- Estarán las válvulas de corte protegidas con las válvulas antirretorno cumpliendo la NTP-132/85 del I.N.S.H.T.
- No se mezclarán botellas de gases distintos
- Se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, para evitar vuelcos durante el transporte.
- Los puntos 1, 2 y 3 se cumplirán tanto para bombonas o botellas llenas como para bombonas vacías.

El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros portabotellas de seguridad.

Se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol.

Las botellas de gases licuados se acopiarán separados (oxígeno, acetileno, b no, propano) con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las agotadas y las llenas.

El almacén de gases licuados se ubicará en el exterior de la obra (o en un 1L alejado de elementos estructurales que pudieran ser agredidos por accidente con ventilación constante y directa. Sobre la puerta de acceso, dotada de ce dura de seguridad (o de buen candado), se instalarán las señales de "peligro explosión" y "prohibido fumar".

La persona cualificada controlará que en todo momento se mantengan en posición vertical todas las botellas de acetileno.

A todos los operarios de soldadura oxiacetilénica o de oxicorte, se les entregará la siguiente lista de normas de prevención dando cuenta de la entrega a el Equipo de Fiscalización (o Jefatura de Obra):

Normas de prevención de accidentes para soldadura oxiacetilénica y el oxicorte:

- Se deben utilizar siempre carros portabotellas, ya que el trabajo se realiza cómodo y seguro.
- Debe evitarse que se golpeen las botellas o que puedan caer desde altura eliminarán posibilidades de accidente.
- Deben utilizarse las prendas de protección personal.
- No inclinar las botellas de acetileno para agotarlas, es peligroso.
- No deben utilizarse las botellas de oxígeno tumbadas, es peligroso si caen y ruedan de forma descontrolada
- Antes de encender el mechero, se deberá comprobar que están correctamente hechas las conexiones de las mangueras, se evitarán accidentes.

- Antes de encender el mechero, se comprobará que están instaladas las válvulas antirretroceso, se evitarán explosiones.
- Si se desea comprobar que en las mangueras no hay fugas, deberán sumergirse bajo presión en un recipiente con agua; las burbujas delatarán la fuga. Si es así, se sustituirán por mangueras nuevas.
- No se abandonará el carro portabotellas en el tajo si debe ausentarse. Cerrar el paso de gas y llevarlo a un lugar seguro, se evitará correr riesgos al resto de los trabajadores.
- Siempre se debe abrir el paso del gas mediante la llave de la botella. Si se utiliza otro tipo de herramienta se puede inutilizar la válvula de apertura o cierre, con lo que en caso de emergencia no podrá controlar la situación.
- No se debe permitir que haya fuegos en el entorno de las botellas de gases licuados. Para evitar posibles explosiones.
- No deposite el mechero en el suelo. Solicite que le suministren un portamecheros al Vigilante de Seguridad.
- Deberá estudiarse cual es la trayectoria más adecuada y segura para tender la manguera. Se evitarán accidentes.
- Las mangueras de ambos gases se deberán unir entre sí mediante cinta adhesiva, para poder manejarla con mayor seguridad y comodidad.
- No utilizar mangueras de igual color para gases diferentes. En caso de emergencia, la diferencia de coloración le ayudará a controlar la situación.
- Se prohíbe utilizar acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre; por poco que parezca que contienen, será suficiente para que se produzca una reacción química y se forme un compuesto explosivo. El acetiluro de cobre.
- Si debe desprender pinturas mediante el mechero, pida que le doten de mascarilla protectora y asegúrese de que le dan los filtros específicos químicos, para los compuestos de la pintura que va usted a quemar. No corra riesgos innecesarios.
- Si se debe soldar sobre elementos pintados, o cortarlos, se procurará hacerlo al aire libre o en un local bien ventilado para evitar intoxicaciones.
- Las mangueras, una vez utilizadas, se recogerán en carretes adecuados.
- Se prohíbe fumar durante las operaciones de soldadura y oxicorte, o cuando se manipulen mecheros y botellas, así como en el almacén de las botellas.
- La conexión de mangueras se realizará por medio de abrazaderas, no por otro sistema como cinta aislante, alambre, etc.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Guantes de soldador

- Manguitos de soldador
- Mandil de soldador
- Polainas de soldador
- Pantalla de soldador

Protecciones Colectivas

- Mantas ignífugas y mamparas opacas para resguardar de rebotes al personal próximo.
- Portaelectrodos completamente aislados.
- Equipo de soldar equipado con dispositivos reductores de tensión (en el caso de tratarse de soldadura al arco con corriente alterna).
- Zona limpia de material combustible.
- Extintor portátil de polvo polivalente ABC.
- Extracción localizada con expulsión al exterior o dotada de filtro electrostático si se trabaja en recintos cerrados.
- Inspección previa del área de trabajo y retirada de material combustible
- Comprobación del equipo (mangueras, llaves, reguladores, etc)
- Botellas esbeltas atadas o en carro
- Mecheros para soldadura mediante mezcla de oxígeno con gas dotados de válvulas antirretroceso de la llama en prevención del riesgo de explosión.
- El uso y almacenamiento de las botellas de gases en interior requerirá que el local correspondiente cuente con ventilación natural adecuada.

8.20.5.3. Descarga y colocación del segmento inferior del escudo frontal sobre la cuna y de los segmentos derecho e izquierdo.

Definición

La cabeza de la tuneladora esta dividida en tres partes: rueda de corte, escudo frontal o principal y cola del escudo. La rueda de corte y la cola del escudo ya han sido descritas en los apartados anteriores.

El escudo principal está dividido, dependiendo de las maquinas que se utilizan en el METRO, en dos o seis partes. En este cuerpo de la coraza se alojan el cuerpo de mando, los controles de la maquina y los motores.

El transporte de estas grandes piezas mecanizadas se hace mediante transportes especiales, y su manipulación siempre se realizará mediante dos grúas que garantizan la seguridad.

Todas las piezas del escudo frontal llevan unas orejetas atornilladas, en un sitio fijado por el fabricante de la máquina, que permiten que las grúas las utilicen como puntos de amarre. Esto implica que la manipulación de estas piezas sea totalmente segura.

La descarga se hará sobre maderas (perfectamente niveladas), nunca apoyando las piezas en el suelo, y si el tajo estuviera perfectamente planificado se podrían descargar directamente sobre la cuna del pozo de ataque de la tuneladora. Se realizarán mediante dos grúas, utilizando las cartelas que llevan las piezas como punto de amarre. Las grúas vuelcan las piezas y las bajan de forma vertical al pozo de ataque de la tuneladora.

La primera pieza que se baja al foso de ataque es el segmento inferior, bajando a continuación los segmentos inferiores, laterales izquierdo y derecho.

Medios empleados

- Grúas de gran tonelaje
- Camiones grúa
- Góndolas
- Aparejos para izar (Cartelas, orejetas, eslingas, etc..)
- Equipo de Soldadura
- Diversos útiles y herramientas
- Plataformas elevadoras y andamios

8.20.5.4. Descarga y rotación del accionamiento principal y cola del escudo.

Definición

Después de bajar los segmentos laterales inferiores del escudo principal, se baja el accionamiento principal que es una superficie mecanizada posicionada en el centro del escudo frontal.

Para la descarga y la manipulación del accionamiento principal y de la cola del escudo será de aplicación lo descrito en el apartado anterior, es decir, se utilizarán grúas cuyo punto de amarre serán las cartelas que se atornillan a esas piezas (en los puntos definidos por el fabricante). En cuanto a su posicionamiento y bajada al fondo de ataque, también será de aplicación lo descrito en el apartado anterior.

Medios empleados

- Grúas de gran tonelaje
- Camiones grúa
- Góndolas
- Aparejos para izar (Cartelas, orejetas, eslingas, etc..)
- Equipo de Soldadura
- Diversos útiles y herramientas
- Plataformas elevadoras, andamios.

8.20.5.5. Descarga y montaje de ambos lados de la araña.

Definición

La araña es el soporte de la guía del erector y en otro tipo de máquinas que no son utilizadas en la Red de metro como base de apoyo a los cilindros de desplazamiento longitudinal de la rueda de corte. Va atornillada al escudo principal..

Al ser una pieza mecanizada se debe descargar con dos grúas para que no apoye en el suelo de la plataforma de la tuneladora y siempre se utilizará como punto de amarre las orejetas que van atornilladas a la araña.

Se debe montar antes de la colocación del segmento superior del escudo principal o frontal. La bajada a su posición definitiva se hace de forma vertical y mediante la utilización de dos grúas que garantizan la seguridad en todas las manipulaciones.

Para el transporte de este elemento será necesario la utilización de transportes especiales.

Medios empleados

- Grúas de gran tonelaje
- Camiones grúa
- Góndolas
- Aparejos para izar (Cartelas, orejetas, eslingas, etc..)
- Equipo de Soldadura
- Diversos útiles y herramientas
- Plataformas elevadoras, andamios.

8.20.5.6. Descarga, montaje y afianzamiento de segmentos y zapatas

Definición

Como ya se ha comentado anteriormente el escudo frontal esta compuesto de seis partes y según el proceso que se esta siguiendo tres de esas partes más el accionamiento principal ya estarían colocados. Una vez que se ha colocado la araña se montarían los tres segmentos restantes, superior lateral izquierdo y derecho y finalmente el superior, donde se ubican dependiendo de las maquinas las esclusas.

Para la descarga y el montaje de los segmentos y las zapatas, será de aplicación lo descrito en los apartados anteriores.

Medios empleados

- Grúas de gran tonelaje
- Camiones grúa
- Góndolas
- Aparejos para izar (Cartelas, orejetas, eslingas, etc..)
- Equipo de Soldadura

- Diversos útiles y herramientas
- Plataformas elevadoras, andamios.

8.20.5.7. Montaje del erector y de la guía del erector.

Definición

Las dovelas son transportadas hasta la tuneladora en plataformas especiales, vagonetas del tren de servicio. La colocación de las dovelas no es arbitraria, ya que corresponden al orden predeterminado de colocación en el túnel, quedando la dovela como la ultima que debe ser colocada.

En el proceso de colocación de la dovela intervienen los siguientes elementos:

- Transportador de dovelas
- Mesilla de dovelas
- Erector de dovelas

En este apartado vamos a describir el erector y la guía del erector. El erector y la guía del erector están ubicados en la cola del escudo. La guía del erector va atornillada a la araña y permite el desplazamiento longitudinal del erector.

El accionamiento del erector es por cable o por radio mando, muy sensible y preciso para poder aproximar correctamente cada dovela a su emplazamiento definitivo.

Medios empleados

- Grúas de gran tonelaje
- Camiones grúa
- Aparejos para izar y diversos útiles y herramientas
- Góndola
- Plataformas elevadoras y andamios.

8.20.5.8. Montaje del tornillo sinfín.

Definición

El tornillo sinfín retira el producto de excavación hasta la cinta transportadora, conectando la rueda de corte con la cola del escudo. El tornillo sinfín se traslada en una sola pieza, mediante un transporte especial, desde su lugar de almacenaje hasta el pozo de introducción de la tuneladora Su montaje se realiza mediante grúa, y siempre antes se debe haber montado la guía del erector. Va sujeto mediante uniones atornilladas al apoyo inferior del escudo principal y al apoyo atornillado a la guía del erector.

Medios empleados

- Camiones grúa
- Grúa
- Aparejos para izar y diversos útiles y herramientas

- Góndola

8.20.5.9. Montaje del tren de apoyo.

Definición

El tren de apoyo o Back-Up, también llamado equipo de rezaga, está constituido por una serie de plataformas que se mueven arrastradas por la máquina simultáneamente a su avance. El Back Up incorpora los transformadores, cables, ventiladores, bombas de inyección de mortero, etc., y el sistema de evacuación de escombros, etc.

Son estructuras metálicas que vienen soldadas de taller y moduladas para facilitar su transporte. Estas estructuras se manipulan mediante grúas, tanto su izado como su desplazamiento como la bajada al foso de ataque. Una vez dentro del foso de ataque se atornillan para dar continuidad al tren de apoyo.

Medios empleados

- Grúas de gran tonelaje
- Camiones grúa
- Góndolas
- Aparejos para izar (Cartelas, orejetas, eslingas, etc..)
- Diversos útiles y herramientas
- Plataformas elevadoras y andamios.

8.20.5.10. Montaje general de los subgrupos (instalación hidráulica y eléctrica).

Definición

Como ya se ha dicho en el apartado anterior, el Back-Up está constituido por una serie de plataformas que se mueven arrastradas por la máquina simultáneamente a su avance. Dentro de este tren de apoyo se albergan los transformadores, cables, ventiladores, bombas de inyección de mortero, el accionamiento hidráulico, el aparillaje eléctrico, la cabina de mando, armarios eléctricos, equipos de aire, etc.

En el primer vagón del tren de apoyo va colocado el accionamiento hidráulico y parte del aparillaje eléctrico. En el segundo vagón se instala el equipo de mortero, el equipo de trafos, armarios eléctricos y la cabina de mando, dejando para el tercer vagón el equipo de aire, el equipo de espuma y los enrolladores de mangueras. Todos estos subgrupos van montados y sujetos con uniones atornilladas a los vagones del Back-Up.

Medios empleados

- Grúas automóbiles
- Camiones grúa,
- Aparejos para izar y diversos útiles y herramientas

Identificación de riesgos

- Accidentes por caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Accidentes por caída de objetos en manipulación.
- Lesiones por pisadas sobre objetos.
- Lesiones por choque contra objetos inmóviles.
- Lesiones por choque contra objetos móviles.
- Lesiones por proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por ó entre objetos.
- Electrocuación por exposición a contactos eléctricos.
- Quemaduras por explosiones y/o incendios.
- Enfermedades por ambientes pulverulentos y/o contaminados.

Protecciones

- Tomas de tierras inferiores a los diez ohmios
- Protección diferencial en líneas de distribución
- Protección mecánica en elementos móviles
- Extintores en el escudo y en las locomotoras
- Iluminación de emergencia y de servicio
- Balizas luminosas
- Señales acústicas y luminosas en el escudo y en las locomotoras
- Equipos de rescate.

8.20.5.11. Desplazamiento del tren de apoyo

Definición

El tren de apoyo siempre se monta, en el pozo de ataque, a una cierta distancia de la cabeza del escudo para no entorpecer el montaje del mismo. Esto provoca que una vez montada la cabeza del escudo se tenga que desplazar el tren de apoyo para conectarlo con la cabeza de la tuneladora.

Se utilizarán polipastos neumáticos para realizar este desplazamiento.

Medios empleados

- Polipastos Neumáticos

8.20.5.12. Sistema hidráulico

Definición

El sistema hidráulico se emplea a lo largo de la máquina para las cintas y para la colocación del sostenimiento. Además el empuje hacia delante, es decir, el avance se realiza mediante cilindros hidráulicos, situados en una circunferencia alrededor del diámetro interior del escudo estacionario, los cuales actúan entre el escudo estacionario y el sostenimiento del túnel.

Medios empleados

- Andamios metálicos,
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas

Identificación de riesgos

- Proyección de líquidos a presión
- Electrocutión
- Quemaduras por incendios
- Quemaduras y lesiones por radiación por soldadura
- Lesiones auditivas por ruido.

Medidas preventivas

- Los sistemas hidráulicos están equipados con válvulas limitadoras de presión. Los valores de presión instalados no deberán ser modificados.
- Los sistemas hidráulicos deberán estar desconectados y sin presión para poder efectuar trabajos de mantenimiento. Así mismo interrumpir el abastecimiento energético mediante el cambio de posición del interruptor de protección del motor de la unidad correspondiente.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Guantes de soldador
- Manguitos de soldador
- Mandil de soldador
- Polainas de soldador
- Pantalla de soldador

- Botas dieléctricas
- Equipos autónomos de respiración para supervivencia
- Herramientas aisladas para electricistas

Protecciones Colectivas

- Iluminación de emergencia
- Interruptores diferenciales
- Transformadores de seguridad
- Grupos electrógenos
- Tomas de tierra
- Extintores
- Válvulas antiretorno.

8.20.5.13. Sistema aire comprimido

Definición

Las necesidades de aire comprimido dentro del túnel son las siguientes:

- Instalaciones del Back-Up
- Inyección de Lechada
- Herramientas Neumáticas: fijación de dovelas, vías, soporte a lo largo del túnel y circuito neumático de la tuneladora.

Medios empleados

- Andamios metálicos
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas

Identificación de riesgos

- Proyección de líquidos a presión
- Electrocutión
- Quemaduras por incendios
- Quemaduras y lesiones por radiación por soldadura
- Enfermedades producidas por atmósfera contaminada
- Lesiones auditivas por ruido

Medidas preventivas

- Lo más cerca posible de cada compresor debe montarse una válvula de seguridad graduable que pueda purgar al menos la mitad del aire transportado. No debe haber depósito de cierre entre el compresor y la válvula de seguridad.
- Cada compresor ha de conectarse a un depósito de presión para compensar las variaciones de cantidad y de presión; pueden conectarse varios compresores a un depósito de presión conjunto. Mediante conexiones entre las tuberías de aire comprimido y montaje de un dispositivo de cierre hay que garantizar que a las cámaras de trabajo siempre llegue la cantidad de aire necesaria aunque se produzca una rotura en cualquier punto del conducto o falle un compresor.
- El aire comprimido debe poder llegar a las cámaras de trabajo a través de al menos dos conductos separados. Cada conducto debe presentar en su extremo una válvula antirretroceso.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Guantes de soldador
- Manguitos de soldador
- Mandil de soldador
- Polainas de soldador
- Pantalla de soldador
- Botas dieléctricas
- Equipos autónomos de respiración para supervivencia
- Herramientas aisladas para electricistas

Protecciones Colectivas

- Iluminación de emergencia
- Interruptores diferenciales
- Transformadores de seguridad
- Grupos electrógenos
- Tomas de tierra
- Extintores
- Detectores de gases
- Válvulas antiretorno.

8.20.5.14. Traslado de tuneladora al frente de ataque.

Definición

Para el montaje de la rueda de corte, que es la última pieza que se monta de la cabeza de la tuneladora, se debe dejar espacio entre el emboquille y la zona de montaje de dicha cabeza. Esta distancia de unos 2 ó 3 metros es la que debe recorrer la tuneladora hasta el frente de ataque.

Se desplaza la tuneladora mediante los gatos hidráulicos que posee apoyándose en las dovelas (parte inferior del anillo) o en un resalte que se haga a la cuna inferior de hormigón de la plataforma del pozo de ataque.

Medios empleados

- Gatos Hidráulicos de la propia tuneladora

Medidas preventivas

- Para el montaje de la rueda de corte, y demás partes, se debe dejar espacio entre el emboquille y la zona de montaje de la tuneladora. Esta distancia de unos 2 ó 3 metros es la que debe recorrer la tuneladora hasta el frente de ataque, apoyando los gatos hidráulicos en la cuna de hormigón, realizada previamente al montaje.

8.20.6. Extracción del material fuera del túnel

8.20.6.1. Definición

En los túneles de gran longitud realizados con tuneladora los sistemas de evacuación de escombros son una combinación de cintas transportadoras en la zona próxima a la cabeza de corte, y trenes que mediante vagonetes extraen el material hasta el exterior.

El operador va generalmente de pie sobre una plataforma adosada a la máquina.

8.20.6.2. Identificación de riesgos

- Accidentes por descarrilamiento de vagones
- Atrapamientos por piezas, vagones o locomotoras
- Atropellos por vagones o locomotoras
- Electrocutión
- Enfermedades provocadas por atmósfera contaminada
- Caídas a un mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Lesiones auditivas por ruidos
- Lesiones por sobreesfuerzos
- Lesiones por proyección de líquidos y fragmentos
- Golpes por o contra objetos

- Quemaduras y/o asfixia por incendios
- Quemaduras por grasas o combustibles

8.20.6.3. Medidas preventivas

- Cubrir las partes peligrosas de la máquina.
- Nunca intentar reparar la máquina sin antes haberla desconectado.
- Instalar interruptores de parada de emergencia.
- No situarse en las proximidades de la cinta.
- Llevar ropa adecuada, con mascarillas anti-polvo si es preciso.
- Los pasos peatonales paralelos a la vía, deben estar adecuadamente protegidos con barandillas.
- La locomotora irá en el frente del tren, y dispondrá de señales luminosas y acústicas. La última vagoneta de cada tren deberá llevar elementos reflectantes.
- Las personas no se desplazarán en ningún caso sobre las vagonetas destinadas a escombros, ni circularán por la vía.
- Nunca se engancharán o desengancharán vagonetas en movimiento, y cuando se realice en curva, el operario estará en la parte exterior de la misma.

8.20.6.4. Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniendo en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes para el personal de protección
- Equipos autónomos de respiración para supervivencia

Protecciones Colectivas

- Balizas luminosas
- Señales acústicas y luminosas en el escudo y en las locomotoras

- Equipos de rescate.

8.20.6.5. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada

8.20.7. Mantenimiento y acondicionamiento de la tuneladora

8.20.7.1. Definición

Antes del comienzo de los trabajos se debe realizar una inspección general de todos los sistemas de la tuneladora. A continuación se citan algunos de ellos:

- Sistema Eléctrico
- Sistema Hidráulico
- Sistema de agua
- Sistema de inyección de grasa en los cepillos de la cola
- Sistema de Inyección de Espumas
- Picas y elementos de corte
- Sinfín
- Filtros, etc

Además periódicamente se deben realizar comprobaciones y el mantenimiento de los sistemas antes descritos. A diario se deben realizar el mantenimiento y acondicionamiento general de la tuneladora.

Se definirán los objetivos y características de los programas de mantenimiento de la tuneladora y back-up y del resto de equipos de trabajo.

8.20.7.2. Medios empleados

- Camiones grúa
- Andamios metálicos
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas

8.20.7.3. Identificación de riesgos

- Caída de personas a nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de materiales o herramientas
- Lesiones por proyección de líquidos a presión
- Electrocutión

- Quemaduras y asfixia por incendios
- Enfermedades y quemaduras por radiación por soldadura
- Enfermedades provocadas por atmósfera contaminada
- Lesiones auditivas por ruido.
- Lesiones por sobreesfuerzos

8.20.7.4. Medidas preventivas

- La realización de pruebas de funcionamiento ha de comunicarse a los diversos equipos que colaboran en el montaje, con el fin de evitar riesgos de accidentes en personas o equipos.
- Los trabajos de mantenimiento y reparación sólo deberán llevarse a cabo por el personal capacitado que cuente con los conocimientos técnicos necesarios.
- Informar a los operarios antes de iniciar trabajos especiales o de mantenimiento. Nombrar a un supervisor.
- Utilizar únicamente las piezas de repuesto y accesorios originales autorizados por el fabricante.
- Usar sólo los materiales de servicio y combustibles prescritos y autorizados (grasas, aceites, limpiadores).
- En caso necesario asegurar ampliamente el área de mantenimiento.
- Si la máquina tuneladora se encuentra completamente parada para llevar a cabo trabajos de mantenimiento y de reparación, deberá asegurarse ésta contra un encendido no intencional.
- Si un motor se encuentra desconectado para efectuar trabajos de mantenimiento o de reparación, deberá asegurarse éste contra un encendido inesperado.
- Para realizar trabajos de mantenimiento o de reparación deberán utilizarse indispensablemente los interruptores de mantenimiento (siempre que se disponga de ellos). Estos han sido diseñados de tal forma que puedan fijarse hasta tres candados. Para efectuar trabajos de mantenimiento o de reparación cada trabajador deberá asegurarse contra un encendido no intencional con su propio candado, el cual deberá estar debidamente identificado. Lo anterior independientemente de que el interruptor ya haya sido asegurado con el candado de algún colega.
- Para trabajos de mantenimiento que estén más arriba que la altura del cuerpo, deberán usarse las escaleras o plataformas previstas o en su defecto otras que sean seguras.
- Para trabajos de mantenimiento en la rueda de corte el personal de mantenimiento deberá usar un arnés de seguridad, el cual deberá fijarse a los puntos que para ello han sido previstos.
- Así mismo para realizar otros trabajos en lugares altos se deberá también portar y utilizar un arnés de seguridad.

- Limpiar las piezas de la máquina antes del mantenimiento o reparación, en especial las conexiones y la tornillería. No utilizar limpiadores abrasivos. Utilizar trapos sin hilachos.
- Antes de la limpieza con agua, con limpiadores de alta presión, o con otros productos de limpieza, deberán cubrirse o sellarse todas las aberturas que, por razones de seguridad, deban protegerse contra la penetración de líquidos y de productos de limpieza. Especialmente podrían dañarse los motores eléctricos y armarios de distribución.
- Después de la limpieza deberá retirarse el material utilizado para cubrir o sellar.
- Las conexiones de tornillería que se hayan aflojado durante los trabajos de mantenimiento deberán apretarse con los pares de apriete indicados.
- Una vez terminados los trabajos de mantenimiento deberán limpiarse todas las asideras, peldaños, barandillas, descansillos, plataformas y escaleras.
- Cualquier instalación de seguridad que se requiera desmontar para ejecutar trabajos de preparación, de mantenimiento o de reparación; deberá volver a montarse una vez terminados los trabajos y ser verificada. Antes de ejecutar trabajos en un conducto que pudiera encontrarse bajo presión (conducto de transporte, de aire, de agua, hidráulico, de vacío o de oxígeno) deberá asegurarse, que en realidad se encuentre sin presión. Las unidades generadoras de presión tales como bombas o compresores deberán desconectarse antes de iniciar los trabajos y asegurarse contra una conexión inesperada.
- Una presión pendiente en una tubería puede resultar también de un cilindro hidráulico empotrado, de un acumulador o de otros componentes bajo carga. Por esta razón los cilindros hidráulicos y otros componentes bajo carga deberán asegurarse contra movimientos y quitar la presión del acumulador.
- Las piezas pesadas deberán indispensablemente asegurarse contra volcaduras o caídas antes de aflojar los tornillos o de tirar de los pernos.
- Tener en cuenta un medio seguro y de protección ambiental al desechar combustibles y materiales auxiliares.
- Deberán mantenerse siempre cerrados los armarios de distribución. Para efectos de mantenimiento o de reparaciones deberán abrirse sólo las puertas necesarias y cerrarse de inmediato al estar alejado del sitio de trabajo o una vez terminados los trabajos
- Será obligación del contratista definir los procedimientos de revisión y mantenimiento de todos los equipos y maquinaria propios o de los subcontratistas y la necesidad de analizar los riesgos y medidas relacionados con dichos trabajos.

8.20.7.5. Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Arnés de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Guantes de soldador
- Manguitos de soldador
- Mandil de soldador
- Polainas de soldador
- Pantalla de soldador
- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Mantas ignífugas y mamparas opacas para resguardar de rebotes al personal próximo.
- Portaelectrodos completamente aislados.
- Equipo de soldar equipado con dispositivos reductores de tensión (en el caso de tratarse de soldadura al arco con corriente alterna).
- Zona limpia de material combustible.
- Extintor portátil de polvo polivalente ABC.
- Extracción localizada con expulsión al exterior o dotada de filtro electrostático si se trabaja en recintos cerrados.
- Inspección previa del área de trabajo y retirada de material combustible
- Comprobación del equipo (mangueras, llaves, reguladores, etc)
- Botellas esbeltas atadas o en carro

- Mecheros para soldadura mediante mezcla de oxígeno con gas dotados de válvulas antirretroceso de la llama en prevención del riesgo de explosión.
- El uso y almacenamiento de las botellas de gases en interior requerirá que el local correspondiente cuente con ventilación natural adecuada.

8.20.7.6. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.8. Acopio y suministro de materiales

8.20.8.1. Definición

El proceso de acopio y manipulación de materiales como pueden ser paquetes de ferralla, carriles, tuberías y sobre todo las dovelas, se ejecutan en tres fases:

- 1) Descarga de camiones y acopio principal.
- 2) Traslado y formación del acopio activo.
- 3) Carga de materiales en trenes para alimentación de túnel.

8.20.8.2. Medios empleados

- Grúas automóviles,
- Camiones grúa,
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas
- Pórticos grúas

8.20.8.3. Identificación de riesgos

- Caídas a un mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Esfuerzos
- Caídas de materiales o herramientas
- Golpes por o contra objetos
- Atrapamientos por piezas
- Vuelco de acopios

8.20.8.4. Medidas preventivas

- Antes de comenzar el suministro de materiales debe estar planificado el acceso, la maniobra de camiones, la disposición de la playa de acopios y disponer de los equipos necesarios para el manejo de las cargas.

- Para maniobras de carga y descarga se dispondrá de los útiles adecuados provistos de dispositivos de seguridad, y toda maniobra ha de estar dirigida por una sola persona con el fin de evitar órdenes contradictorias (señalista).
- En los desplazamientos de las dovelas y en general en los de cualquier material, se tratará de evitar movimientos bruscos que puedan generar riesgos de golpes o atrapamientos.
- Las eslingas para la manipulación de las dovelas serán de banda ancha, mantendrán la pieza equilibrada y nunca tendrán un coeficiente de seguridad inferior a seis. Al comenzar cada turno de trabajo se revisarán, retirando todas aquellas que presenten rozamientos excesivos u otros daños que disminuyan su resistencia.
- En los acopios las dovelas estarán apoyadas sobre durmientes que permitan el paso de las eslingas.

Durante las tres fases anteriormente mencionadas se deben revisar:

- Revisión diaria de las eslingas.
- Camión mantenga distancia de seguridad con talud 1 m
- Ángulo de las eslingas no sea $> 90^\circ$.
- La carga está bien centrada.
- Las eslingas no estarán colocadas a < 10 cm del borde exterior, tendrán una capacidad de carga de 6.000 kg y coeficiente de seguridad inferior a 6.
- Evitar la manipulación de la carga sobre zona con tránsito de personal.
- Evitar introducir la mano que conduce el tabloncillo para ser colocado bajo la dovela.
- Las escaleras para acceso a enganche de dovelas sean las reglamentarias.
- Evitar el rozamiento de las eslingas con la dovela.
- Evitar el paso de personas en la zona de acción pörtico, habilitando pasillos peatonales.
- Igualmente evitar presencia de personal en el radio de acción del pörtico con carga suspendida.
- Las barras de izado de los casetes portadovelas deberán estar marcadas para asegurar su equidistancia respecto de ambos lados al objeto de equilibrar el izado de la carga.

Además garantizar la verticalidad en el acopio de dovelas en los casetes para evitar invadir el gálbo entre vías, esto se conseguirá mediante la colocación en los casetes de unas piezas que aseguren se mantenga la equidistancia de la carga.

Los riesgos considerados serán los propios derivados del acopio de dovelas y del suministro de materiales al túnel. Para ello será precisa la utilización de camiones que se descargan en obra mediante grúas o puentes grúas, y de medios para la carga de materiales en las plataformas que se enganchan a los trenes que evacuan el escombros.

8.20.8.5. Manipulación de dovelas

- Dentro de este punto se engloban 2 operaciones, prácticamente idénticas entre sí, por lo que se tratará únicamente la que produce las acciones más exigentes.
- Por un lado, el desencofrado e izado de la dovela desde el molde de fabricación hasta el lugar de curado. Lógicamente, cuando se realiza esta operación, la resistencia del hormigón no ha alcanzado su nivel máximo, por lo que el Proyecto debe de fijar la resistencia mínima para desencofrar.
- Una vez en obra, se produce la operación de colocar la dovela en el lugar que le corresponde en el anillo. Para ello, el brazo erector coge la pieza y la lleva a su lugar. Es evidente que en ese momento, el hormigón habrá adquirido su máxima resistencia.
- De la descripción de ambas operaciones, resulta claro que bastará nombrar solamente la debida al desencofrado, que se suele realizar con la condición de que el hormigón posea en ese momento una resistencia de 10 ó 15 MPa, si bien en la actualidad es más frecuente tomar 15 MPa, dado el rápido endurecimiento de estos hormigones. Es fácil constatar que en estos resultados tiene gran importancia el número de dovelas por anillo, que debe fijarse en la etapa inicial.

8.20.8.6. Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Vallado de las zonas de acopio
- Señales acústicas para la puesta en marcha de las grúas o puentes grúa.
- Cuñas y durmientes de madera
- Eslingas con gancho de seguridad

8.20.8.7. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.9. Guiado de la tuneladora

8.20.9.1. Sistema de guiado

Definición

El sistema de guiado, es el que orienta a la tuneladora para describir el trazado proyectado. Tiene dos puntos fundamentales dentro de la tuneladora. Uno esta situado en zona de la cabeza, es una mira, y el segundo se ubica en el tercer remolque, el aparato para medir la mira.

Antes de comenzar la excavación se introduce en coordenadas absolutas, UTM, el trazado que se debe reproducir en la obra en el ordenador de la Cabina de Control. Una vez que la excavación se ha comenzado se realizarán lecturas automáticas mediante las cuales se podrá observar si la maquina se ha desplazado respecto al trazado teórico. Si la posición del eje de la tuneladora no coincide con el trazado teórico del túnel, el operador procede a modificar las presiones de los gatos de empuje de manera que se corrija cualquier desviación.

Se debe reservar una zona entre el aparato que da las lecturas y la mira totalmente vacía para que en ningún momento se quede sin leer la posición de la tuneladora.

Medios empleados

- Diversos útiles y herramientas

Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Riesgos detectables durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación más comunes
- Electrocutación o quemaduras.
- Explosión de los grupos de transformación durante la entrada en servicio.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.

Medidas preventivas

- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores, estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.

- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad, para utilizar durante los desplazamientos por la obra.
- Botas aislantes de la electricidad (conexiones).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Arnés de seguridad clase C.
- Banqueta de maniobra.
- Alfombra aislante.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

Protecciones Colectivas

- Tomas de tierras inferiores a los diez ohmios
- Protección diferencial en líneas de distribución
- Protección mecánica en elementos móviles
- Extintores en el escudo y en las locomotoras
- Iluminación de emergencia y de servicio
- Balizas luminosas
- Señales acústicas y luminosas en el escudo y en las locomotoras
- Equipos de rescate.
- Sistema de extinción automático (rociadores, nebulizadores, etc)

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.9.2. Cabina de control

Definición

En la cabina de control se concentrará toda la información de los distintos sensores del escudo, así como los datos de presiones de los sistemas hidráulicos de equipo, en particular las presiones de empuje de los gatos de avance y las carreras de sus pistones, el esfuerzo aplicado a la rueda de corte y su velocidad y sentido de giro, las presiones de inyección de fangos y morteros y la información sobre la generación de espumas y su composición.

Muchos de estos parámetros evolucionan de forma automática, pero siempre deben estar bajo control del operador que en cualquier momento puede intervenir para su corrección.

En la cabina de control se tiene acceso también a la información relativa al guiado de la máquina. El operador debe conocer en todo momento la posición del eje de la tuneladora con respecto al trazado teórico del túnel, así como su tendencia a alejarse o a aproximarse a él, para proceder a modificar las presiones de los gatos de empuje de manera que se corrija cualquier desviación. Todos los datos relativos a la posición de la máquina son calculados automáticamente por un ordenador a partir de las referencias obtenidas por la incidencia de un rayo láser en una diana tridimensional. Estos datos pueden ser transmitidos en tiempo real a una terminal situada en el exterior del túnel, donde se visualiza e imprimen.

Medios empleados

Diversos útiles y herramientas

Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Riesgos detectables durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación más comunes
- Electrocutación o quemaduras.
- Explosión de los grupos de transformación durante la entrada en servicio.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.

Medidas preventivas

- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores, estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad, para utilizar durante los desplazamientos por la obra.
- Botas aislantes de la electricidad (conexiones).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Arnés de seguridad clase C.
- Banqueta de maniobra.
- Alfombra aislante.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

Protecciones Colectivas

- Tomas de tierras inferiores a los diez ohmios
- Protección diferencial en líneas de distribución
- Protección mecánica en elementos móviles
- Extintores en el escudo y en las locomotoras
- Iluminación de emergencia y de servicio
- Balizas luminosas
- Señales acústicas y luminosas en el escudo y en las locomotoras
- Equipos de rescate.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.10. Perforación

8.20.10.1. Izado de cargas con polipastos

Definición

En el interior del túnel y una vez que se está ejecutando la perforación la única forma de desplazar cargas pesadas es utilizando los polipastos localizados en los vagones del Back-Up. Estos polipastos pueden izar en vertical y desplazarse en dos sentidos en el plano horizontal. Por lo tanto, tienen tres movimientos.

Una de sus aplicaciones es acercar las dovelas hasta la mesa de dovelas para que las pueda recoger el erector.

Medios empleados

Grúas automóbiles, Camiones grúa, Aparejos para izar, polipastos neumáticos y diversos útiles y herramientas

Identificación de riesgos

- Caídas a un mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Esfuerzos
- Caídas de materiales o herramientas
- Golpes por o contra objetos
- Atrapamientos por piezas
- Vuelco de materiales

Medidas preventivas

Polipastos: descarga de dovelas

- Asegúrese de la perfecta fijación del champiñón a la dovela, así como del útil del polipasto al champiñón cuando se transporta la dovela.
- Todos los desplazamientos con este polipasto deberán ser ejecutados sin movimientos bruscos, evitando con ello los riesgos humanos y materiales.
- En su zona de influencia, solo permanecerán los operarios autorizados para estas operaciones, sin permanecer los mismos bajo la carga, siendo manipulada por la persona autorizada.
- Descarga consumibles
- Se utilizará para ello los útiles adecuados para su manipulación (eslingas, etc) vigilado por el responsable el perfecto estado de las mismas.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Vallado de las zonas de acopio
- Señales acústicas para la puesta en marcha de las grúas o puentes grúa.

- Cuñas y durmientes de madera
- Eslingas con gancho de seguridad

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.10.2. Extracción de material perforado

Esta fase desde el punto de vista preventivo, se ha estudiado en el epígrafe **Extracción del material dentro del túnel**, de la memoria del presente Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

8.20.10.3. Detección de sustancias tóxicas

Definición

Cuando el terreno atravesado por el túnel, presente un grado generalizado de contaminación por gases o líquidos que puedan producir emanación de vapores tóxicos o explosivos, es imprescindible tener un plan para detección de sustancias tóxicas.

A parte de estos casos excepcionales, cuando el trazado del túnel pase cerca de estaciones de servicio o conducciones de combustible que pueden producir evaporaciones que llegan a originar atmósferas peligrosas, tanto desde el lado de la toxicidad, como de la explosividad. También pueden originarse gases peligrosos tales como el metano por el cruce con pozos negros o saneamientos antiguos (riesgo de toxicidad o explosividad en determinadas proporciones con el aire).

Y si en la ejecución se utilizan equipos accionados con motores diesel (locomotoras, etc.), aparecerán gases tóxicos de la combustión entre los que se encuentran:

- Monóxido de carbono
- Bióxido de carbono
- Gases nitrosos
- Dióxido de azufre
- Humos de escape: sin carácter tóxico pero disminuyen la visibilidad y la calidad del aire respirable, pudiendo ocasionar irritaciones en las mucosas.

Por lo tanto, las sustancias tóxicas o peligrosas en la construcción de túneles se pueden dividir en dos grupos: gases tóxicos y polvo. Estas van a aparecer en las principales fases de trabajo y se debe realizar un gran control de las mismas.

Medios empleados

- Detectores de gases nocivos.

Identificación de riesgos

- Exposición a sustancias nocivas (contacto o inhalación).
- Exposición a radiaciones.

- Caídas a un mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Ruidos

Medidas preventivas

Polvo y gases en el transporte

Para evitar o disminuir la incidencia de estos contaminantes, las medidas más importantes son:

- Ventilación apropiada para limpiar las zonas de humos de escape.
- Usar motores de baja contaminación con un mantenimiento adecuado.
- No usar nunca vehículos de gasolina.
- No dejar los motores encendidos innecesariamente.
- No sobrepasar la velocidad máxima permitida, para no levantar más polvo del necesario.

Gases tóxicos

Los gases tóxicos más importantes están indicados en la tabla siguiente, así como las fuentes principales, los medios de detección y de protección.

Principales gases tóxicos

SUSTANCIA	RIESGO	FUENTES PRINCIPALES	MEDIOS DE DETECCIÓN	MEDIOS DE PROTECCIÓN
MONÓXIDO DE CARBONO	TÓXICO	Combustión interna de motores y detonación de explosivos	Detectores e instrumentos de medida directa	- Buena ventilación - Buen mantenimiento de las máquinas
DIÓXIDO DE CARBONO	ASFIXIANTE	Soldaduras y combustión interna de motores	Detectores e instrumentos de medida directa	- Buena ventilación - Buen mantenimiento de las máquinas
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	TÓXICO	Soldaduras y combustión interna de motores y detonación de explosivos	Detectores e instrumentos de medida directa	- Buena ventilación - Buen mantenimiento de las máquinas
SULFURO DE HIDRÓGENO	TÓXICO Y EXPLOSIVO	Aparece en la naturaleza	Detectores e instrumentos de medida directa	- Detección previa - Buena ventilación
METANO	EXPLOSIVO Y	Aguas subterráneas,	Instrumentos de	- Estudio previo de la zona

SUSTANCIA	RIESGO	FUENTES PRINCIPALES	MEDIOS DE DETECCIÓN	MEDIOS DE PROTECCIÓN
	ASFIXIANTE	residuos de materia orgánica y rocas carboníferas	medida directa	- Buena ventilación
PROPANO BUTANO ACETILENO	EXPLOSIVO Y ASFIXIANTE	Fugas de gas comprimido	Instrumentos de medida directa	Manipulación eficaz. Detección previa
VAPORES DE ACETILENO Y DIESEL	EXPLOSIVO	Derrames	Detectores	- Manipulación eficaz - Buena ventilación
OZONO	TÓXICO	Soldadura	Detectores	- Buena ventilación
OXIGENO MEZCLADO EN EL AIRE	RIESGO DE FUEGO	Fugas en bombonas de oxígeno	Instrumentos de medida directa	- Manipulación eficaz
GRISÚ	EXPLOSIVO	Terrenos carboníferos	Detectores	- Ventilación enérgica - Equipos antideflagrantes

Detectores de metano

Para la detección de gases, se emplea un detector de gases MX42 con batería recargable y compuesto por:

- 2 sensores, uno colocado en el escudo frontal bajo la motorización y otro colocado en el escudo intermedio.
- Cargador de baterías CR2000.
- Transformador.

Al momento de detección del primer umbral de presencia de metano, una alarma sonora (claxon intermitente) y un girafaro son accionados.

Después de la detección del segundo umbral, el armario de baja tensión y el primario del transformador de la cabeza de corte son desactivados. El circuito antideflagrante se mantiene (ventilación e iluminación de seguridad).

Se realizará una revisión trimestral del detector de gases, consistente en:

- Comprobación funcional del circuito electrónico de la central, y ajuste, si fuera necesario a los valores nominales de buen funcionamiento.
- Calibración y ajuste de sensibilidad de los sensores con gas patrón CH4
- Informe de los ajustes realizados y estado general del sistema de detección.

- Se dispondrá de un detector de gases portátil colocado junto a los equipos autónomos de respiración en el interior de la tuneladora.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad (para desplazamiento por la obra).
- Guantes de P.V.C.
- Mascarilla con filtro mecánico específico (para ambientes pulverulentos).
- Mascarilla con filtro químico específico (para atmósferas tóxicas por disolventes orgánicos).
- Gafas de seguridad (antipartículas y gotas).
- Calzado antideslizante.

Protecciones colectivas

- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca CE según legislación vigente.
- Iluminación de seguridad
- Equipos para la generación de aire respirable
- Medios para el control del aire respirable
- Extintores de agua
- Extractores de gases
- Detectores de gases
- Protección contra incendios.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.10.4. Riesgos con el terreno

Definición

Cuando la tuneladora de tipo EPB trabaja sin presión en el frente y se atraviesan terrenos no muy competentes o con gran cantidad de agua, se pueden dar lugar, por ejemplo, a chimeneas en el terreno o a presencia de agua en el interior de la tuneladora, así como a cualquier otro tipo de contratiempo con el terreno.

Medios empleados

- Tuneladora

Identificación de riesgos

- Caídas a un mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de materiales o herramientas
- Golpes por o contra objetos
- Atrapamientos por piezas
- Vuelco de materiales

Medidas preventivas

Se establecerá inicialmente que la máquina tuneladora trabajará con presión en el frente en todo el tramo que deba ser perforado. El contratista deberá elaborar en su Plan de Seguridad y Salud una serie de medidas para tener previsto el caso de la aparición de chimeneas y de penetración de agua en la tuneladora.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.

Protecciones Colectivas

- Iluminación de emergencia y de servicio
- Balizas luminosas
- Señales acústicas y luminosas en el escudo
- Equipos de rescate.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.11. Circulación de trenes dentro del back-up

8.20.11.1. Entrada y salida del tren de servicio

Definición

El tren de servicio accederá hacia el frente de excavación, a una velocidad no superior a los 10 Km/h, con los vagones de desescombro vacíos, y transportando las siete dovelas del siguiente anillo a colocar y el mortero necesario para su inyección. Durante la excavación del pase (1,50 m de longitud), la cinta transportadora del escudo cargará el escombro en los vagones vacíos. Al terminar esta excavación y comenzar la colocación de las dovelas del siguiente anillo, el tren cargado de escombro viajará hacia la playa de vías en el exterior del túnel para verter su carga y recoger nuevas dovelas y mortero. Se dispondrán en obra tantos trenes como sean necesarios para evitar tiempos muertos

Los vagones para transporte de mortero de inyección para el trasdós, tendrán una capacidad de 1 a 2,5 m³.

Los vagones para el transporte de dovelas, tendrán forma de mesa, y transportarán dos dovelas cada uno.

La tracción del tren la proporcionarán locomotoras diesel-eléctricas. Estos equipos son muy eficientes y presenta la gran ventaja de no generar gases nocivos.

La composición habitual del tren estará formada por el siguiente conjunto de locomotoras y vagones:

- Una locomotora diesel-eléctrica.
- Varios vagones de desescombro.
- Un vagón para transporte de mortero.
- Varios vagones para transporte de dovelas.
- Un vagón para transporte de elementos auxiliares y personal.

Medios empleados

- Sistema de vagonetas.
- Locomotoras

Identificación de riesgos

- Descarrilamientos
- Atrapamiento de personas en maniobras de enganche
- Esfuerzos
- Caídas desde el tren en marcha
- Atropellos
- Explosiones
- Incendios

- Ruido

Medidas preventivas

- Los operadores de las locomotoras han de ser especialistas de probada destreza en su manejo y en la prevención de riesgos por impericia. Las locomotoras irán provistas de luz suficiente para iluminar cualquier obstáculo que pueda aparecer en la vía. En maniobras que la locomotora quede en cola empujando los vagones, el alumbrado en las locomotoras estará colocado de tal modo que ilumine por encima de los vagones.
- Todas las locomotoras irán provistas de un sistema de parada automático llamado de HOMBRE MUERTO. Cada locomotora arrastrará una determinada composición, que no se puede alterar sin la autorización expresa del jefe del tajo.
- La operación con las maniobras será en todo momento normal y segura, lo que presupone adaptar las velocidades a las distintas condiciones de la vía y de las pendientes, para conseguir valores en el factor de adherencia aceptables, tanto en la tracción como en el frenado.

Es conveniente normalizar un sistema de señales convenidas para la operación con los trenes, como por ejemplo:

- Un pitido largo = ATENCIÓN
- Dos pitidos cortos = INICIO DE MARCHA
- Tres pitidos cortos = ENTRADA O SALIDA DEL TÚNEL

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniendo en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Chalecos reflectantes para el personal de protección
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Mascarillas anti-polvo

Protecciones Colectivas

- Iluminación general y de emergencia
- Extintores

- Señales acústicas y luminosas en las locomotoras

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.11.2. Entrada y apeo del vagón de personal

Definición

Como se ha comentado en el apartado anterior existe una composición del tren de servicio que tiene vagones para poder introducir o sacar al personal que trabaja en el túnel y a las visitas que se reciban.

Habitualmente este tren de servicio entra y sale cuando se producen los relevos de turnos del personal de la obra, aunque a veces los viajes se incrementan si existen grupos de visita.

Medios empleados

- Sistema de vagonetas.

Identificación de riesgos

- Descarrilamiento de vagones
- Atrapamientos por piezas, vagones o locomotoras
- Atropellos por vagones o locomotoras
- Electrocutación
- Atmósfera contaminada
- Caídas a un mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Ruidos
- Esfuerzos
- Proyección de líquidos y fragmentos
- Golpes por o contra objetos
- Incendios
- Agua y barro
- Quemaduras por grasas o combustibles

Medidas preventivas

- Debe prohibirse el acceso tanto al túnel como a las zonas de trabajo a toda persona que no esté autorizada. Las visitas deben ir acompañadas por personal de la obra.

Desplazamiento del personal y transporte mediante vía

En el desplazamiento por zonas donde el transporte del material se hace mediante vía, los peligros más importantes son el posible atropello de operarios por el tren de transporte y por el riesgo de tropiezo que supone el circular por un terreno tan irregular debido a las vías.

Teniendo en cuenta estos posibles accidentes, las normas de seguridad básicas son:

- La locomotora dispondrá de un sistema de parada automática llamado "Hombre muerto", con un mando en la parte superior de la palanca de velocidad.
- El mando debe presionarse y soltarse en un cierto período ajustable.
- Si el equipo de interrupción automática es manejado correctamente, se permite el transporte. Sin embargo, si no se utiliza bien, o se presiona permanentemente, el sistema de interrupción automática se acciona y el conductor es avisado por un timbre.
- A menos que el conductor reaccione, la fuerza de accionamiento es desconectada y los frenos son aplicados automáticamente. Mientras tanto, el conductor colocará el controlador de la interrupción automática a su posición original.
- El transporte de personal por el túnel se realizará en los vagones diseñados a tal fin o por plataforma.
- Dichos vagones se distinguirán indicando su uso para personal.
- Durante la marcha se mantendrá cerrada la puerta del vagón y el maquinista no deberá sacar ninguna parte del cuerpo fuera de la cabina.
- Permitirá la instalación de una camilla para caso de accidente.
- La locomotora está provista de un circuito de T.V. con monitor en cabina y luz suficiente para que el maquinista pueda apreciar cualquier obstáculo que pueda aparecer en la vía. En el caso en el que la locomotora esté en cola empujando a los vagones, las luces de la locomotora deberán estar colocadas de tal manera que iluminen por encima de los vagones.
- Es recomendable utilizar doble vía. Se deberá contar con una plataforma que garantice el acceso seguro a pie a lo largo del túnel. Dicha plataforma deberá contar con todos los elementos de seguridad.
- No cruzar nunca entre vagones estacionados.
- La distancia mínima entre vagones, con los topes a compresión, será de 300 mm. El último vagón dispondrá de placas reflectantes.
- Disponer de topes adecuados.
- Respetar en todo momento los límites de velocidad establecidos, que se establecerán en función de las recomendaciones del fabricante, debiendo venir reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud. Se dispondrán limitadores de velocidad en las locomotoras.
- No subirse ni desplazarse sobre las máquinas

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Chalecos reflectantes para el personal de protección
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Mascarillas anti-polvo

Protecciones Colectivas

- Iluminación general y de emergencia
- Extintores
- Señales acústicas y luminosas en las locomotoras

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.11.3. Carga y descarga de vagones

Definición

La carga y descarga del material de los vagones, carril, tubería, dovelas, etc. se realizará a través del pórtico grúa que se encuentra ubicado en el pozo de ataque de la tuneladora y dentro de la tuneladora se utilizarán los polipastos que se encuentran en el Back-Up de la misma.

En cuanto a la carga y descarga del material excavado ya se ha comentado en el apartado "Extracción del material excavado" como se realiza la carga de la misma y en cuanto a la descarga comentar que se realizará en el foso de desescombro del pozo de ataque. Los vagones de desescombro dispondrán de un sistema de vuelco lateral para su vaciado. Una vez que las tierras se encuentran en el foso una retroexcavadora carga esas tierras en camiones, para su transporte a vertedero.

Medios empleados

- Pórtico grúa y polipastos del Back-up

Identificación de riesgos

- Descarrilamiento de vagones
- Atrapamientos por piezas, vagones o locomotoras
- Atropellos por vagones o locomotoras
- Electrocutión
- Atmósfera contaminada
- Caídas a un mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Ruidos
- Esfuerzos
- Proyección de líquidos y fragmentos
- Golpes por o contra objetos
- Incendios
- Agua y barro
- Quemaduras por grasas o combustibles

Medidas preventivas

Se debe cumplir que la relación entre la anchura de la vagoneta y la vía no exceda de 2.2 si se desea una circulación estable.

Las vagonetas disponen de un sistema de descarga automática, por vuelco lateral. Esta descarga se realiza siempre deteniéndose por completo el tren de vagonetas mediante dispositivos mecánicos que se activan automáticamente al pasar la vagoneta por el punto de descarga deseado.

Transporte del escombro mediante vagonetas. Cambio de vagonetas

Las medidas de seguridad que han de observarse cuando el transporte de material se hace mediante locomotoras y vagones son:

- Cuando la locomotora se encuentra en la parte trasera empujando el convoy, la luz de la locomotora debe pasar por encima de las vagonetas empujadas.
- El espacio mínimo entre vagonetas debe ser de 300 mm.
- Todos los raíles usados deben tener anchuras similares.
- Las locomotoras irán provistas de un sistema de parada automática llamado "hombre muerto".
- Las pendientes para el transporte mediante ferrocarril no deben exceder del 4%, al menos sin tomar precauciones especiales.

- Los cambios de vagonetas se realizan en los cambios de agujas situados en la playa de vías a la salida del túnel.

Locomotoras

Se emplearán locomotoras diesel. Cada locomotora arrastrará una determinada composición de tren, no debiéndose alterar las composiciones preestablecidas sin la autorización expresa del Jefe de túnel.

Normas o medidas preventivas tipo para el manejo de la locomotora

- El personal conductor de la locomotora será el especialista de probada destreza en su manejo, en prevención de los riesgos por impericia y deberá tener algún tipo de certificado.
- Se mantendrán en buen estado los proyectores luminosos y balizas de posición tanto en la marcha hacia delante como en el retroceso.
- Se prohíbe expresamente, el transporte de operarios en el exterior de la cabina de mando, en prevención del riesgo de atrapamiento o de atropello.
- Dependiendo de los modelos, estas cabinas suelen ser de tamaño reducido. En su interior; suelen caber el conductor y un acompañante. Tomar precauciones para evitar que el personal se encarama en los laterales de la máquina durante el recorrido boca-frente y viceversa.

Sobre los laterales de la locomotora se adherirá la siguiente señal:

- * Prohibido viajar sobre esta máquina fuera de la cabina (Rótulo).

La locomotora estará dotada de bocina de aviso de inicio de marcha sobre la vía siguiendo las señales convenidas:

- * Un pitido largo = ATENCIÓN
- * Dos pitidos cortos = INICIO DE MARCHA
- * Tres pitidos cortos = ENTRADA O SALIDA DEL TÚNEL

Se prohíbe fumar durante las operaciones de manipulación de las baterías, en prevención de los riesgos de explosión y de incendio.

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Mascarillas anti-polvo

Protecciones Colectivas

- Iluminación general y de emergencia
- Extintores
- Señales acústicas y luminosas en las locomotoras

Medidas complementarias

Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.11.4. Enganche y desenganche de trenes (vagonetas)

Definición

Existen distintos trenes que entran en el túnel y que dan servicio a la tuneladora, tren de desescombros, tren de persona, etc

Las distintas composiciones se forman en la plataforma de la tuneladora que es donde se enganchan y desenganchan las vagonetas.

Medios empleados

- Herramientas y diversos útiles

Identificación de riesgos

- Atrapamientos por piezas, vagones o locomotoras
- Atropellos por vagones o locomotoras
- Atmósfera contaminada
- Caídas a un mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Ruidos
- Esfuerzos
- Golpes por o contra objetos
- Agua y barro
- Quemaduras por grasas o combustibles

Medidas preventivas

El objeto de estas normas es el evitar posibles desenganches incontrolados de vagones o de otros elementos que compongan el convoy.

Maniobras de enganche y desenganche:

Las maniobras de enganche y desenganche de vagones, deben estar dirigidas siempre por el encargado de los trenes, que indicará al maquinista las maniobras tras asegurarse que no hay personas alrededor del tren.

Se pueden dar dos casos:

c) Tren en zona horizontal:

- * Frenar la composición a desenganchar con el freno de estacionamiento.
- * Colocar cuñas sobre la vía y detrás de todos los elementos (vagones) a desenganchar.
- * Una vez hecho esto se puede proceder a desenganchar con la autorización del Jefe de Equipo.

d) Tren en zona inclinada:

- * Frenar la composición a desenganchar con el freno de estacionamiento.
- * Colocar cuñas sobre la vía y detrás de todos los elementos a desenganchar (vagones) en el sentido que impida el deslizamiento por la pendiente.
- * Una vez hecho esto se puede proceder a desenganchar con la autorización del Jefe de Equipo.

Todos los vagones llevarán dos cadenas a ambos lados del enganche lo suficientemente resistentes como para sujetar el vagón en el caso de producirse un desenganche indeseado, que puede ser en los casos de:

Rotura del enganche:

- * El vagón o vagones quedarán sujetos por las cadenas de seguridad.
- * Una vez detenido el tren el maquinista procederá a calzar debidamente todos los vagones afectados con los calzos que deberá llevar en la máquina.
- * Inmediatamente avisará al Jefe de Equipo de la incidencia.
- Descarrilo:
 - * El vagón o vagones quedarán sujetos por las cadenas de seguridad.
 - * Una vez detenido el tren el maquinista procederá a calzar los vagones afectados entre el descarrilado y el final del tren.
 - * Comprobará que el descarrilamiento no afecta a la otra vía, en caso contrario deberá colocar una baliza intermitente delante y otra detrás del tren a unos 200 m de distancia, balizas que deberá llevar en la máquina.
 - * Informará inmediatamente al Jefe de Equipo de la incidencia.
 - * Cuando se devuelva el vagón a la vía se colocarán cuñas en las ruedas del primer eje que se coloque sobre la vía, y luego se procederá a colocar el otro eje del vagón.
 - * Una vez asegurado se podrá descalzar el vagón y proseguir con los trabajos.

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Chalecos reflectantes para el personal de protección
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Mascarillas anti-polvo

Protecciones Colectivas

- Iluminación general y de emergencia
- Extintores
- Señales acústicas y luminosas en las locomotoras

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.12. Sostenimientos

8.20.12.1. Accionamiento erector y colocación de dovelas

Definición

Desde el acopio activo las dovelas son cargadas por la grúa pórtico sobre el tren de plataformas portadovelas. Las dovelas no se cargan de manera arbitraria sino que corresponden al orden predeterminado de colocación en el túnel. Se entra al túnel hasta la mesilla portadovelas que las suspende y ripa hasta las proximidades del erector, para evitar accidentes se instala un aviso en forma de letrero "Prohibido el acceso. Zona restringida", siendo transportadas hasta el mismo por medio de un polipasto que ejecutará la descarga de dovelas.

El proceso para la colocación de cada una de las dovelas es el mismo:

- Captación de la dovela por cuelgue o por vaciado
- Colocación de la dovela con el erector.
- Sujeción de la dovela con los gatos de empuje.
- Retirada del útil roscado a la dovela o ventosa de vacío.
- Sujeción de los tornillos de cada dovela con la inmediata.

El erector tiene un accionamiento por cable o por radiomando, teniendo seis movimientos.

Identificación de riesgos

- Caídas de personal a distinto nivel.
- Caídas de personal a mismo nivel.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Caídas por objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque contra objetos móviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por ó entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Polvo.
- Ambientes contaminados.

Medidas preventivas

El operador del erector comprobará los siguientes extremos:

- Retirada de las pasarelas telescópicas existentes en la zona de influencia del erector para evitar posibles accidentes por colisión.
- Colocación de la cadena de seguridad con letreros de Prohibido el paso en la zona del erector.
- Avisos de no permanencia del personal que fija las dovelas en la zona de acción del mismo durante la manipulación de la dovela. Manteniendo contacto verbal y visual con estos durante el fijado de la misma.

El escudo va equipado por un sistema automático y computerizado de topografía que va proporcionando datos a medida que va avanzando, permitiendo un correcto guiado de la máquina.

La tuneladora dispone de “Sistema de bloqueo de erector de dovelas” y “astronave” (transportador de dovelas del vagón a la mesilla de carga).

En caso de cualquier maniobra errónea durante el enganche, colocación y desenganche de dovelas, se bloquean ambos elementos y suena una bocina de aviso. El operario debe iniciar de nuevo el proceso, evitando así cualquier accidente.

Erector de dovelas

Avisos de no permanencia en la zona de acción del mismo. Evitar en lo posible que el personal que fija las dovelas circule por el mismo.

Siempre que se haga uso de las pasarelas existentes en la zona de influencia del erector se comunicará al operador del mismo, al objeto de evitar un posible accidente por colisión.

Queda terminantemente prohibido la manipulación de esta máquina por cualquier otra persona que no esté previamente autorizada por el jefe de túnel de la máquina en ese momento.

En el caso de cualquier maniobra errónea durante el enganche, colocación y desenganche de dovelas existe un sistema de bloqueo tanto del erector como de la astronave (transportador de dovelas del vagón a la mesilla de carga), y suena la bocina de aviso.

Dovelas

La instalación de dovelas lleva consigo la utilización y el manejo de maquinaria pesada. Esto ocasiona peligros de aplastamiento y riesgos de golpes. Las medidas de seguridad más importantes son las siguientes:

- Situarse en la zona de seguridad durante la colocación de las dovelas
- Mantener contacto visual con el operador que monta las dovelas.

Mesa portadovelas

Para evitar posibles accidentes queda terminantemente prohibido a toda persona ajena a ésta operación circular por encima de esta mesa. (Colocar aviso en forma de letrero)

Esta máquina será operada por personal debidamente entrenado y con la autorización expresa del jefe de equipo.

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Protectores auditivos

- Equipos autónomos de respiración para supervivencia

Protecciones Colectivas

- Extintores en el escudo y en las locomotoras
- Iluminación de emergencia y de servicio
- Balizas luminosas
- Señales acústicas y luminosas en el escudo y en las locomotoras
- Equipos de rescate.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.12.2. Mangueras de inyección

Definición

Entre el terreno y el trasdós de la dovela existe un hueco que debe ser rellenado con lechada de cemento o mortero. Este hueco tiene un espesor de 18 cm y su relleno se realizará anillo a anillo cada vez que éste queda liberado de la coraza de la máquina. Se inyecta en 5 ó 6 posiciones del escudo a través de la junta de cola, normalmente en la zona de solera no se inyecta.

La dosificación se realiza en la bañera de la turbo-mezcladora. El cemento se extrae del vagón-silo a través de un tornillo sinfín, y el agua de la tubería de suministro instalada en el túnel. En la parte inferior hay una bomba centrífuga que envía la mezcla a la batidora. Ésta consta de un motor de eje vertical que mueve la paleta de mezcla y una bomba de eje horizontal que manda la mezcla a la bomba de inyección. La lechada se inyecta mediante pistón por tubería hasta la junta de cola. Se revisará periódicamente la presión máxima de inyección para que no haya peligro.

La coraza del escudo, en la zona en que se coloca el anillo de dovelas, lleva en todas su periferia unos sellos (cepillos de grasa) para que no se bloquee, que impiden que la inyección de mortero que rellena el hueco existente en el trasdós de la dovela pase al interior de la máquina.

Esta inyección siempre se realiza a través de mangueras que ya vienen instaladas en la máquina y que vienen perfectamente sujetas a la coraza de la cabeza de la tuneladora. En caso de se produjese algún atasco en las mismas se desmontarían, limpiándose y volviendo a montarlas.

Medios empleados

Vagón-silo, bomba centrífuga, batidora y diversos útiles

Identificación de riesgos

- Caídas de personal a distinto nivel.
- Caídas de personal a mismo nivel.

- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Caídas por objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque contra objetos móviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por ó entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Polvo.
- Ambientes contaminados.

Medidas preventivas

Siempre que se produzca un atasco y se proceda a su eliminación, se actuará con precaución por el mortero que puede salir proyectado a presión al abrir este circuito.

La inyección del mortero puede hacerse después de que la cola del escudo hay abandonado el trasdós de la dovela o bien antes de que esto suceda. El estado de la inyección se controla mediante la presión de la bomba y mediante la lechada que fluye por las juntas.

Para el buen funcionamiento de la bomba de mortero y evitar accidentes es muy importante mantener la buena limpieza de la misma.

Utilización de la cesta recogepelotas al extremo de la tubería durante la limpieza con pelota de la misma.

Siempre que se produzca un atasco y se proceda a su eliminación, se actuará con precaución por el mortero que puede salir proyectado a presión al abrir este circuito.

Los trabajos de mantenimiento en túnel estarán debidamente señalizados.

Bombas de mortero

Para el buen funcionamiento de esta máquina y evitar posibles accidentes es muy importante mantener la buena limpieza de la misma.

Si se obstruye, produce sobrepresiones y se puede reventar la tubería o teniendo que meter para su limpieza la pelota, ésta va a altas presiones pudiendo salir proyectada si no se utiliza la cesta recogepelotas al extremo de la misma.

Siempre que se produzca un atasco y se proceda a su eliminación, se procederá con precaución por el mortero que puede salir proyectado a presión al abrir este circuito.

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Protectores auditivos
- Equipos autónomos de respiración para supervivencia

Protecciones Colectivas

- Extintores en el escudo y en las locomotoras
- Iluminación de emergencia y de servicio
- Balizas luminosas
- Señales acústicas y luminosas en el escudo y en las locomotoras
- Equipos de rescate.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.12.3. Sujeción de tornillos de dovela y retirada

Definición

Durante el proceso de colocación del anillo de dovelas, se colocarán los pernos pasadores transversales y longitudinales que articulan las dovelas entre sí y engarzan con el anillo anterior. Se deben disponer unas pasarelas que favorezcan el trabajo de los operarios. Estos tornillos se colocan con pistola neumática y cada uno con su correspondiente par de apriete.

Los operarios autorizados para estos trabajos, se aseguraran de la perfecta fijación del útil roscado a la dovela, así como del ensamble del útil del polipasto al anterior cuando se realicen los desplazamientos con este polipasto éstos deberán ser ejecutados sin movimientos bruscos y sin permanecer bajo la carga.

Una vez que se han avanzado del orden de 40 a 50 anillos en la ejecución del túnel, a los anillos anteriores a esa distancia se les debería retirar los pernos de anclaje. Esto es debido a

que cuando el tren este en circulación y debido a las vibraciones que produce, estos tornillos se pueden ir desaflojando hasta caerse y producir accidentes.

Medios empleados

Pistola neumática y diversos útiles y herramientas.

Identificación de riesgos

- Ruido.
- Polvo ambiental.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Caídas a distintos nivel.
- Caídas de objetos sobre otros lugares.
- Los derivados de los trabajos y maquinaria de su entorno.

Medidas preventivas

Los operarios autorizados para estos trabajos, se aseguraran de la perfecta fijación del útil roscado a la dovela, así como del ensamble del útil del polipasto al anterior cuando se realicen los desplazamientos con este polipasto éstos deberán ser ejecutados sin movimientos bruscos y sin permanecer bajo la carga.

Se deben disponer unas pasarelas laterales y longitudinales al eje del túnel para facilitar el trabajo a los operarios que se encarguen del apriete de los pernos.

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Gafas antipartículas.
- Calzado reforzado.
- Mandil de cuero.
- Mascarilla antipolvo.
- Protecciones auditivas.
- Guantes de cuero.

Protecciones Colectivas

- Extintores en el escudo y en las locomotoras
- Iluminación de emergencia y de servicio
- Balizas luminosas

- Señales acústicas y luminosas en el escudo y en las locomotoras
- Equipos de rescate.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.12.4. Fallo en el sostenimiento

Definición

En muy pocas ocasiones y debido a condicionantes del terreno la tuneladora se acodala y se necesita un empuje mayor del habitual para poder seguir avanzando. Este incremento de presión sobre los anillos puede provocar un fallo en el sostenimiento.

Identificación de riesgos

- Caída de personas a nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Caídas de materiales y herramientas
- Atrapamiento por materiales
- Esfuerzos
- Golpes por objetos
- Proyección de fragmentos
- Explosiones e incendios
- Polvo
- Ruido
- Inundaciones

Medidas preventivas

Para evitar este tipo de fallos en el sostenimiento, siempre que se produjese el caso anterior, se debería reforzar con un anillo de reparto metálico para no sobrecargar los anillos ya colocados.

Otro tipo de fallo en el sostenimiento puede ser un desprendimiento, por ser defectuosa la dovela. Este tipo de fallo se podría reparar con refuerzos interiores al existente e inyecciones de mortero a muy alta presión.

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Gafas antipartículas.

- Calzado reforzado.
- Mandil de cuero.
- Mascarilla antipolvo.
- Protecciones auditivas.
- Guantes de cuero.

Protecciones Colectivas

- Extintores en el escudo y en las locomotoras
- Iluminación de emergencia y de servicio
- Balizas luminosas
- Señales acústicas y luminosas en el escudo
- Equipos de rescate.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.13. Trabajos en la cabeza de corte

Definición

Se considerarán los trabajos bajo presión (escudo en la modalidad de equilibrado con presión de tierra) en maniobras excepcionales cuando el personal, a través de esclusas accede a la zona de la cabeza de corte, para la reposición de cortadores o labores de reparación y mantenimiento de la cabeza. Asimismo, también se tendrá en cuenta el riesgo de trabajos en altura.

Medios empleados

- Herramientas y diversos útiles

Identificación de riesgos

- Aislamiento del personal en atmósfera bajo presión
- Accidente laboral en atmósfera bajo presión
- Incendio en atmósfera bajo presión
- Gases tóxicos
- Contaminantes
- Fallos mecánicos
- Caída en altura
- Atrapamiento
- Golpes por objetos

Medidas preventivas

- El socorro en atmósfera bajo presión es difícil, por lo que habrá que disponer elementos de seguridad estudiados para facilitar la evacuación de los posibles accidentados. En la descompresión puede hacer frío y como habrá que cubrirse es conveniente cambiar la ropa de trabajo por una seca y limpia (en el primer escalón de descompresión).
- El incendio en atmósfera bajo presión es muy peligroso (su velocidad multiplicada por 1,5), por lo que se han de prever condiciones que garanticen que durante los trabajos no se produzcan incendios. Si se tienen que hacer soldaduras, cortes o amoladuras será siempre con la autorización previa del jefe de las operaciones hiperbáricas, y controlando que para estos trabajos al lado siempre hay dos personas provistas de extintores.
- El trabajo en ambiente hiperbárico requiere la formación y la preparación del personal, controlando en un libro de registro todas las reparaciones o manipulaciones que se estén realizando y también el disponer de un plan de emergencia para la evacuación o el socorro de los accidentados.
- Cuando tengan que trabajar operarios en atmósfera a presión, habrá que poner una plataforma de seguridad mínima, porque si alguien cae, el socorro en hiperbarismo será difícil, esto es muy importante, bajo presión hay que organizar el medio de levantar una camilla de socorro desde abajo hasta la salida de la cámara.
- Efectos de la temperatura, en la descompresión puede hacer frío y hará falta cubrirse durante la misma, dependiendo de la temperatura a la que comience la compresión, por ello cuando lleguen al primer escalón de la descompresión, los operarios se cambiarán la ropa por un mono seco y limpio y se sacan los sucios por la cámara de socorro. Estas ropas limpias y secas no están al comienzo de los trabajos en la cámara de personal, sino que al final se introducen por la cámara de socorro.

Efectos en el organismo: Barotraumatismos.

- Oídos: Hay que empezar a equilibrar antes de empezar la presurización. Debe de comenzar con una fuerte presión para la compresión. El procedimiento es comprimir desde dentro y si algo no va bien, parar. Lo fundamental es que no duelan los oídos.
- Senos: Si a alguien le duelen los senos (suelen doler entre 0,3 y 0,4 bares) no se puede hacer nada, sólo parar y salir para ver una aptitud que consiste en ver si están taponados; y si eventualmente el operario tiene que hacer trabajos debe ir al otorrino como una aptitud inicial y una aptitud de cada día a valorar por el propio trabajador ya que como el dolor es extremadamente doloroso antes de ser peligroso, en cuanto les duela deben salir. El problema de los senos no aparece en la descompresión, porque si no se han podido equilibrar presiones no se da lugar a la descompresión.
- Estómago: De forma excepcional puede doler el estómago y no se puede hacer nada, tan solo parar y esperar, desaparece pronto.
- Los dientes: En los arreglados puede existir algo de gas y en la compresión / descompresión puede doler debiendo ir al dentista para que le cambie la prótesis.

Incendio en ambiente hiperbárico.

- La velocidad de incendio se multiplica en 1,5 y si aumenta la presión entonces aumenta la posibilidad de incendio, pues ha aumentado la cantidad de oxígeno volviendo a aumentar dicha posibilidad en el caso de soldadura, corte, etc.
- El fuego en hiperbárica es muy peligroso y además si hay una persona en la cámara con alta temperatura, el operador se va a quemar y es imposible salir, porque para salir de aquella puerta hay que descomprimir o igualar presión con la cámara aneja (de socorro) y en ambas soluciones son de una duración larga además se quemará caucho, pintura, entonces habrá humo y la atmósfera se convertirá en algo irrespirable y si se intenta sacar con extracción los humos, se avivará el fuego igual que si se mete oxígeno para que puedan respirar.
- Para solucionarlo habrá que prever las condiciones para que durante estos trabajos no se produzcan incendios, para ello:

Habría que esperar 12 horas.

- De CO₂, no es válido (componentes tóxicos para la salud).
- De polvo, la atmósfera se hace irrespirable.
- De H₂O y colocarlos en el interior de la cámara (manguera de H₂O).

La soldadura y corte en atmósfera a presión están prohibidos. En caso de tener que hacer tales reparaciones en este ambiente, habrá que adoptar las medidas de precauciones especiales siguientes:

Se trata sobre todo de evitar que se produzcan chispas en ese ambiente:

- Limpieza de grasas, trapos, papeles, etc. en S.A.S.
- Enfriar los puntos calientes para no encender el fuego (riego con agua, arena, etc.).
- En la iluminación, evitar riesgo de incendio (24 v.) e interruptores de la cámara para evitar las chispas eléctricas (con luz fría aguanta hasta 2 bares).
- Para estos trabajos no utilizar NUNCA acetileno ni propano sino solamente "arco-aire" (evitando de este modo meter oxígeno a una atmósfera explosiva de por sí).
- Ropa especial de bombero contra el fuego, como trajes ignífugos para estos trabajos.

Organización de una soldadura o corte con atmósfera a presión

Si se tienen que hacer soldaduras o cortes con atmósferas a presión; e equipo dentro se dispondría de la siguiente forma:

- Un operario en contacto con el jefe de esclusas.
- Un operario soldando (bajo ningún concepto dos soldando).
- Un operario controlando al soldador con manguera de H₂O en mano.
- Los dos operarios (soldador y el de la manguera) provistos de un mono de trabajo ignífugo que les cubra todo el cuerpo (incluso el pelo).

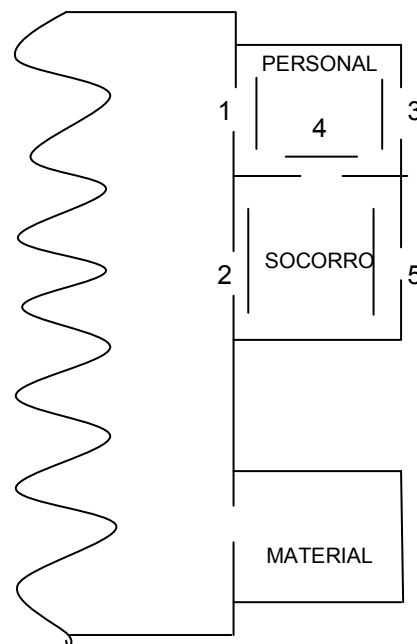
- El cable eléctrico debe ser de protección alta (porque hay riesgo de arco y puede quemar el cable).
- La ventilación es muy importante. Se intentará recuperar los humos con un aspirador: En la soldadura se puede aspirar todo el humo, en cambio en el corte es más difícil. En este último caso se entrega a los trabajadores un analizador cada 15 minutos y si estamos por debajo de 50 pb, puede continuarse con las soldaduras.

Accidente laboral en condiciones bajo presión

A continuación se exponen precauciones para no provocar un accidente por descompresión:

- Para que el gas inerte (PN₂), vuelva a 0.8 Bar, habría que esperar 12 horas.
- Obligación de vigilancia personal, (cada trabajador debe conocer los síntomas y saber lo que se debe hacer).
- Después de la descompresión y durante las 4 o 5 horas siguientes es peligroso hacer esfuerzos, (bicicleta, fútbol, etc.), por lo que durante ese período de horas hay que estar tranquilos.

Procedimiento "modo normal" de la utilización de la S.A.S.



- Las puertas 1 y 2 son iguales
- Las puertas 3, 4 y 5 son iguales
- Existen pues dos modelos de puertas, siendo 3, 4 y 5 las más sencillas.
- Las puertas 3 y 5, la presión cierra las puertas y dispone de un tornillo con la misión de no tener fugas, si el ajuste de las puertas no es bueno.

- La puerta 4, si el Jefe de esclusa llena la S.A.S. de socorro más que la de personal, si la puerta no está bien ajustada entonces se pueden igualar las presiones entre las dos esclusas, pero si está bien ajustada (con la barra), por la diferencia de presión entre las dos esclusas, puede producirse una explosión, por lo que: "NO DEBE UTILIZARSE LA BARRA".
- Las puertas 1 y 2, son iguales "Puertas bayoneta", estas puertas están cerradas con llave con un dispositivo mecánico para soportar la presión; y para cerrarlas ó abrirlas, se gira este sistema para soltar la bayoneta y abrir la puerta, es decir se dispone de dos protecciones mecánicas (una a cada lado de la puerta).

Organización del equipo de intervención

El organigrama será:

- Hiperbaristas (trabajadores que intervendrán en la cámara de trabajo).
 - Al menos dos de los presentes en la cámara de trabajo deben estar formados en primeros auxilios.
 - No tienen responsabilidad, excepto la de realizar su trabajo en condiciones.
- Jefe de esclusa: Es de su responsabilidad y mando absoluto las esclusas, la cámara de trabajo, los hiperbaristas y todo lo que hay en esa zona, de forma que a toda otra persona para entrar (visitas, servicios asistenciales) éste le requerirá una autorización individual firmada por el Equipo Fiscalizador.
- Jefe de operaciones: Lleva el control de todo el proceso, y en caso de problemas actúa, debe pues tener un perfecto conocimiento de la máquina y sus procesos, así como la llegada de los socorros si hicieran falta, además de toda la maquinaria en sí, asegurándose de que funciona el compresor.

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniendo en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Arnés de seguridad, tipo C.
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.

- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes para el personal de protección
- Linternas de mano

Protecciones Colectivas

- Iluminación de seguridad
- Equipos para la generación de aire respirable
- Esclusas de personal con equipos para la compresión y descompresión
- Sistema de comunicación de seguridad para el enlace de la zona de trabajo con la esclusa de personal
- Esclusa de materiales con equipos para la comprensión y descompresión
- Medios para el control del aire respirable
- Extintores de agua
- Extractores de gases
- Detectores de gases
- Protección contra incendios.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.14. Instalaciones auxiliares

En todas las instalaciones auxiliares será obligatorio realizar cálculos justificativos de la estabilidad, así como del procedimiento de montaje, mantenimiento y desmontaje mediante el correspondiente proyecto industrial, firmado por un técnico competente con experiencia en la materia, previo al comienzo de dicha actividad.

Asimismo, en el futuro Plan de Seguridad y Salud se deberá estudiar con detalle:

- Autonomía del suministro de energía mediante grupos o baterías, especialmente para la ventilación e iluminación del túnel
- Autonomía de la tuneladora, mínimo 12 horas
- Mantenimiento de la iluminación en la zona de la tuneladora y la cámara estanca en caso de emergencia.

8.20.14.1. Montaje de cinta transportadora

La extracción del material del frente de la excavación se puede sacar a superficie a través de los trenes de servicio, con sus correspondientes vagones de desescombro, o bien mediante una cinta transportadora.

Esta cinta transportadora debe ser continua, desde el frente hasta el pozo de desescombro, y debe tener una zona protegida para ir montando las estaciones portantes correspondientes.

Antes de cerrar el escudo gripper hay que montar todos los componentes del escudo: cinta transportadora, escaleras, plataformas, protecciones, ventilación, etc...que se encuentre en la parte superior del escudo gripper.

Medios empleados

- Herramientas y diversos útiles.

Identificación de riesgos

- Caídas a un mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Esfuerzos
- Caídas de materiales o herramientas
- Golpes por o contra objetos
- Atrapamientos por piezas

Medidas preventivas

- No manipule la cinta con el motor en marcha, evitará graves lesiones por atrapamiento.
- Considere que cualquier pequeño accidente, puede hacerle perder el equilibrio y hacerle caer desde la cinta al suelo. Cuide los "enganches" de la ropa.
- Utilice una barra rascadora deslizante sobre pasadores fijos de la estructura de la cinta transportadora, para la limpieza de los tambores de arrastre. Pida que se la instalen si la máquina no viene provista de ella. Evitará accidentes por atrapamiento.
- Evite la limpieza de los tambores de arrastre, a base de barra sustentada directamente a mano, evitará accidentes por atrapamiento o rotura de la barra. La barra debe ir siempre sobre "pasadores"
- Cerciórese de que antes de iniciar las tareas de mantenimiento éstas se han inscrito en el libro de registro y evitará accidentes.
- Evitar el contacto de personas o materiales con las partes móviles accesibles de las mismas, de lo contrario se provocarían situaciones de riesgo extremo. Para su seguridad existe un cable a todo lo largo de las cintas, que podrá ser utilizado en caso de emergencia ya que tirando de él se paraliza la cinta.
- Debido a las condiciones específicas de construcción de estas máquinas evite permanecer bajo las mismas ya que se corre el riesgo de proyección de materiales transportados.
- No desmonte las carcasas de protección de los tambores de arrastre con la cinta en movimiento, le pueden atrapar.
- No desmonte las carcasas de guía con la cinta en movimiento, puede sufrir accidentes.

- Mantenga limpia de objetos toda la pasarela lateral de visita, Evitará accidentes por tropiezos.
- Una vez instalada y antes de iniciar los primeros trabajos, compruebe que las conexiones a tierra de la cinta transportadora estén en perfecto estado. Debe prevenir siempre el riesgo eléctrico.
- Una vez instalada y antes de iniciar el trabajo, compruebe que el disyuntor diferencial del cuadro eléctrico de la cinta, responde a la prueba test.

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Mascarilla protectora.
- Mono de trabajo.

Protecciones Colectivas

- Sistema de parada de emergencia a lo largo de toda la cinta.
- Encauzadores en la zona de carga para evitar derrames de material.
- Si se instala la cinta elevada a más de 2 m, tendrán una pasarela capaz de resistir 150 kg/m y barandillas de 1,0m de altura.
- Conductores eléctricos protegidos para que no sean afectados.
- Dispositivos de mando con disyuntor magnetotérmico y conectados a tierra.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.14.2. Secuencia del plan de montaje

En cada fase de la secuencia de montaje se realizan la elevación de piezas de gran tonelaje de la TBM sobre la losa preparada y dentro del pozo. Por lo cual se ha realizado un plan seguridad para minimizar posibles accidentes.

Se ha estudiado un análisis de riegos para los casos más comunes de montaje de las TBMs. Se entiende que el contratista es responsable de la organización en obra y el control del seguimiento del plan operativo de seguridad relativo al montaje en obra.

Equipamiento y herramientas

- Grúas
- Polipastos
- Llave y equipo neumático

- Plataformas elevadas
- Perfiles

Protección y equipamiento de seguridad

- Cascos
- Guantes para mecánico e hidráulico
- Calzado de seguridad
- Arnéses y equipos de seguridad para trabajos (cuando sea necesario)

Medidas preventivas

- El gruista tiene que tener plena visión del área de trabajo
- El área de operaciones de cargas de gran tonelaje debe de estar delimitado y señalizado
- No estará permitido el depósito de materiales diversos al acopio de paquetes cercanos al radio de actuación de la grúa
- Solo el personal instruido y a cargo de realizar el montaje podrá prevalecer en el área delimitada.

Procedimiento general

- Es estrictamente obligatorio el uso de equipos de seguridad.
- El gruista se comunicará con el encargado de dirigir las maniobras a través de walky-talkies, con el fin de evitar intermediarios sobre las ordenes directas.
- Solo una persona será la encargada de dirigir las operaciones de la grúa a fin de evitar cualquier malentendido durante las maniobras.
- El emplazamiento estará libre de materiales diversos del montaje, a fin de evitar incursiones diversas en el área de montaje.
- El personal en la zona de montaje será avisado antes de empezar a realizar las maniobras.
- El personal encargado de utilizar las herramientas neumáticas estará provisto de medios de protección acústicos.

Planificación

- Una planificación de la secuencia de montaje se deberá incluir en el PSS y será proporcionado a todos los operarios que constituyan el suministro de las partes integrantes de la maquinaria, así como los trabajos de soldadura.
- Todas estas operaciones son consecuentes y están integradas en el procedimiento de montaje en obra.
- Algún retraso de las operaciones descritas en la planificación influirán sobre el completo montaje de la máquina.

- El personal será entrenado acerca del modo de montar la máquina antes de iniciar la secuencia.
- El personal será informado de los riesgos durante el montaje por el encargado de seguridad de obra.

8.20.14.3. Instalación eléctrica (media tensión, alumbrado y de emergencia)

Definición

Durante la ejecución de la obra, se dispone, tanto en el interior del túnel como en los diferentes tajos, de alumbrado suficiente para la realización de los trabajos.

Para la correcta iluminación en el túnel se disponen de luminarias cada 50 metros, y la iluminación será de:

- 20 lux en zonas de paso.
- 100 a 150 lux en zonas de trabajo.
- 200 lux en cuadros eléctricos.

Asimismo se dispone de alumbrado de emergencia en el interior del túnel y tuneladoras, siendo los grupos electrógenos el sistema de alumbrado de emergencia en las instalaciones de exterior.

También se dota a la tuneladora de linternas portátiles que estarán situadas en los armarios de equipos de emergencia que hay en la cola del Back-Up. Del mismo modo los equipos de trabajo que se encuentran a lo largo del túnel, dispondrán de linternas de emergencia. Igualmente los visitantes las poseerán.

Todos los dispositivos de seguridad dispuestos en el túnel están señalizados. Los teléfonos están dotados de señalización luminosa específica y de emergencia de 3 horas de autonomía y de listín de teléfonos de emergencia.

Medios empleados

Herramientas y diversos útiles.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Riesgos detectables durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación más comunes
- Electrocutación o quemaduras.
- Explosión de los grupos de transformación durante la entrada en servicio.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.

Medidas preventivas

- Los aparatos de protección eléctrica y las luces de emergencia serán revisadas cada mes por personal cualificado.
- Los interruptores y aislantes deben ser los correspondientes a las intensidades y voltajes que se estén utilizando, de esta manera se previenen posibles incendios.
- Los cables deben ser sujetos a los hastiales mediante soportes, y estar bien -anclados a la pared para evitar descolgamientos con el paso del tiempo.
- Todos los accesorios eléctricos estarán protegidos contra el agua y la humedad.
- Se dispondrá de un circuito auxiliar eléctrico que funcionará en el caso de que falle el principal. Este es especialmente importante cuando la falta de energía eléctrica puede causar riesgos importantes al afectar a diversas operaciones auxiliares: bombas de desagüe, circuito de ventilación, red de aire comprimido, etc.
- En aquellos trabajos subterráneos donde pueda aparecer grisú se utilizarán únicamente equipos antideflagrantes.
- Los motores y las hélices de los ventiladores deben ser resistentes al fuego y ser capaces de operar después de estar expuestos a una temperatura de 250° C, durante una hora.

Medidas de seguridad respecto a los cables

- Los cables estarán fabricados con materiales que al ser quemados no emitan gases nocivos y que sean no propagadores de la llama. Serán cables de baja toxicidad y emisión de humos.
- Todos los cables deberán estar sujetos a una comprobación de puesta a tierra a intervalos regulares.
- Es importante que los cables nunca toquen el suelo, ya que debido a la fuerte degradación de éstos podría ocasionarse un accidente de electrocución.
- Realizar termografías de las uniones de los cables de manera periódica (trimestralmente).
- Los cables de alto voltaje usados en la construcción de túneles deben cumplir los siguientes requisitos:
 - Deben ser cables armados protegidos contra cualquier daño mecánico. Estarán sujetos a los hastiales y al techo mediante soportes, para evitar descolgamientos con el paso del tiempo.
 - No deben situarse en zonas que accidentalmente pudieran quedar sumergidas.

Medidas de seguridad en los cuadros de interruptores

- Todos los cuadros de distribución deben ser espaciosos, para permitir un buen mantenimiento y unas buenas condiciones de operación.

- Los cuadros de interruptores y de distribución deben estar protegidos contra daños, pero siempre accesibles.
- Uso de interruptores en obras subterráneas más aconsejables los interruptores de vacío.
- Todas las máquinas deben estar equipadas con interruptores de emergencia.
- Cuando se conecten varios interruptores de protección contra sobrecargas a un conductor de tierra común, la resistencia a tierra no debe exceder del siguiente valor:

$$R - 65xV - IFN$$

donde:

Z= Factor de simultaneidad, que puede tomar los siguientes valores.

1 cuando existen entre 2 y 4 interruptores.

0.7 cuando existen entre 5 y 10 interruptores.

0.5 cuando existen más de 10 interruptores.

IFN = Intensidad nominal de carga.

Medidas de seguridad en las tomas a tierra

Es esencial en todos los equipos o instalaciones eléctricas que se realice una adecuada puesta a tierra y una buena conexión según la legislación vigente.

Cuando la instalación se protege contra, la electricidad estática, mediante un sistema de puesta a tierra, éste debe ser conectado al sistema de puesta a tierra general en un cierto número de puntos para asegurar que todos los objetos metálicos de la instalación se encuentren a un mismo potencial.

Medidas de seguridad en la iluminación

La iluminación, tanto de las vías de acceso como de los frentes de trabajo, es de los aspectos de seguridad más relevantes a tener en cuenta.

Las medidas más importantes son:

- Todos los frentes de trabajo y caminos de acceso a dichas áreas se iluminarán a lo largo de toda su longitud, usando luminarias estancas con grado de protección IP65 provistas de lámparas fluorescentes de 36 o 58 W y / o incandescentes de 100 W a 24 V.
- En aquellos lugares donde pueda existir gas inflamable, tanto las luminarias como la instalación completa serán antideflagrantes del tipo indicado en las tablas de Clasificación de Áreas Peligrosas.
- En el frente de excavación, la iluminación se realizará a distancia, alimentándose desde otra fuente distinta (grupo diesel).
- Cualquier área de trabajo o de mantenimiento, ya sea en pozos verticales o inclinados, se señalará mediante luces intermitentes.

- Toda máquina de perforación, carga o transporte debe tener una iluminación adecuada para realizar el trabajo con comodidad y exactitud. Además, debe llevar otro tipo de iluminación secundaria para alertar de la presencia de la máquina y de las posibles maniobras que pueda realizar.
- Cuando se use maquinaria estacionaria, el área se debe iluminarse de tal manera que se puedan ver sus partes móviles. El nivel lumínico recomendado es de 250 Lux en aquellas partes móviles y de 500 Lux como mínimo en el frente.

Al realizar el diseño de la iluminación se incluirá un sistema de iluminación de emergencia. Este consistirá en:

Alumbrado de emergencia en teléfonos con una duración de 3 horas

Se instalan luminarias de emergencia en las zonas donde se sitúen los teléfonos. Esta ubicación garantiza la visualización del teléfono cuando las condiciones de visibilidad sean desfavorables.

Alumbrado de emergencia en TBM con una duración de 10 horas. SAI (Servicio de Alumbrado Independiente)

Este alumbrado de emergencia tiene como objetivo permitir una visibilidad adecuada en la cola del Back-Up de la tuneladora, donde se establece el punto de reunión en caso de emergencia, permitiendo una visibilidad adecuada para organizar las medidas de seguridad establecidas para cada situación.

Alumbrado de emergencia en TBM con una duración de 3 horas

A lo largo de la tuneladora, se disponen luminarias de emergencia con una duración de 3 horas.

Esta iluminación permite una correcta visualización de los equipos y medios de trabajo de la tuneladora. De la misma forma, todas las vías de evacuación quedan totalmente visibles para una posible evacuación.

Alumbrado de emergencia a lo largo de los túneles de 3 horas de duración

Se instalan a lo largo de ambos túneles, luminarias de emergencia con una duración de 3 horas.

De esta forma, garantizamos una correcta iluminación en caso de corte de suministro eléctrico, permitiendo poder realizar todas las medidas de emergencia sin problemas de visibilidad. 1 de cada 3 luminarias del túnel será de emergencia.

Cuando en los trabajos del túnel se observen cantidades de gases peligrosas, únicamente se usarán aparatos eléctricos y lámparas especialmente diseñados para estas condiciones.

Linternas

Se estiman que son necesarias linternas con el objetivo que, en caso, de que la iluminación, tanto la normal como la de emergencia, fallen, tengan la posibilidad de movilizarse para una correcta evacuación y colocación de los equipos de respiración autónoma.

Reglamentaciones y normas de seguridad en el empleo de energía eléctrica

Desde el punto de vista de la seguridad, en el empleo de la electricidad en labores subterráneas, se presentan los riesgos de electrocución, de incendio y de explosión.

Riesgo de electrocución

Es función de la intensidad de la corriente y del tiempo en que ésta actúa a través del cuerpo humano. Siendo la intensidad función de la tensión y de la resistencia a través de su recorrido, se limitan en primer lugar las tensiones peligrosas, que afectan también a la resistencia disminuyéndola conforme se hace mayor la tensión. La publicación IEC 479 específica, desde el ambiente seco hasta la inmersión, los límites de tensiones seguras de 50 V en ambientes secos y 25 V en zonas húmedas.

Riesgo de incendio

Un incendio en una labor subterránea puede iniciarse y propagarse dando lugar a un alto riesgo para el personal que trabaja, no sólo por el fuego sino también por el peligro que entraña la disminución de oxígeno en la atmósfera y la producción de humos y gases tóxicos, debidos a la combustión.

La segunda medida es evitar un foco de ignición. Este puede ser provocado por una causa eléctrica, que se puede clasificar en uno de los grupos siguientes:

- Sobrecargas.
- Cortocircuitos.
- Fallo de fase a tierra.
- Arco serie.
- Sobrecargas

Las distintas partes de una instalación eléctrica se escogen de acuerdo con el servicio que van a realizar: los motores según la potencia a desarrollar, los transformadores según la carga necesaria y los cables se dimensionarán según la energía a transportar. Todas las partes conductoras han de disipar el calor desprendido para que no alcance temperaturas peligrosas, de forma que no se sobrepase la temperatura de equilibrio, que es la que no afecta a las condiciones de sus componentes, principalmente a los aislantes, y que se denomina como carga nominal.

En síntesis, las sobrecargas dan lugar a elevaciones de temperaturas anormales que van deteriorando los aislantes, descomponiéndolos e incluso llegando a provocar un incendio

Cortocircuitos

En una red eléctrica se pueden distinguir tres clases de cortocircuitos:

- Cortocircuito tripolar, en el que las tres fases se ponen directamente en contacto.
- Cortocircuito bipolar, en el, sólo son dos fases las que se unen directamente o se ponen en contacto con tierra en caso de neutro a tierra.
- Cortocircuito unipolar, en el que una fase se pone directamente a tierra, en el sistema de neutro a tierra.

La primera causa que da lugar a un cortocircuito es el fallo de aislamiento, por ello es de primordial importancia vigilar el estado del aislamiento de la red, y desconectarla, igual que para el riesgo de electrocución al objeto de reducir a un mínimo el peligro que representa un incendio de origen eléctrico en una red de interior es preciso tomar una serie de medidas preventivas que eviten su aparición, además de establecer los dispositivos de protección contra las sobrecargas y los cortocircuitos.

Como medida preventiva fundamental, es necesario que el personal esté debidamente formado, tanto para el que deba elegir, dimensionar y proteger los elementos de la instalación, como el que lo utilice en las debidas condiciones de trabajo y lo conserve en estado satisfactorio.

Una segunda condición es la supresión de materiales y sustancias combustibles en la construcción de los elementos, como gomas, recubrimiento de yute embreado y aparatos conteniendo dieléctricos líquidos combustibles.

Los cables eléctricos de interior son los elementos más vulnerables, por lo que precisan un tratamiento muy especial, ajustándose a la Normativa vigente.

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad, para utilizar durante los desplazamientos por la obra.
- Botas aislantes de la electricidad (conexiones).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Arnés de seguridad clase C.
- Banqueta de maniobra.
- Alfombra aislante.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

Protecciones Colectivas

- Tomas de tierras inferiores a los diez ohmios
- Protección diferencial en líneas de distribución
- Protección mecánica en elementos móviles
- Extintores en el escudo y en las locomotoras
- Iluminación de emergencia y de servicio
- Balizas luminosas
- Señales acústicas y luminosas en el escudo y en las locomotoras
- Equipos de rescate.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.14.4. Instalación de ventilación y recirculación de caudal de aire

Definición

Las necesidades de ventilación en el túnel son las siguientes:

- Caudal de aire necesario para TBM y Back-Up.
- Aire necesario para refrigeración.
- Aire necesario para la dilución de los gases producidos por el tráfico de las locomotoras.
- Aire para el personal.

Medios empleados

Herramientas y diversos útiles.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Riesgos detectables durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación más comunes
- Electrocutación o quemaduras.

Medidas preventivas

Medidas generales de seguridad en instalaciones de aire comprimido.

El uso de aire comprimido implica riesgos no comunes a otras fuentes de energía. El mantenimiento de los equipos y de los compresores es vital para conseguir unas condiciones de seguridad en la operación aceptables:

- El aire comprimido no debe utilizarse para eliminar el polvo y limpiar los frentes de trabajo y suelos.
- El aire comprimido saliendo a través de conductos abiertos puede causar daños a máquinas y a personas.
- Un simple escape de aire comprimido puede provocar daños en el aparato auditivo, así como en los ojos. Es recomendable la utilización de cascos antirruído y gafas de protección.
- Se debe prestar especial atención a los niveles de ruido producido por los escapes de aire comprimido.

Medidas de seguridad en los compresores de aire

- El aporte de aire se debe realizar desde la fuente más pura y fría posible.

- Los niveles de ruido de los compresores estarán dentro de los márgenes de seguridad.
- Los equipos que tengan un caudal de aire libre de 0.15 m³/s deben ir equipados con un medidor de temperatura.
- Se debe instalar un aparato limitador de la presión entre el compresor y las válvulas de parada en el lado de la descarga. Este aparato parará el funcionamiento del compresor cuando se supere la presión máxima de trabajo.
- Se debe instalar un manómetro para comprobar la presión de descarga del compresor.
- Cada compresor debe ir equipado con una placa de características con la siguiente información:
 - A. Fabricante.
 - B. Tipo.
 - C. Año de fabricación.
 - D. Caudal de aire.
 - E. Presión máxima.
 - F. Velocidad máxima de operación.
- Al igual que cualquier tipo de máquina los compresores deben tener un mantenimiento eficaz.

Medidas de seguridad en los calderines de aire

Los calderines de aire estarán contruidos de acuerdo a unos ciertos requerimientos que dependen de las características del compresor. Estos deben estar limpios de:

- Carbonilla o cualquier otro tipo de material inflamable.
- Materiales que puedan provocar corrosión.
- Materiales que puedan ser propensos a reacciones químicas y provocar una elevación incontrolada de la presión.

El mantenimiento de los calderines en unas condiciones ideales lleva consigo:

- Un mantenimiento diario, en el cual se debe incluir el purgado de todos los líquidos que pueda haber en la campana. Para ello, es imprescindible la instalación de una válvula de drenaje en la parte más baja de los calderines.
- Cada calderín se revisará a intervalos de tiempo regulares, no pudiendo sobrepasar éstos los cinco años.
- Los niveles de presión también se revisarán a intervalos de tiempo que no sobrepasarán los dos años.

En cada calderín se instalará al menos un manómetro para medir la presión.

Cada calderín irá provisto, al menos, de una válvula de seguridad. Estas válvulas se mantendrán cerradas, siendo controladas únicamente por personal cualificado.

Medidas de seguridad en las líneas de aire

Las líneas de aire se construirán con materiales capaces de soportar la presión de trabajo, con un determinado factor de seguridad.

Para unir las líneas principales de suministros se usarán juntas de metal, reservando las juntas de goma o de polietileno reforzado únicamente para diámetros pequeños (menores de 200 mm) o para presiones bajas (0.3 a 0.5 Mpa).

Las líneas no deben desconectarse a menos que no se haya comprobado que se ha cortado el aporte y la presión del aire se ha reducido a cero.

Se instalarán válvulas de interrupción en la línea principal en cada estación. Es recomendable colocar este tipo de válvulas en la entrada al frente y cerca del final de la línea, para cortar el suministro en caso de accidente.

Se instalarán válvulas de descarga, las cuales reducirán la presión del aire en las líneas cuando las máquinas estén paradas.

Las fisuras y fugas en las líneas de aire son una de las causas de reducción de la presión y del aumento del ruido, lo cual reduce el rendimiento y empeora las condiciones del ambiente de trabajo.

Se instalarán filtros en la línea de aire para prevenir que partículas sólidas puedan entrar en los equipos

Si en la zona existe humedad, ésta debe eliminarse antes de instalar los equipos.

Medidas de seguridad en las instalaciones de ventilación

Previo al inicio de la excavación se presentará a la Dirección de la Obra el proyecto de ventilación de acuerdo a las características particulares de la obra.

La ventilación es una de las instalaciones más importantes en cualquier obra subterránea, ya que es la encargada de la evacuación del polvo y de los gases nocivos y peligrosos y también tiene la función de hacer llegar a toda la obra el aire fresco necesario.

El material de la manguera de la ventilación no debe desprender gases tóxicos y será no propagador de llamas.

Ventilación aspirante y soplante simultáneas

El sistema de ventilación consiste:

- Ventilación soplante desde el exterior del túnel hasta el último remolque del escudo.
- Ventilación aspirante que cubre la zona desde el frente hasta el último remolque.

Las ventajas e inconvenientes de este sistema de ventilación son los siguientes:

Ventajas:

- Los gases y humos retornan por la tubería, evitando que el personal tenga que respirarlos.

- Se consigue una limpieza rápida y eficaz del frente.

Inconvenientes:

- Es de instalación más compleja y cara.
- La tubería aspirante ha de ser rígida o armada con espiral de acero.
- El aire llega al frente lentamente, después de atravesar todo el túnel, pudiéndose calentar por el trayecto.

Caudal de aire necesario en la construcción de túneles

Entre las causas que provocan la contaminación de la atmósfera, el recalentamiento del aire por los terrenos, la respiración del personal y los gases de escape de los motores diesel.

Si los detectores de gases registran una elevación de las concentraciones por encima de los límites, las zonas de trabajos deberán desalojarse y ventilarse convenientemente.

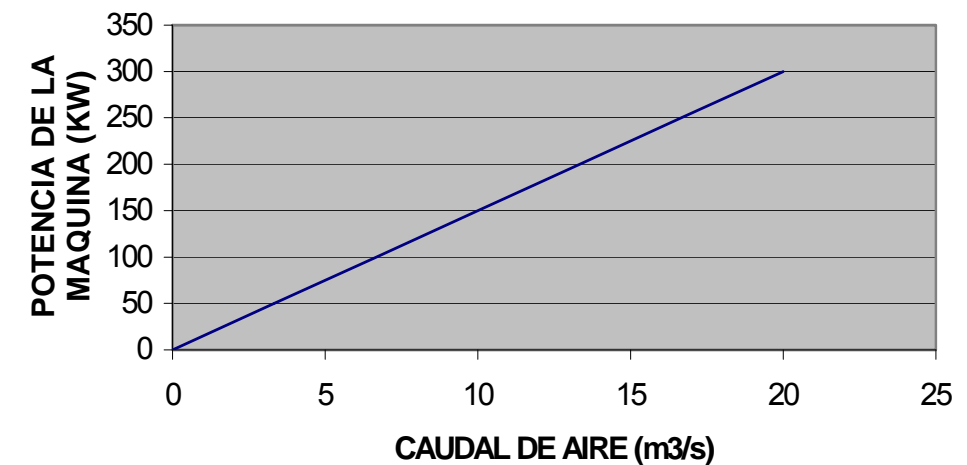
En todo caso, la proporción de oxígeno (O₂) nunca será, en las zonas de trabajo, inferior al 19% en volumen. En caso necesario deberá realizarse la corrección pertinente por altitud.

En el caso de que al excavar se genere polvo, se equiparán las instalaciones con dispositivos captadores de polvo.

Dilución de los gases de escape de los motores diesel

Se considera que son necesarios 1.500 m³ de aire por cada hora y por cada kilogramo de gasoil consumido para diluir suficientemente los gases de escape de los motores diesel.

El diagrama indica el caudal de aire necesario para ventilar un túnel en construcción en función de la potencia de los motores diesel que están trabajando en él.



Es por ello que se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Evitar la recirculación del aire.
- Instalación de controles y aparatos de medición de la calidad del aire.

- La ventilación del túnel en construcción debe ser tal que en cada área de trabajo la dilución de los humos y gases debe estar por debajo de los límites peligrosos. La temperatura de estas zonas no debe sobrepasar los 27° C.
- Se debe realizar un mantenimiento eficaz de todas las instalaciones y de los ventiladores.
- Evitar codos y curvas, ya que es ahí donde se producen las mayores pérdidas de carga.
- La cantidad mínima de aire por persona debe ser de 3 m3 por minuto y 1 m3 por kW de potencia para máquinas eléctricas y 6 m3 por kW para máquinas diesel.
- Se colocarán dispositivos para la extinción de incendios.

Medidores de CO y CO₂

Para realizar un control del nivel de concentración de gases existentes en la zona de trabajo, se dispondrá de los siguientes equipos:

- Medidores fijos de CO, ubicados en la tuneladora.
- Medidores fijos de O₂, ubicados en la tuneladora.
- Medidores portátiles de CO-NO₂-CH₄-O₂.

Estos equipos llevan consigo un mantenimiento adicional periódico que consiste en la nueva calibración de los aparatos, cambio de filtros, etc,...

Grupo ventilación ubicado en la boca de los túneles.

Para asegurar el suministro de la ventilación en el interior de los túneles, se instalará un grupo electrógeno que se accionaría en el momento en el que falle el suministro eléctrico de la ventilación principal.

Cámara de escape

Las cámaras de escape tienen como objetivo proporcionar un refugio a los trabajadores de las tuneladoras cuando las condiciones en la zona de trabajo sean peligrosas.

Se instalarán una o dos cámaras, dependiendo de las dificultades de ubicación en cada tuneladora, que tengan capacidad para albergar a todo el personal presente en la tuneladora.

La cámara deberá disponer de una autonomía de respiración de 12 horas, e igual demanda para iluminación y comunicación.

Línea de aire comprimido

La línea de aire limpio se sitúa en el hastial del túnel hasta la tuneladora. De esta forma, somos capaces de suministrar aire en condiciones normales en caso de darse una situación de emergencia, en la cual la ventilación se vea interrumpida.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad, para utilizar durante los desplazamientos por la obra.
- Botas aislantes de la electricidad (conexiones).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Arnés de seguridad clase C.
- Herramientas aislantes.

Protecciones Colectivas

- Protección diferencial en líneas de distribución
- Protección mecánica en elementos móviles
- Extintores en el escudo y en las locomotoras
- Iluminación de emergencia y de servicio
- Balizas luminosas
- Señales acústicas y luminosas en el escudo y en las locomotoras
- Equipos de rescate.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.14.5. Instalación de agua

Definición

El suministro de agua al túnel se realiza mediante un equipo hidroneumático de presión. El agua es bombeada a un depósito donde se guarda a presión para alimentar las instalaciones. El aprovisionamiento fundamental se hace del agua que surge del propio túnel y que sale del mismo por la parte baja del revestimiento prefabricado, utilizando un circuito cerrado que se recarga con las aportaciones de los acuíferos que corta el túnel y en caso necesario se trae mediante cisterna.

El agua que procede del túnel sufre un sencillo ciclo de depuración, que consiste en una decantación para restarle los materiales sólidos. La instalación está compuesta por una balsa de decantación de gruesos, un decantador de lamelas y un depósito de agua.

Medios empleados

Herramientas y diversos útiles.

Identificación de riesgos

- Caídas a un mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Esfuerzos
- Caídas de materiales o herramientas
- Proyección de líquidos a presión
- Electrocutión
- Incendios
- Radiación por soldadura
- Atmósfera contaminada
- Ruido

Medidas preventivas

Medidas de seguridad en las instalaciones de agua

- Las conducciones de transporte de agua deben ir también por los hastiales del túnel fijadas mediante soportes. Las tuberías de agua es conveniente colocarlas debajo de los cables de electricidad, para evitar que, a causa de posibles pérdidas, se puedan ocasionar accidentes.
- El hecho de tener todos los servicios localizados facilita la rápida inspección de los mismos.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniendo en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.

- Arnés de seguridad clase C.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Guantes de soldador
- Manguitos de soldador
- Mandil de soldador
- Polainas de soldador
- Pantalla de soldador
- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Guantes dieléctricos, para utilización en alta y baja tensión
- Casco para alta tensión, clase E-AT
- Pértiga para alta tensión.
- Botas dieléctricas
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Iluminación de emergencia
- Grupos electrógenos
- Extintores
- Detectores de gases
- Válvulas antiretorno.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.14.6. Sistema de extinción

Definición

En caso de que se produjese algún fuego en el interior túnel, (cortocircuitos, descarrilamiento de los vagones, etc.) se debe prever un sistema que nos permita mitigar o anular los daños que se podrían causar.

Identificación de riesgos

- Caídas a un mismo nivel

- Caídas a distinto nivel
- Esfuerzos
- Caídas de materiales o herramientas
- Proyección de líquidos a presión
- Electrocutación
- Quemaduras y/o asfixia por incendios
- Atmósfera contaminada
- Ruido

Medidas preventivas

- Se analizarán los posibles focos de incendio en túnel y tuneladora, y se dispondrá de los medios más adecuados para su extinción. Se deberá establecer algún procedimiento para la reposición de los equipos, de manera que estén siempre operativos.
- Se elaborarán planos señalando los focos de incendio y las medidas de extinción adoptadas.
- Se instalarán al menos extintores cada 250 metros del túnel.

Mangueras

Se instalarán mangueras de 50 metros al menos en los siguientes puntos:

- 1 en la entrada
- 2 en la tuneladora
- 1 en cada locomotora
- 1 cada 500 metros del túnel

Equipamiento del Equipo de Primera Intervención

Para la actuación del Equipo de Primera Intervención en situaciones de emergencia es necesario que sean equipados de una forma adecuada de tal manera, que garantice la seguridad individual de cada miembro del equipo en situaciones de alto riesgo.

A continuación se detalla el equipo:

- Casco Tipo Bombero.
- Cubre Pantalón.
- Chaquetón ¾.
- Botas.

Sistema de Protección y Autoextinción de Incendios en locomotoras

Se instalará en todas las locomotoras un sistema de agua nebulizada que asegure la extinción de cualquier conato que se produzca. El sistema será accionado directamente por el maquinista de la locomotora, asegurándonos de esta forma una acción inmediata sobre el incendio.

Toma de agua en el interior del túnel

Se instalarán tomas de agua cada 100 metros de túnel, aprovechando las conducciones de agua de la tuneladora, con el objetivo de proporcionar agua en cualquier lugar del túnel. Estas bocas dispondrán de "racors" (Modelo Barcelona) para el uso por parte de los bomberos.

Instalación de extinción de incendios mediante agua nebulizada en la tuneladora

Se instalarán sistemas de extinción de incendios mediante agua nebulizada en los grupos electrógenos y partes susceptibles de incendiarse instalados en el interior de la tuneladora.

Este sistema funciona al detectar las alarmas el incendio, se activa la evacuación y el circuito temporizador empieza el conteo del tiempo para realizar el disparo de extinción automática.

MEDIDAS DE SEGURIDAD CONTRA EL FUEGO DENTRO DEL TÚNEL

Todas aquellas fuentes o zonas potenciales de provocar incendios deben estar identificadas. Las medidas de prevención y lucha contra incendios son:

- Colocar señales de advertencia y prohibición contra todo tipo de llama en aquellas zonas donde existe riesgo de explosión. Estas señales deben verse fácilmente e insistir en la seguridad.
- Aquellos líquidos o materiales inflamables deben almacenarse siempre en el exterior.
- El equipo contra incendios en las áreas de trabajo debe estar estratégicamente localizado, fácilmente accesible, con un mantenimiento eficaz e inspeccionado periódicamente. (ver Sistemas de extinción de este Estudio)
- Planes de evacuación y programas de entrenamiento para preparar a los trabajadores contra cualquier tipo de catástrofe, entre ellas el fuego. Este tipo de ejercicios se debe hacer para cada turno al menos cada seis meses. Estos planes deben incluir:
 - a) Actividad de todos los sistemas de alarma.
 - b) Evacuación del personal a la superficie o a los puntos determinados de evacuación a la vez que se produce el cambio de relevo.
- Cuando se suelde con arco eléctrico, o mediante soplete, se dispondrá de un extintor.
- La carcasa de los ventiladores, así como los conductos principales de ventilación deben ser resistentes al fuego, no propagadores de la llama y de baja toxicidad.
- El transporte de cualquier material inflamable se prohibirá en todas las operaciones subterráneas donde exista riesgo de fuego o explosión.

Riesgo en atmósferas potencialmente explosivas

En los trabajos subterráneos puede darse el caso de que al atravesar determinadas formaciones de terrenos desprendan gas natural o vapores de impregnaciones de líquidos combustibles, que pueden generar atmósferas potencialmente explosivas.

La explosión puede evitarse mediante:

- Una buena ventilación de las labores, al objeto de diluir los gases y evitar una concentración peligrosa.
- Un control del contenido de dichos gases, en los puntos más significativos.
- Evitar fuentes de ignición, como encendedores o equipos con llama desnuda,

Protecciones

- Iluminación de emergencia
- Interruptores diferenciales
- Transformadores de seguridad
- Grupos electrógenos
- Tomas de tierra
- Extintores
- Detectores de gases
- Válvulas antiretorno.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.14.7. Sistemas de señalización

El hecho de disponer de una buena señalización es primordial desde el punto de vista de la seguridad en la obra.

Medios empleados

- Balizas luminosas
- Proyectores luminosos
- Paneles retroreflectantes

Medidas preventivas

- La señalización en las obras subterráneas, debe extenderse a todos los obstáculos y puntos singulares del túnel, por ejemplo, a los cambios de vía, puntos del túnel donde por las instalaciones intermedias existan pasos estrechos, zonas peligrosas, puntos de control de la circulación de equipos móviles de transporte, controles de gálibo y los obstáculos para el paso de circulaciones o trabajadores.

Deberá existir un sistema de semáforos que indique si la vía está libre o circula algún tren. Se colocará en los siguientes puntos:

- En el portal de entrada: Indicativo a cualquier máquina que quiera entrar en el túnel.
- En la entrada de rampa del Back Up (tren de carretones que contiene los elementos necesarios para hacer funcionar el escudo): Advierte de cualquier maniobra o salida de tren cargado.
- En comienzo de vía de carga de vagones de escombro: Permite el paso de locomotora para recoger convoy cargado.
- En los cruzamientos de la vía.
- Además se colocarán señales de limitación de velocidad de salida de locomotora al exterior para evitar derrapajes en caso de lluvia.
- Se señalizarán todos los trabajos que se realicen en el túnel, teniendo en cuenta que la disposición de los elementos de señalización no interfieran en la circulación, y que sean perceptibles por todos los maquinistas y trabajadores. Se dispondrán además señales de aviso y preaviso en las zonas de influencia de los tajos abiertos.
- La señalización debe extenderse a todos los equipos de transporte, maquinaria y material móvil que llegado el momento, pueda circular por el túnel. Para ello, los equipos de transporte dispondrán de señalización luminosa, y señalización reflectante. Para las composiciones dichos elementos deberán disponerse en cada extremo de la misma, tanto en cabeza como en cola.
- Se deberá disponer un sistema de señalización de emergencia que identifique las rutas de evacuación, las salidas de emergencia, la ubicación de los equipos de alarma y comunicación, la situación de los equipos de protección contra incendios y el resto de equipos y sistemas asociadas a una situación de emergencia. Esta señalización será en lo posible, fotoluminiscente, utilizando sistemas reflectantes en caso contrario.

8.20.14.8. Sistemas de comunicación

Definición

El hecho de disponer de un buen sistema de comunicación, a través de toda la obra subterránea, no sólo aumenta la eficiencia de las operaciones, sino también aumenta la seguridad de la misma.

Megafonía.

La tuneladora dispone de un micrófono en cabina conectado con cuatro altavoces repartidos por la máquina que son suficientes para dar las comunicaciones y ordenes oportunas al resto de personal que opera en la misma. También dispone de una serie de teléfonos de comunicación interna para realizar las comunicaciones entre los distintos puntos de la tuneladora.

Telefonía

Se instalarán las siguientes líneas, incluyendo las comunicaciones con el exterior del túnel:

- Terminal telefónico en Cambio Californiano: Comunicación con la cabina del escudo para comunicarse con el Cambio Californiano y con el exterior.
- Terminal antideflagrante: En cabina en el escudo, para comunicarse con el cambio californiano y con el exterior.
- Genéfono: Uno que comunica el Cambio Californiano con el equipo de inyección, y otro la cabina de mando del escudo con el Back-Up.

Telefonía fija en túnel

Se instalan cada 250 metros unidades telefónicas repartidas a lo largo de los túneles con el fin de tener comunicación entre el puesto de control del túnel, las oficinas el botiquín, los jefes de obra, con cualquier punto del túnel.

Cable de protección

El cable del teléfono se ubica en el hastial de cada túnel. En caso de incendio, golpe fortuito, etc...el cable se vería afectado, como consecuencia de ello se deben entubar o proteger mediante un perfil metálico.

Instalación de teléfonos fijos en exterior

Se instalarán teléfonos fijos en la boca del túnel, botiquín y oficinas.

Sistema de comunicación vía radio

Para el correcto funcionamiento de las emisoras a lo largo del túnel es necesario instalar repetidores y radio enlaces.

La alimentación de los repetidores-radio enlace se realiza mediante la línea de alumbrado del túnel. Como consecuencia de ello es necesario instalar un sistema independiente (S.A.I.) que nos suministre la energía necesaria, durante tres horas, para mantener en funcionamiento los repetidores en caso de emergencia.

Es necesario instalar un sistema por cada repetidor existente en el túnel.

Los walkies se utilizaran para asegurar una correcta comunicación entre los diferentes responsables de ejecución de los túneles.

La ventaja de los walkies es, lógicamente, la versatilidad y movilidad del responsable a lo largo del túnel, ventaja que debido al carácter "fijo" de la emisora no es proporcionada por la misma.

Medios empleados

- Herramientas y diversos útiles.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.

- Riesgos detectables durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación más comunes
- Electrocutión o quemaduras.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.

Medidas preventivas

- Debe preverse un sistema de alimentación de emergencia para toda la red de comunicaciones.
- Los cables de comunicación deben ser no propagadores de las llamas y no colocarse cerca de las líneas eléctricas.
- El equipo será resistente al agua.
- En atmósferas inflamables se utilizarán equipos protegidos contra explosiones.
- Los teléfonos deben estar claramente señalizados y situados tan cerca de las áreas de trabajo como sea posible; también se colocarán interfonos.
- Normalmente los teléfonos usados en zonas de trabajo tienen un avisador luminoso en vez de acústico.
- Los usuarios del teléfono no deben estar expuestos al tráfico de maquinaria ni a cualquier otro riesgo.
- Los sistemas de comunicación, tanto interiores como exteriores, se colocarán en aquellas áreas u oficinas donde siempre haya gente.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad, para utilizar durante los desplazamientos por la obra.
- Botas aislantes de la electricidad (conexiones).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Arnés de seguridad clase C.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

Protecciones Colectivas

- Tomas de tierras inferiores a los diez ohmios
- Protección diferencial en líneas de distribución
- Protección mecánica en elementos móviles

- Extintores en el escudo y en las locomotoras
- Iluminación de emergencia y de servicio
- Balizas luminosas
- Señales acústicas y luminosas en el escudo y en las locomotoras
- Equipos de rescate.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.14.9. Montaje de vía

Definición

A medida que avanza la tuneladora, en la perforación y excavación del terreno, se tenderá vía, que dependiendo del modelo de tuneladora serán dos vías o una única vía, que permita la correcta circulación de los trenes de servicio.

Esta vía debería ser mantenida constantemente ya que los vagones de desescombro siempre suelen dejar algún resto en la misma, provocando si no se limpia accidentes (descarrilamientos).

La vía se apoya en la pieza base del anillo. El montaje es manual y los materiales que se necesitan se introducen en el túnel con el tren de servicio.

Medios empleados

Tren de servicio, diversos útiles y herramientas.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos y/o herramientas.
- Exposición a temperaturas extremas.
- Contactos eléctricos y electrocuciones.
- Atropellos por composiciones ferroviarias.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Quemaduras.

- Inhalación de polvo.
- Sobreesfuerzos.
- Explosiones.

Medidas preventivas

- El peso de los railes no debería ser inferior a los 25-30 Kg/m. y el espaciamiento entre traviesas no superior a 750 mm, de manera que se evite una flexión permanente de la vía.
- La resistencia de la vía debe alcanzar 10 kg/t para vagones dotados de rodamiento de rodillos y 20 kg/t para los equipados con rodamientos lisos. El ancho de vía está estandarizado en 0,9 m.
- A título orientativo se puede alcanzar una velocidad de 2 m/s para un radio de 15 m y 4 m/s para un radio mínimo de 21 m. Como regla empírica, para un ancho de vía de 600 mm, el radio de curvatura no debe ser inferior a 7.5 veces la distancia entre ejes, y para un ancho de 50 mm, 10 veces la distancia entre ejes. Se comprobarán los gálibos de la vía periódicamente.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Arnés de seguridad clase C.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos

- Guantes de soldador
- Manguitos de soldador
- Mandil de soldador
- Polainas de soldador
- Pantalla de soldador
- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Guantes dieléctricos, para utilización en alta y baja tensión
- Casco para alta tensión, clase E-AT
- Pértiga para alta tensión.
- Botas dieléctricas
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Balizamiento de entrevía en el caso de vía doble o múltiple.
- Entrega a todo el personal de instrucciones preventivas y de intervalos de trabajo.
- Establecimiento de itinerarios de circulación del personal antes del inicio de los trabajos.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.14.10. Acopio de cemento

Definición

El cemento se utiliza para la inyección de lechada en el trasdós de las dovelas colocadas en el túnel. Consta de dos elementos:

- Silo de Cemento
- Tornillo Sinfn.

Identificación de riesgos

- Caída de personas y/u objetos al vacío.
- Contactos con el cemento (dermatitis por cementos).
- Atrapamientos y/o sepultamientos..

Medidas preventivas

- En el caso de proyección de cemento o de mortero en los ojos, lavarlos inmediatamente con agua limpia y abundante y solicite asistencia médica.
- Lavar la superficie cutánea que hay estado en contacto con el cemento.
- En el caso de alergia, aplicar cremas protectoras y tratamientos específicos.

- En el caso de vertido accidental se recomienda su recuperación mediante sistemas de aspiración.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Arnés de seguridad (Clase C).
- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Botas de goma o P.V.C. de seguridad.
- Trajes impermeables para ambientes húmedos.

Protecciones Colectivas

- Iluminación de emergencia
- Detectores de gases

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.20.15. Desmontaje de tuneladora

Definición

El desmontaje de la tuneladora sólo podrá ser realizado por personal especializado, que comprobará detalladamente el correcto funcionamiento de todos sus mecanismos y sistemas.

Para realizar el desmontaje de la tuneladora se necesita un pozo de desmontaje que permita izar los distintos elementos que conforman la tuneladora. Este pozo tendrá 14 metros de ancho por 20 metros de largo como forma geométrica optima, sin embargo en ocasiones excepcionales dichas medidas se pueden reducir.

La tuneladora se desmontará por partes, igual que se ha realizado el montaje, se izarán todas las piezas mediante dos grúas y se transportarán las piezas al parque de maquinaria correspondiente, dejándolas acopiadas para una futura ocasión.

Medios empleados

Grúas automóbiles, Camiones grúa, Andamios metálicos, Aparejos para izar y diversos útiles y herramientas.

Identificación de riesgos

- Caída de personas a nivel

- Caída de personas a distinto nivel
- Caídas de materiales y herramientas
- Atrapamiento por materiales
- Lesiones por sobreesfuerzos
- Golpes por objetos
- Hundimientos y vuelcos de grúas.

Medidas preventivas

- El desmontaje de la tuneladora sólo podrá ser realizado por personal especializado, que comprobará detalladamente el correcto funcionamiento de todos sus mecanismos y sistemas.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Arnés de seguridad, clase C.
- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Eslingas con gancho de seguridad
- Cuerdas guía para dirigir grandes cargas
- Protecciones eléctricas
- Durmientes para el apoyo de los gatos de las grúas
- Vallas para limitación de las zonas de trabajo
- Barandilla y rodapié en plataformas de trabajo a más de dos metros de altura

- Cinturón o cordón para balizamiento de desniveles.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.21. Excavación de túnel. Nuevo método austriaco.

8.21.1. Descripción de las actividades

8.21.1.1. Introducción

El nuevo método austriaco se diferencia de los otros métodos convencionales en la construcción de túneles principalmente en que:

- Es aplicable a todo tipo de terrenos (incluido los blandos) y con escaso recubrimientos.
- Posibilita la aplicación inmediata de un sostenimiento provisional semirrígido de hormigón proyectado, con o sin bulones y excepcionalmente cerchas.
- Posibilita también la auscultación y medidas in situ de deformaciones-tiempo.
- Resulta posible ejecutar un eventual refuerzo del sostenimiento y construcción de un revestimiento definitivo posterior.

La excavación se realiza en dos fases, primero se realiza la excavación superior y después se retira el terreno que quede debajo hasta la cota del túnel, también conocido como avance y destroza.

El ciclo de esta excavación sigue el siguiente esquema: excavación de la sección en avance, ejecución del sostenimiento de avance, excavación de la destroza, ejecución del sostenimiento de destroza, y ejecución de la contrabóveda de hormigón

El método se basa en usar la tensión geológica del macizo rocoso circundante para que el túnel se estabilice a sí mismo mediante el efecto arco. Para conseguirlo nos basamos en medidas geotécnicas para trazar una sección óptima.

La excavación es inmediatamente protegida con una delgada capa de hormigón proyectado. Esto crea un anillo de descarga natural que minimiza la deformación de la roca.

Debido al control exhaustivo el método es muy flexible, incluso en condiciones geomecánicas desconocidas de consistencia de la roca durante el trabajo de tunelación. Las mediciones de las propiedades de la roca nos informan de las herramientas apropiadas.

Es necesario considerar las siguientes instalaciones en la superficie:

- Instalaciones eléctricas (compresor insonorizado estacionario eléctrico, transformador, grupo electrógeno)
- Instalación de aire comprimido
- Instalación de ventilación (ventilador con tubería flexible de ventilación)

- Sistemas de comunicaciones.
- Instalación de drenaje para evacuación de agua del túnel.

En el interior del túnel será necesario disponer de alumbrado, con tensión de seguridad de 24 V, a todo lo largo de manera permanente y de focos para iluminación de la zona de trabajo, así como tubería de agua, en las condiciones que establezca el plan de seguridad y salud de la obra. En el caso de pozos, será necesario además disponer de medios de elevación y tolvas, como depósito regulador.

8.21.2. Fases de ejecución.

- EMBOQUILLADO: Los emboquillados de las bocas serán las primeras actividades en ejecutarse.
- AVANCE: El avance se realizará en una sola fase desde una boca. Se iniciará al concluir el emboquillado de la boca de ataque. En ocasiones de producción, cabe la posibilidad de ejecutar el túnel mediante avances desde las dos bocas al unísono, disponiendo de un exhaustivo control topográfico en la ejecución. En caso de usar explosivos, desarrollados en su epígrafe correspondiente, se seguirán las mismas pautas y medidas preventivas descritas en éste.
- DESTROZA: También se realizará en un tramo, iniciándose antes de terminar el avance.
- CONTRABÓVEDA: La contrabóveda también se realizará normalmente en un tramo, desde la boca de ataque antes de que finalice la excavación en destroza.
- IMPERMEABILIZACIÓN+DRENAJE+SOLERA: Una vez concluida la contrabóveda se iniciará la ejecución del drenaje, impermeabilización, zapatas, losa, etc.

1ª Fase: Emboquillado.

Antes de emboquillar el túnel y dependiendo del terreno, se puede proceder o no a ejecutar un paraguas pesado formado por micropilotes en cada boca, como frente de ataque.

Posteriormente se realizarán en las boquillas unos tramos a base de cerchas y chapa Bernold o similar en cada boca.

Posteriormente se fijarán las cerchas de hastiales, previa ejecución de las zapatas laterales, las cuales se hormigonarán dejando hincadas en ellas dichas cerchas. Las cerchas vendrán dobladas de fábrica, con la forma de la sección definida.

Las cerchas se colocarán utilizando plataformas dispuestas en carretillas telescópicas tipo MANITOU. Para la colocación de las cerchas de bóveda, éstas se izarán premontadas por tres módulos (empleando útil acoplado al módulo central), mientras que los dos laterales se acoplarán a las cerchas ya dispuestas en las zapatas por medio de unos abarcones o tornillos

que unirán los módulos (empleando igualmente plataformas dispuestas en carretillas telescópicas tipo MANITOU).

Las cerchas tienen que quedar ortogonales al eje de la traza. Las cerchas se arriostrarán entre sí, mediante redondos de acero que irán soldados a las cerchas con una separación entre ellos de aproximadamente 0,5 m.

Por el exterior se dispondrán las plataformas de trabajo y escaleras de acceso, además de las protecciones correspondientes.

2º Fase: Excavación.

Conforme se ha comentado anteriormente, el proceso de excavación se basa en el Nuevo Método Austriaco. Las secciones son excavadas en dos fases consecutivas: avance y destroza.

Para la ejecución del túnel excavado, las actuaciones básicas son la excavación, el sostenimiento y el revestimiento. La excavación, tanto en avance como en destroza, se realizará por medios mecánicos o con explosivos.

3ª fase: Carga de escombros

El desescombro se realizará con una pala cargadora sobre camión dumper, que lo transportará al acopio provisional en las inmediaciones de la boca.

Según las características del terreno, puede ser necesario utilizar retroexcavadoras para carga y/o arranque.

Los mismos equipos de desescombro del túnel retomarán el material de la boca y lo transportarán al vertedero definitivo. En cada lado de ataque se montará un equipo de desescombro.

Antes de comenzar el desescombro y durante esta actividad, se regará abundantemente, con el objeto de evitar la emisión de gases provenientes del explosivo y asentar el polvo que se genere.

Igualmente antes de comenzar, se hará una inspección visual del resultado de la voladura, saneando desde el escombros las rocas que hayan quedado inestables. Esta revisión, por su importancia y peligrosidad, es necesario que la lleve a cabo el encargado o personal especializado designado por el contratista y los oficiales barrenistas, expertos en estas actividades.

4ª fase: Sostenimiento.

El sostenimiento de la sección excavada puede constar de diferentes tipos de elementos, según las características del terreno.

Los elementos utilizados son los siguientes:

- Hormigón proyectado (gunitado)
- Mallazo
- Cerchas
- Micropilotes
- Chapa Bernold

Antes de **gunitar** se lavará toda superficie con agua a presión, para limpiar el polvo que se encuentre en el lugar y que impide la correcta unión con la superficie a gunitar.

El hormigón proyectado se utiliza en una primera aplicación como capa de sellado de la superficie excavada, después de realizar el saneo, dando con ello mayor regularidad a la capa de hormigón y mucha más seguridad y limpieza en la operación. Para esta función debe utilizarse hormigón con fibras metálicas de acero.

También puede ejecutarse como capa de sostenimiento, con espesores decimétricos que pueden cubrir las cerchas, bu lones, mallazos, etc.

En este caso puede emplearse mezclado con fibras metálicas o sin ellas, sobre todo en el caso de que se empleen mallazos.

El hormigón proyectado se realizará con un robot de gunitado, alimentado con cubas de hormigón. Es una máquina de proyección por vía húmeda y flujo denso, de gran movilidad y potencia.

La mezcla saldrá de la planta de hormigón con un superfluidificante que le dará una manejabilidad de hasta 3 horas, tiempo más que suficiente para su transporte y colocación en el tajo.

A la mezcla bombeada se le añadirá en la boca de proyección un acelerante líquido en una proporción aproximada del 4% sobre la dosificación de cemento, lo que produce un fraguado rápido, característica indispensable del hormigón proyectado.

La proyección del hormigón proyectado se realizará con personal especializado en esta labor, ya que factores como la distancia de la boquilla al terreno, la uniformidad de la capa, etc., tienen gran importancia y solo personal entrenado puede conseguir una buena calidad de ejecución.

Se tendrá especial cuidado en que el reparto del hormigón proyectado sea uniforme por toda la superficie.

La **colocación del mallazo** se realizará con unas plataformas de trabajo telescópicas tipo MANITOU que permitan trabajar con comodidad en cualquier punto del contorno.

La malla se ajustará al terreno lo mejor posible, para ello primeramente se anclarán los puntos más profundos del terreno y posteriormente los puntos restantes que sean necesarios para el mejor ajuste del mallazo.

Los anclajes serán tipo Spit en terrenos consistentes, o redondos de 30 cm de longitud y 8 mm de diámetro donde los Spits no logren anclar con seguridad.

Esta labor es importante, ya que de esto depende que al colocar la siguiente capa de hormigón proyectado que cubre este mallazo no se formen zonas de discontinuidad entre capas.

Las **cerchas** se colocarán en la sección de avance y posteriormente una vez hecha la destroza, se prolongarán hasta completar la sección.

Las cerchas vendrán dobladas de fábrica, con la forma de la sección del túnel, fijándolas con un mínimo de tres bu lones en la sección de avance y dos en la de destroza, para lo cual será necesario realizar en ellas los taladros correspondientes.

En la fase de avance, las cerchas estarán formadas por tres módulos, se colocarán utilizando una plataforma telescópica tipo MANITOU, en la que irá el módulo central, mientras que los dos laterales se acoplarán al central por medio de unos abarcones o tornillos que unirán los módulos.

Las cerchas tienen que quedar ortogonales al eje de la traza y siempre dentro del gálibo de sostenimiento.

El apoyo de las cerchas deberá estar totalmente saneado, con el fin de que el terreno ceda lo menos posible en estos puntos, pudiendo llevar unos chapones en sus bases que aumentan la superficie de apoyo. En terrenos especialmente malos la zona de apoyo de la cercha se reforzará con un dado de hormigón proyectado.

Las cerchas se arriostrarán entre sí, mediante redondos de acero que irán soldados a las cerchas con una separación entre ellos de aproximadamente 1,5 m.

Los **micropilotes** se proyectan como paraguas de protección en el emboquillado o en el avance de la bóveda.

En las zonas en las que el nivel freático pueda influir de forma negativa en la construcción de los túneles, se realizarán columnas de jet-grouting en posición horizontal por encima de la clave del túnel para mejorar la consistencia y la impermeabilidad del terreno.

La **chapa Bernold** se colocará entre cerchas consecutivas, fijándose a ellas y conformando una sección totalmente cerrada. Cuando se coloca en zonas en las que no es imprescindible la colocación de cerchas, deberán colocarse perfiles, o cerchas igualmente, como elemento de sostenimiento de la chapa.

Las chapas Bernold se colocarán utilizando una plataforma telescópica tipo MANITOU.

5ª fase: Impermeabilización y drenaje

Una vez terminada la excavación y el sostenimiento del túnel, y quedando este ya estabilizado, es necesario completar la construcción de éste instalando la impermeabilización, el drenaje y el revestimiento.

Durante la etapa de construcción se deberán tomar las medidas precisas para excavar el túnel en zonas con agua: inyecciones, taladros de drenaje, etc. La impermeabilización de los túneles en realidad no es tal, ya que se permite entrar el agua por lugares prefijados y allí se conduce y se canaliza a través del sistema de drenaje longitudinal hasta el exterior del túnel.

La impermeabilización consiste en colocar sobre el sostenimiento una lámina de geotextil y una lámina de PVC. Ambos se anclarán al terreno por puntos, mediante arandelas especiales del mismo material fijado a la superficie con clavos. Tanto la soldadura a la arandela como la de los solapes de la lámina de PVC, se realizará por aire caliente mediante soldadura termoplástica.

El geotextil se conecta en su base con un tubo colector de pequeño diámetro. Estos tubos irán unidos a un dren colector central, y cuya misión es la de recoger las aguas procedentes de la filtración del terreno y drenar éste bajo la solera gracias a una capa drenante interpuesta entre el terreno y la solera.

Para la instalación de ambas láminas se podrán utilizar:

- Carro móvil con plataformas de trabajo protegidas con barandillas en el frente y laterales a distintas alturas con escaleras de acceso protegidas, disponiendo de ruedas para su desplazamiento. También estarán protegidas con barandillas las plataformas de comunicación. Este carro dispondrá de su correspondiente Declaración de Conformidad CE emitida por su fabricante.
- Andamio multidireccional TIPO EUROPEO, con la disposición de plataformas y escaleras de acceso similares al carro móvil; y debiendo disponer de un Plan de Montaje elaborado para su configuración.

6ª fase: Revestimiento

El hormigonado se desarrolla en dos fases: primeramente se hormigona la solera y los muretes de arranque y en una segunda fase se hormigonan los hastiales y la bóveda del túnel. Después de la impermeabilización y el drenaje se procederá a la ejecución del revestimiento del túnel.

Para la ejecución del revestimiento del túnel se utilizará una estructura soporte móvil -carro- que sustenta la superficie de encofrado coincidente con la sección interior del túnel.

La estructura portante se diseña de forma que sea capaz de soportar el hormigón fresco y, además, permita el gálibo en su interior, para a su vez permitir el desplazamiento de la maquinaria a través de ella. Esta estructura se desplazará a través de carriles fijos, dispuestos en la solera del túnel.

El encofrado tendrá aberturas o ventanas por las que se pueda realizar el vertido y vibrado del hormigón, así como la inspección visual del mismo.

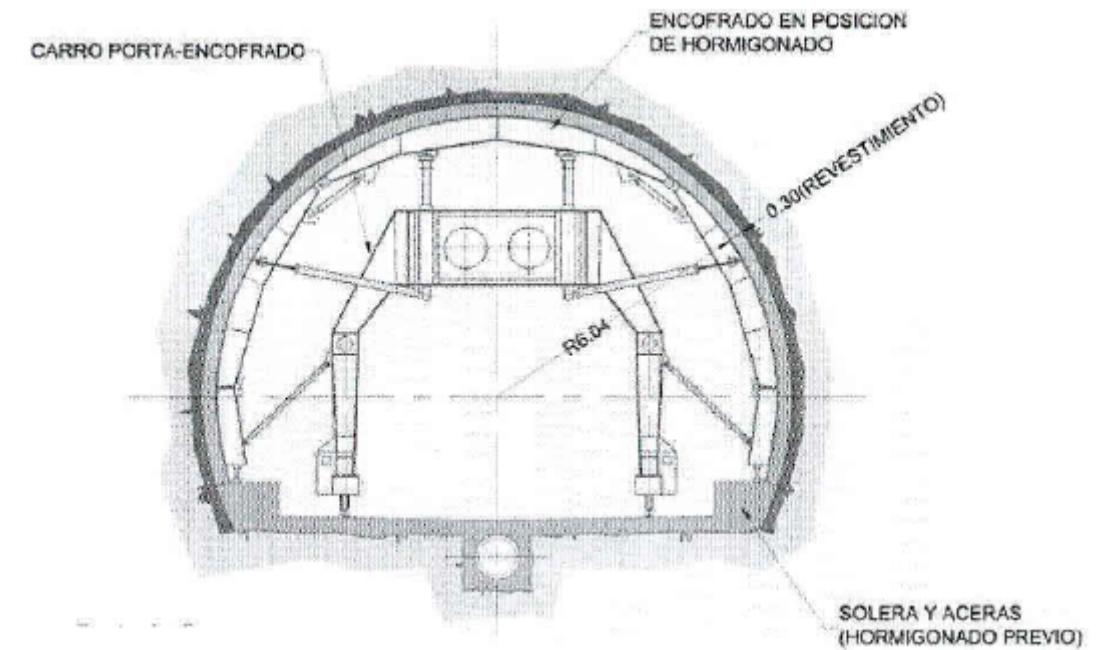
El cierre frontal del carro estará formado por planchas acunadas que garanticen el cierre estanco del encofrado.

El hormigonado se realizará por bombeo de forma continua, dentro del mismo turno. En el caso de cambio de turno, debe garantizarse que el hormigonado no sufra interrupciones.

Con el fin de garantizar el llenado completo de la sección en la clave, se colocarán tubos verticales fijados en la clave del encofrado con el extremo superior próximo al terreno, de

manera que, al llegar el hormigón a esa cota, se desborde por la boca superior del tubo y atraviese el encofrado por orificios dispuestos para este fin.

Cada tongada de hormigón se compactará por vibración, utilizando vibradores de masa y de superficie.



8.21.3. Medidas preventivas generales

- Si el terreno es inestable, se debe mejorar las condiciones de resistencia del mismo mediante tratamiento adecuado. Deberán programarse los trabajos de excavación del frente, para evitar que los operarios estén situados a distintos niveles, en la misma vertical de los trabajos.
- Los trabajos de excavación del frente se harán preferentemente desde plataforma de trabajo, para evitar la eventual caída desde el caballón central.
- El frente de avance se mantendrá en todo momento saneado de materiales y bien ventilado. Se colocarán las bocas de extracción de polvo que sean necesarias en el frente de trabajo.
- Los martillos neumáticos (si se usan) dispondrán de dispositivos que reduzcan el nivel de ruido. El aire será suministrado a través de mangueras dispuestas por la pared del túnel, desde un compresor situado en el exterior del túnel.
- Los circuitos (aire, agua, electricidad, ...) estarán separados entre sí, e irán dispuestos por los hastiales o pared de la bóveda hasta el frente. El dimensionamiento de estos circuitos se hará en función de las características del túnel y serán definidos en el plan de seguridad y salud de la obra.

- La excavación se hará sin afectar a la base de apoyo de los anillos de la bóveda, ya hormigonada, para evitar su descalzamiento y posible hundimiento.
- Se organizará la circulación de vehículos en exterior y, sobre todo, en el interior del túnel, de forma que eliminen las situaciones conflictivas.
- Los vehículos y máquinas, estarán dotados de gálibos luminosos suficientes para que sean visibles en el interior. Circularán con las luces propias del vehículo encendidas. Antes de realizar cualquier maniobra, se realizará un toque de bocina, como advertencia al personal de a pie que pueda verse afectado.
- Se colocará un sistema de ventilación adecuado a las características del túnel, para sanear el ambiente en el interior.
- Si es posible se tratará de habilitar un pasillo de acceso hasta el frente, al menos en la zona afectada por la excavación, acotado, para el personal de a pie.
- Los circuitos (aire, agua, electricidad, ...) estarán separados entre sí, e irán dispuestos por los hastiales o pared de la bóveda hasta el frente. El dimensionamiento de estos circuitos se decidirá en función de las características del túnel y se reflejará en el plan de seguridad y salud de la obra.
- El Plan de Seguridad incluirá cualquier otra actividad que no estuviese prevista en este Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, así como el procedimiento de ejecución, y la identificación de riesgos por cada operación y sus oportunas medidas preventivas, protecciones (colectivas o individuales), equipos a utilizar y procedimientos a aplicar que le correspondan”.

8.21.4. Acceso al frente del túnel

8.21.4.1. Por rampa

Descripción

Para crear un frente de ataque es necesario dotarlo de un acceso desde el exterior que permita tanto la evacuación de los escombros como la entrada de suministros y materiales, así como el acceso de personal y equipos, la ventilación y otros servicios. Siempre que las condiciones externas lo permitan, el acceso se realizará mediante rampa desde la superficie hasta el nivel del túnel, ya que de esta forma es posible la circulación de camiones por la sección ya construida. Si el trazado del túnel no es muy profundo, las rampas de acceso se construyen desde calles laterales mediante pantallas. El principal problema que plantean es la ocupación del viario, que no siempre es posible realizar.

Las rampas tendrán una pendiente máxima del 10%, debiendo habilitarla para la circulación en condiciones de lluvia, así las rampas se hormigonarán dándoles la rugosidad suficiente para evitar los problemas derivados de la lluvia y el barro.

Su ejecución vendrá asociada a los riesgos y medidas preventivas correspondientes a la ejecución de muros pantalla o muros de pilotes.

Los aspectos preventivos de la ejecución de rampas mediante pantallas, se encuentran analizados en el epígrafe correspondiente *Excavación de rampas de acceso en estaciones*, siendo de aplicación en este caso todo lo allí recogido.

Se recogen aquí aquellos aspectos relacionados con la forma de actuar para acceder al túnel por este sistema.

Medios empleados

- Camiones hormigonera.
- Camiones.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Lesiones por caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Lesiones por caídas de objetos desprendidos
- Choques contra objetos móviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Lesiones por sobreesfuerzos
- Electrocutión por exposición a contactos eléctricos
- Quemaduras por contacto con sustancias cáusticas o corrosivas
- Quemaduras y otras lesiones por explosiones
- Quemaduras y otras lesiones por incendios
- Atropellos y golpes por vehículos
- Lesiones auditivas por ruido excesivo.

Medidas preventivas

Todas las medidas correspondientes a la ejecución de la rampa serán las ya contempladas para la ejecución de recintos de muros pantalla o de muros de pilotes.

Las siguientes medidas corresponden a los trabajos empleando la rampa como acceso al túnel.

- Deberá balizarse mediante valla rígida de 2 metros un paso independiente para operarios del de los camiones y otros vehículos.
- Así mismo se adecuarán los hastiales de la rampa para facilitar la entrada y salida de servicios e instalaciones.
- Toda la maquinaria deberá disponer de marcado CE.
- En la parte superior de la rampa se deberá situar un panel de seguridad con los gráficos indicadores de riesgos y de medidas preventivas de obligado cumplimiento. Entre ellos

destacaríamos los carteles de uso obligatorio de casco, botas de seguridad y ropa de alta visibilidad. Así mismo se situaran carteles de riesgo de caídas a distinto nivel, de atropello, de incendios, etc.

- Debe vigilarse que los camiones hayan pasado la inspección técnica de vehículos reglamentaria.
- Los conductos de camiones deben tener el correspondiente permiso de conducción para el vehículo que conducen.
- Cuando esté terminada la operación de carga de tierras en el camión, y antes de iniciarse el transporte, se deberá cubrir éstas con una lona.
- Al bascular en vertederos y en proximidades de zanjas, o si debe pararse en rampas de acceso, se deben utilizar topes o cuñas que impidan el recorrido marcha atrás, además de estar aplicado el freno de estacionamiento.
- En todo momento, se debe respetar la señalización de la obra, el código de circulación y las órdenes de señalistas autorizados.
- Siempre debe darse preferencia de paso a las unidades cargadas.
- Se debe elegir el camión adecuado para la carga a transportar.
- Se debe prestar especial atención al tipo, utilización y mantenimiento de los neumáticos.
- Se deben respetar, en todo momento, las indicaciones del conductor de la máquina de carga.
- Antes de levantar la caja basculante, debe asegurarse de la ausencia de obstáculos aéreos y de que la plataforma esté plana y sensiblemente horizontal.
- Todas estas máquinas deberán estar dotadas de bocina y luz de marcha atrás, así como monitor y cámara para visualizar en todo momento la parte trasera del vehículo. Y efectuarán las maniobras sin brusquedad y anunciándolas previamente.
- En todos los trabajos el conductor deberá estar cualificado y deberá usar casco de seguridad en cuanto salga de la cabina.
- Durante los trabajos de carga y descarga no deberán permanecer personas en el radio de acción de la maquinaria, evitando la permanencia de operarios sobre el basculante.

Durante las operaciones de carga y descarga de la caja basculante:

- El conductor debe quedarse en la cabina, siempre que ésta disponga de visera protectora.
- Hay que asegurarse que la caja basculante sube derecha durante la descarga y la carga está equilibrada cuando se carga.
- Se debe respetar las instrucciones del guía en la descarga.
- Siempre que la maquinaria se encuentre en la cresta de un talud se respetará la distancia de seguridad.

- Si el volquete es articulado, se debe mantener en línea.
- Si la caja basculante está provista de puertas traseras, se debe respetar las consignas propias a cada tipo de apertura, cierre y bloqueo de las puertas.

Después de la descarga de la caja basculante:

- No se debe poner en marcha la máquina hasta después de asegurarse que la caja basculante está completamente bajada.
- Los operarios no deberán saltar desde la carga o desde la caja. El salto puede producir fractura en los talones.
- El Encargado controlará que a los conductores de los camiones, al ir a traspasar la puerta de la obra, se les entregue la siguiente norma de seguridad:

Norma de seguridad para visitantes

- Atención, penetra usted en una zona de riesgo, siga las instrucciones del señalista.
- Si desea abandonar la cabina del camión utilice siempre el casco de seguridad que se le ha entregado al llegar junto con esta nota.
- Circule únicamente por los lugares señalizados hasta llegar al lugar de carga y descarga.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de polietileno (obligatorio al abandonar la cabina)
- Botas de seguridad, clase III
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Guante de cuero y lona contra riesgos mecánicos
- Chaleco reflectante o mono de trabajo de alta visibilidad
- Mono de trabajo
- Cinturón antivibratorio

Protecciones colectivas

- Vallas para delimitación de las zonas de descarga
- Señalización de la zona de descarga.
- Valla de delimitación de las zonas de personal y maquinaria.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de señalización de seguridad adecuada.

8.21.4.2. Por pozos de ataque

Descripción

Los pozos, en caso de ser necesarios se ejecutarán mediante el vaciado de un recinto de tablestacas o mediante anillos por bataches ejecutados con encofrado deslizante. El contratista definirá el procedimiento de ejecución y definirá las medidas preventivas que correspondan.

Cuando el acceso desde el exterior no es posible realizarlo por rampa se recurre al pozo vertical. Este ocupa mucho menos espacio en superficie, pero se complican bastante los transportes y movimientos del personal.

El acceso de personal al fondo del túnel se efectuará mediante escalera de tramos y mesetas.

Los materiales se bajarán al fondo mediante el empleo de un grúa fija o de grúa pórtico.

Para la elevación de las tierras de excavación se podrá optar bien por un sistema de cangilones con tolva de descarga sobre camión o bien por un sistema de contenedores con grúa independiente.

Medios empleados

- Grúa torre fija
- Escalera de tramos y mesetas tipo andamio.
- Montacargas y ascensores.
- Elevador sin fin de cangilones.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento
- Golpes por caída de objetos desprendidos
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Atrapamiento
- Lesiones por sobreesfuerzos
- Electrocutación por exposición a contactos eléctricos
- Quemaduras y otras lesiones por exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Lesiones auditivas por ruido

Medidas preventivas

- El borde de la excavación estará protegido mediante barandillas de 1 m de altura con barra intermedia y rodapié, situada a no menos de 1 metro del borde de excavación. Para todos los trabajos del gruista y de vigilancia se dispondrá de un balcón a borde de excavación con una pequeña cimentación y puntos de anclaje para arnés de seguridad. Este balcón se situará opuesto con el desembarco del acceso de personal al túnel.

- Los montacargas deben usar guías fijas, constar de contrapeso, gancho de seguridad, dispositivo que limite la carrera, enchufe macho para conexiones en el montacargas o por medio de un cable que salga de él y sistema de anclaje al terreno. Nunca se deberá sobrepasar el peso máximo autorizado del montacargas.
- El Plan de Seguridad incluirá obligatoriamente los procedimientos de montaje y cálculos justificativos de la estabilidad de los montacargas, convenientemente firmados por un técnico competente.
- El operario del montacargas se atará con un arnés de seguridad de sujeción o de suspensión (según las circunstancias) a una pica con argolla, situada en el terreno a la suficiente distancia que le permita soltarse o quedar al borde del pozo, con objeto que pueda accionar el maquinillo o grúa y moverse hasta el punto de vertido de las tierras.
- Los cables de energía eléctrica será del tipo V ó RV 0,6/1 kV o según normativa aplicable vigente. No se emplearán cables del tipo VV-500V o equivalente de color gris, inadecuados para trabajos a la intemperie y esfuerzos mecánicos.
- Los aislamientos y cubiertas de los cables serán de mezclas especiales que confieran al cable la característica de ser no propagadores de la llama, de baja emisión de humos y gases tóxicos y de nula emisión de gases ácidos o corrosivos.
- Los operarios usarán bien escaleras de tramos y mesetas en forma de andamio o bien un ascensor protegido e independiente del montacargas, y su acceso de igual forma estará protegido mediante barandillas, con puerta para salida de personas del ascensor.
- El contratista en el Plan de Seguridad deberá definir la señalización específica a disponer en las zonas de acceso en función de los riesgos. De manera general deberán figurar, al menos, carteles de uso obligatorio de casco, botas de seguridad y ropa de alta visibilidad. Así mismo se situaran carteles de riesgo de caídas a distinto nivel, de atropello, de incendios, etc.
- El contratista en el Plan de Seguridad deberá definir los obligatorios procedimientos de revisión y mantenimiento de todos los equipos y maquinaria y la necesidad de analizar los riesgos y medidas relacionadas con dichos trabajos.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Protectores auditivos.
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Botas impermeable al agua y a la humedad

- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos.
- Traje impermeable.
- Chaleco reflectante.
- Arnés y cinturones de seguridad
- Sistemas trepadores para ascenso y descenso a los pozos

Protecciones colectivas

- Balizamiento de toda la zona con señales de prohibido el acceso por peligro de derrumbamiento
- Cuadro eléctrico con protección diferencial.
- Iluminación a 24 V, y con un nivel mínimo de iluminación de 100 lux.
- Barandillas perimetrales completas de 1,0m de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio o rodapiés.
- Accesos con cerramiento dotados con candado para cerrar el acceso.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de la Señalización adecuada.

8.21.5. Frente de ataque

8.21.5.1. Definición

La realización del emboquille se podrá realizar con el auxilio de un paraguas de micropilotes de perforación, solidarizado mediante una viga-zuncho de atado. Dicho tratamiento del terreno deberá ser calculado antes del comienzo de los trabajos y dicho cálculo deberá figurar en obra firmado, sellado y con pié de firma legible. La zona del trasdós de las pantallas del emboquille deberá ser tratada con jet-grouting, o mediante la ejecución de pozos o columnas de mortero, para asegurar la estabilidad del mismo en el frente de ataque.

8.21.5.2. Medios empleados

Equipo de ejecución de micropilotes, equipo de Jet - Grouting, retroexcavadora, camión bomba, hormigonera y camiones.

8.21.5.3. Identificación de riesgos

- Electrocutación por contacto con cables eléctricos aéreos o subterráneos.
- Atrapamiento por vuelco de la pilotadora o de la máquina jet-grouting por exceso de carga.
- Golpes de objetos pesados.
- Heridas en extremidades.
- Salpicaduras de lodos bentoníticos, hormigón, detritus, etc.

- Sepultamiento por derrumbe de las paredes.
- Caídas a mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

8.21.5.4. Medidas preventivas

Las medidas preventivas a emplear son las propias de los equipos de los que disponga el contratista para los tratamientos del terreno. En general, se observarán las siguientes medidas:

- Se balizará de forma clara a una distancia mínima de cinco metros desde el borde de excavación prohibiendo el paso de cualquier persona que no participe directamente en las operaciones antes citadas.
- Se vigilará a diario la estabilidad del frente visto y se eliminarán en lo posible todos los trabajos a ejecutar a pié de frente.
- En procedimientos especiales vigilar los equipos de perforación y sobre todo los de alta presión, pues se manejan presiones muy altas no habituales. Las mangueras, racores, válvulas etc. deben estar en perfecto estado y revisadas por especialistas.

8.21.5.5. Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Botas de seguridad, clase III
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Mono de trabajo
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo

Protecciones Colectivas

- Las bocas de las perforaciones se protegerán con barandillas de 1,0m de altura y se taparán siempre que el entubado o cualquier otro elemento no supla suficientemente esta protección.
- Como paso previo a un trabajo seguro, hay que estudiar el lugar de trabajo, accesos, interferencias, etc.; para que las máquinas no tengan problemas al llegar a obra.
- Reducir en lo posible la presencia de personas en el entorno y radio de acción de máquinas.
- El personal será experto y con información suficiente sobre el trabajo a realizar.
- Procurar llevar ciclos de perforación-armado-hormigonado lo más próximo posible, para no dejar pilotes o bataches sin hormigonar al fina de jornada.

- Disponer de tapas, barandillas, equipos para bajar al fondo en pilotes para tenerlo en caso de emergencia.
- Las armaduras se moverán colgadas de dos puntos en horizontal.
- No se harán tiros oblicuos ni se arrancaran, etc. tirando con la grúa.
- Plataformas elevadoras.

8.21.5.6. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización de seguridad adecuada.

8.21.6. Procedimiento constructivo

8.21.6.1. Excavación y entibación de la galería de avance

Medios empleados

- Martillos picadores neumáticos.
- Cinta transportadora sin fin.
- Transillones, Puntales, Cerchas y Tabla de entibar.

Identificación de riesgos

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos desprendidos
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento
- Lesiones por sobreesfuerzo
- Quemaduras y otras lesiones por exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Electrocuación por exposición a contactos eléctricos
- Quemaduras e intoxicación por incendios
- Atropellos y golpes por vehículos
- Lesiones auditivas por ruido
- Lesiones por vibraciones

Medidas preventivas

- El número mínimo de operarios será de dos, manteniéndose en comunicación con un tercero de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna anomalía.

- Se dispondrá siempre de un número suficiente de elementos de entibación de reserva, procurando siempre que todos ellos sean de álamo negro. Las garantías en cuanto a flexibilidad y resistencia del álamo negro no las da ningún otro tipo de madera para trabajos con arena de miga.
- No se trabajará en el interior del frente de ataque con motores de combustión ni se renovará el aire con botellas de oxígeno comprimido. Cuando la ventilación natural sea insuficiente, se instalará un sistema adecuado de ventilación forzada.
- Todas las máquinas con motor de combustión que trabajen en la destroza pasarán revisiones semanales de los gases de escape.
- El contratista dispondrá en todo momento del sistema de drenaje adecuado para evacuar las posibles infiltraciones que se produzcan durante la excavación. Este sistema deberá incluir las condiciones, pozos y equipos de bombeo necesarios, teniendo en cuenta las características del perfil longitudinal y la situación de la red de alcantarillado próxima.
- La tensión de alimentación de alumbrado en el interior de la galería será de 24 voltios y se dispondrá siempre de un alumbrado de emergencia, de forma que una de cada tres luminarias sea de emergencia o socorro y tendrá una autonomía de 3 horas. En las instalaciones de energía eléctrica para elementos auxiliares de accionamiento eléctrico, como hormigoneras y vibradores, se dispondrá, a la llegada de los conductores de acometida, un interruptor diferencial. Cuando se utilicen vibradores eléctricos, éstos serán de doble aislamiento.
- Se protegerá a los operarios de ambientes pulvigenos mediante una correcta ventilación y mediante protectores de las vías respiratorias, definidos en función del tipo de polvo que se genere en el tajo y de sus potenciales efectos nocivos. En principio no es previsible la presencia de gran cantidad de polvo debido a la humedad natural del terreno a excavar. Se protegerá a los operarios, asimismo, de ambientes con concentración de gases peligrosos, mediante una correcta ventilación o, en su defecto, mediante protectores de las vías respiratorias, cuando la ventilación no sea posible o resulte insuficiente. Para ello se dispondrá en el frente de un medidor de gases portátil.
- La maquinaria antes de su utilización en la obra deberá tener el certificado favorable de la inspección técnica, y el contratista deberá definir los obligatorios procedimientos de revisión y mantenimiento de todos los equipos y maquinaria y la necesidad de analizar los riesgos y medidas relacionadas con dichos trabajos.
- Estará terminantemente prohibido limpiarse las vestimentas con el aire a presión que provenga del tubo de alimentación del martillo neumático, así como también estará prohibido orientar dicha salida a presión hacia un compañero.
- Uso de compresores con marca CE, situados en el exterior del túnel y con instalación semipermanente dotada de calderón de presión con purga, uso de aparejos de suspensión calculados para la carga a soportar, uso de señalista de maniobras, vigilancia permanente de la realización del trabajo seguro, limpieza permanente del tajo,

preparación de la zona de rozadura y estacionamiento, comprobación del estado de mantenimiento.

- Será obligatorio que los martillos neumáticos sean insonorizados, y a los trabajadores que se encuentren en la proximidad estarán dotados de protectores auditivos. El encargado controlará que sean utilizados por todos los trabajadores que deban permanecer a menos de 5 m, del compresor o trabajar sobre su maquinaria en funcionamiento. Además de trazará un círculo de 5 m, de radio en torno al compresor, para marcar el área en la que es obligatorio el uso de protectores auditivos.
- Antes de la puesta en marcha del compresor hay que comprobar que quedan calzadas las ruedas.
- Los cambios de posición del compresor, se realizarán a una distancia superior a los 3 m, del borde de zanjas.
- El Encargado controlará el buen estado de las mangueras eléctricas y a presión, ordenará cambiar de inmediato, todas las mangueras que aparezcan desgastadas o agrietadas. El empalme de mangueras se efectuará por medio de racores.
- El Encargado controlará que los compresores utilizados son modelos de accionamiento eléctrico.
- El Encargado controlará que no se realicen maniobras de engrase y/o mantenimiento de los martillos neumáticos, con el compresor en marcha.
- Los accesos desde el frente a la destroza se efectuarán mediante escalera de mano debidamente atada en su parte superior y con topes en su parte inferior. El resto de la línea de destroza estará balizada a un mínimo de dos metros y dicho balizamiento será perfectamente visible tanto para los trabajadores como para el maquinista encargado de ejecutar la destroza.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Casco de polietileno
- Protectores auditivos
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Botas de seguridad, clase III
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Guante de cuero y lona contra riesgos mecánicos

- Guantes de protección frente a agresivos químicos
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Traje impermeable.
- Mono de trabajo
- Chaleco reflectante
- Cinturón antivibratorio
- Linterna
- Equipo autónomo de respiración
- Arnés de seguridad homologado

Protecciones colectivas

- Medios de extracción de polvo en el frente de trabajo
- Sistema de ventilación
- Sistema de iluminación a 24 V.
- Cuadros eléctricos con protección diferencial
- Protecciones contra incendios
- Cojinete elevador de 12 Tn.
- Radioteléfono y baliza luminosa por equipo para señalar la posición.
- Linterna por cada equipo de trabajo
- Gálibos luminosos todos los vehículos y máquinas
- La maquinaria estará provista de señalización luminosa, bocina automática de retroceso y/o monitor y cámara para visualizar la parte trasera antes de realizar cualquier maniobra de retroceso
- Señalización de los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de la Señalización adecuada.

8.21.6.2. Acopios y suministro de materiales

Descripción

El proceso de acopio y manipulación de materiales como pueden ser longarinas, transillones, puntales, tabla de entibar y cuñas se ejecutan en tres fases:

- 1) Descarga de camiones y acopio principal en superficie.
- 2) Traslado y formación del acopio activo.

3) Carga de materiales para alimentación de túnel.

Así mismo se deberá disponer en obra materiales para la prolongación de las conducciones de ventilación, aire comprimido, hormigón, agua, etc., Así como líneas eléctricas luminarias y herramientas diversas.

Medios empleados

Grúas automóbiles, camiones grúa, aparejos para izar, pórticos grúa, y herramientas diversas.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Golpes por caída de objetos en manipulación
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Atrapamiento
- Lesiones por sobreesfuerzos

Medidas preventivas

- Antes de comenzar el suministro de materiales debe estar planificado el acceso, la maniobra de camiones, la disposición de la zona de acopios y disponer de los equipos necesarios para el manejo de las cargas.
- Para maniobras de carga y descarga se dispondrá de los útiles adecuados provistos de dispositivos de seguridad, y toda maniobra ha de estar dirigida por una sola persona con el fin de evitar órdenes contradictorias (señalista).
- Los paquetes de elementos largos y pesados no palatizados, como pueden ser las longarinas y los puntales así como los transillones, deberán ser atados antes de bajarlos al túnel para evitar posibles caídas durante su manipulación.
- En los desplazamientos de las longarinas y en general en los de cualquier material, se tratará de evitar movimientos bruscos que puedan generar riesgos de golpes o atrapamientos.
- Las eslingas para la manipulación de las longarinas serán de banda ancha, mantendrán la pieza equilibrada y nunca tendrán un coeficiente de seguridad inferior a seis. Al comenzar cada turno de trabajo se revisarán, retirando todas aquellas que presenten rozamientos excesivos u otros daños que disminuyan su resistencia.
- En los acopios las longarinas estarán apoyadas sobre durmientes que permitan el paso de las eslingas.
- Durante las tres fases anteriormente mencionadas se deben revisar:
 - Revisión diaria de las eslingas.

- Camión mantenga distancia de seguridad con talud 1 m
- Ángulo de las eslingas no sea > 90°.
- La carga está bien centrada.
- Las eslingas no estarán colocadas a <10 cm del borde exterior, tendrán una capacidad de carga de 6.000 kg y coeficiente de seguridad inferior a 6.
- Evitar la manipulación de la carga sobre zona con tránsito de personal.
- Evitar el paso de personas en la zona de acción pósito, habilitando pasillos peatonales.
- Igualmente evitar presencia de personal en el radio de acción del pósito con carga suspendida.

- Los riesgos considerados serán los propios derivados del acopio de longarinas y del suministro de materiales al túnel. Para ello será precisa la utilización de camiones que se descargan en obra mediante grúas o puentes grúas, y de medios para la carga de materiales en las plataformas que se enganchan a los trenes que evacuan el escombro.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos
- Mono de trabajo
- Chaleco reflectante

Protecciones Colectivas

- Vallado de las zonas de acopio
- Señales acústicas para la puesta en marcha de las grúas o puentes grúa.
- Cuñas y durmientes de madera
- Eslingas con gancho de seguridad

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.21.6.3. Detección de polvo

Descripción

Se debe controlar el contenido ambiental de polvo, debido al riesgo que supone para el trabajador la realización de actividades en ambiente pulvígeno. Pese a que como ya se ha comentado anteriormente no es previsible la formación de polvo, en caso de aparecer este se aplicarán estrictamente las medidas contempladas a tal fin en este apartado que serán desarrolladas por el adjudicatario de la obra.

Medios empleados

- Medidor-aspirador de polvo.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Quemaduras y otras lesiones por contactos o exposición con sustancias cáusticas y/o corrosivas

Medidas preventivas

- La empresa contratista realizará la medición del contenido ambiental de material pulvígeno con una periodicidad bimestral.
- Los resultados de las mediciones periódicas deberán quedar registrados de forma que permitan conocer la evolución de su peligrosidad. Para ello se utilizarán aparatos de tipo autorizado, así como procedimientos de laboratorio homologados.
- Las muestras se tomarán a una distancia menos de 5 metros del puesto de trabajo, y la duración de la toma de la muestra se extenderá a toda la jornada, entendida ésta desde la iniciación efectiva del trabajo a controlar hasta su finalización.
- El contratista deberá clasificar el lugar donde se produzcan polvos nocivos según el "Índice de Peligrosidad" del ambiente.
- El Índice de Peligrosidad de un puesto de trabajo o de la ejecución de una actividad, se determinará en función del peso del polvo respirable por metro cúbico y de su porcentaje de sílice libre, según los criterios admitidos internacionalmente.
- Se clasificarán de acuerdo con el cuadro siguiente, destacando que el aparato que sirvió para la determinación de los mg/ m³: de polvo respirable fue un aspirador de polvo de 2,5 l/min, con separador de partículas, mediante placas horizontales que efectúan la selección de polvo respirable de acuerdo con el criterio establecido en la Conferencia Internacional de Johannesburgo, recogiendo el polvo respirable mediante filtración sobre membrana. Por tanto, la utilización de otro sistema de muestreo llevará implícita la utilización de los valores equivalentes que se hayan establecido para el aparato en su correspondiente acreditación.

	< 10 % SiO ₂	10 – 30 % SiO ₂	> 30 % SiO ₂
Clase I	< 6 mg/ m ³	< 3 mg/ m ³	< 2 mg/ m ³
Clase II	6 - 10 mg/ m ³	3 – 6 mg/ m ³	2 – 3 mg/ m ³
Clase III	> 10 mg/ m ³	> 6 mg/ m ³	> 3 mg/ m ³

- Las medidas de prevención, en función de la clasificación anterior serán:

Clase I: Se considerará sin riesgo, sin perjuicio de que se aconseje la utilización de medidas de prevención que puedan rebajar la cantidad de polvo.

Clase II: Se aplicarán medidas de prevención adecuadas para reducir los índices obtenidos.

Clase III: Sin perjuicio de las medidas de prevención inmediatas que deberá tomar el contratista principal, se dará cuenta a la autoridad competente como promotora de las obras que dictaminará sobre las medidas concretas a adoptar, así como el plazo de ejecución de las mismas.

- En caso de ser necesarias, se situarán bocas de extracción de polvo en el frente de trabajo.
- En los puestos de trabajo donde no puedan aplicarse medidas colectivas de prevención de polvo, y en aquellas en que a pesar de dichas medidas los índices permanezcan superiores a los valores máximos admisibles establecidos, la empresa contratista principal dotará al personal de mascarillas para su utilización durante los momentos de máxima producción de polvo, que serán revisadas periódicamente.
- Solamente podrán ser admitidos a trabajar en actividades con riesgo de neumoconiosis las personas que hayan superado el examen médico realizado en las condiciones establecidas en legislación vigente.
- El personal que trabaje en actividades con dicho riesgo, deberá ser reconocido periódicamente en las condiciones, criterios y plazos establecidos en la legislación vigente sobre enfermedades profesionales.

Protecciones**Protecciones Individuales**

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo

- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos.
- Mono de trabajo
- Chaleco reflectante
- Linterna
- Equipo autónomo de respiración

Protecciones Colectivas

- Iluminación de seguridad
- Sistema de ventilación
- Medios para el control del aire respirable
- Extintores de agua
- Extractores de gases
- Detectores de gases
- Protección contra incendios

Medidas complementarias

Uso obligatorio de señalización adecuada.

8.21.6.4. Medición de ruido

Descripción

Deberán evitarse los efectos perjudiciales ocasionados por el ruido y las vibraciones. Para ello deberá tenerse en cuenta la normativa vigente para la protección de los trabajadores frente al ruido y en particular el presente Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

Medios empleados

- Medidores del Nivel Sonoro

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Quemaduras y otras lesiones por contactos o exposición con sustancias cáusticas y/o corrosivas

Medidas preventivas

- El contratista principal está obligado a realizar una evaluación inicial de los puestos de trabajo, así como un reconocimiento inicial a los trabajadores que, a priori, estén expuestos a niveles de ruido peligrosos (nivel de ruido continuo de 80 dB (A), o nivel de pico 140 dB).

- La evaluación deberá hacerse por medición del nivel de ruido, de acuerdo con el instrumental y normas técnicas que especifica la legislación vigente. Se medirá diariamente:
 - Nivel de ruido continuo equivalente, correspondiente a la exposición diaria.
 - Nivel de ruido máximo de pico.
- En caso de oscilar mucho el ruido de un día a otro, se tomará el nivel promedio semanal.
- En general las medidas preventivas a adoptar en función del Nivel Sonoro Equivalente Diario (8 horas/día) al que se encuentren expuestos los trabajadores será el siguiente:

ACTUACIONES	NIVEL SONORO EQUIVALENTE DIARIO (8 HORAS/DÍA)		
	80/85 dB(A)	85/90 dB (A)	>90 dB (A) ó 140 dB de Pico
Programa de Medidas	---	---	SI
Información	SI	SI	SI
EPI's	No es obligatorio utilizarlo A demanda de los trabajadores	Es obligatorio el uso por todos los trabajadores	Es obligatorio el uso por todos los trabajadores
Señalización	---	---	
Restringir acceso	---	---	
Audiometrías	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada año
Registro y análisis datos	SI	SI	SI
Información adquisición de equipos	SI	SI	SI
Evaluación exposición	Cada 3 años	Cada año	Cada año

- El contenido mínimo de los reconocimientos médicos inicial, periódicos o adicionales deberán estar de acuerdo con la legislación vigente y ser coherente con la evaluación de riesgos:

- a) Reconocimiento inicial: Antes de la exposición al ruido o al comienzo de éste. Constará de una anamnesis, y una otoscopia combinada con control audiométrico. Se repetirá a los dos meses.
- b) Reconocimiento periódico: A intervalos según el nivel de exposición al ruido de cada trabajador. Constará de una otoscopia combinada con control audiométrico.
- c) Reconocimientos adicionales: Aquellos trabajadores que hayan estado accidentalmente sin protección a un nivel de pico superior a 140 dB. Constará de una otoscopia combinada con control audiométrico.

Los resultados de los controles médicos, así como los valores de las mediciones obtenidas se archivarán en la empresa contratista principal, de forma que exista un registro de los niveles de exposición por cada puesto de trabajo y una ficha médica para cada empleado.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Protectores auditivos
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos.
- Mono de trabajo
- Chaleco reflectante
- Linterna
- Equipo autónomo de respiración
- Cinturón portaherramientas

Protecciones Colectivas

- Iluminación de seguridad
- Sistema de ventilación
- Detectores de gases
- - Protección contra incendios

Medidas complementarias

Uso obligatorio de señalización adecuada.

8.21.6.5. Riesgos asociados a inestabilidad del terreno

Descripción

Cuando se atraviesan terrenos no muy competentes o con gran cantidad de agua, se pueden dar lugar, por ejemplo, a chimeneas en el terreno o a presencia de agua en el frente de trabajo (taponazos), así como a cualquier otro tipo de contratiempo con el terreno.

Medios empleados

- Martillos picadores neumáticos
- Elementos auxiliares de entibación (cerchas, transillones, puntales, tabla y cuñas)

Identificación de riesgos

- Sepultamiento por desprendimiento de terreno
- Caídas de personas al mismo nivel
- Golpes por caídas de objetos en manipulación
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Golpes por vuelco de materiales

Medidas preventivas

- El frente de la galería de avance será reconocido por un especialista geotécnico de la empresa constructora, al menos al finalizar la excavación de cada pase, quién propondrá al Equipo Fiscalizador, en su caso, las medidas a adoptar antes de que se lleve a cabo el ensanche de la excavación.
- Dicho especialista tendrá una titulación de ingeniero superior, ingeniero técnico o geólogo, y una experiencia acreditada en geotecnia y obras subterráneas de 5 años como mínimo. Si el terreno es inestable, se debe mejorar las condiciones de resistencia del mismo mediante tratamiento adecuado (entibación cuajada, micropilotes, agotamiento, inyecciones, gunitado, ...).
- El contratista dispondrá en todo momento del sistema de drenaje adecuado para evacuar las posibles infiltraciones que se produzcan durante la excavación. Este sistema deberá incluir las condiciones, pozos y equipos de bombeo necesarios, teniendo en cuenta las características del perfil longitudinal y la situación de la red de alcantarillado próxima.
- En caso de iniciarse una chimenea se detendrá la excavación aplicando el plan de control de la misma que deberá diseñar el contratista para evitar el crecimiento de las chimeneas (heno, colchones de aire comprimido, etc.). Así mismo se dará aviso a la boca del túnel para que se desplace un equipo de emergencias a la posible imagen superior de la chimenea.
- El contratista pondrá todas las medidas necesarias para garantizar la estabilidad del frente y las medidas preventivas tendentes a controlar dicho riesgo

- Queda terminantemente prohibido que un trabajador se introduzca en el interior de la chimenea para evitar su crecimiento.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad.
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos
- Mono de trabajo
- Botas de agua
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Linterna
- Equipo autónomo de respiración

Protecciones Colectivas

- Iluminación de emergencia y de servicio
- Sistema de ventilación
- Cámaras de plástico para aire comprimido
- Balizas luminosas
- Protecciones contra incendios

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.21.6.6. Extracción de material excavado

Descripción

El sistema de desescombrado que transportará el material excavado desde el frente de excavación puede ser en el avance:

- Mediante cintas transportadoras.
- Mediante mini cargadora accionada por aire comprimida o de accionamiento eléctrico.

Y en fase de destroza:

- Mediante cintas transportadoras, cuando la extracción se realiza a través de pozos.
- Mediante camiones, cuando la extracción se realiza a través de rampas.

Medios empleados

- Mini cargadoras
- Camiones
- Cintas transportadoras

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caídas de objetos desprendidos
- Choques contra objetos móviles
- Golpes por objetos os herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Lesiones por sobreesfuerzos
- Quemaduras e intoxicación por incendios
- Atropellos y golpes por vehículos
- Lesiones auditivas por ruido

Medidas preventivas

Camiones

- Debe vigilarse que los camiones hayan pasado la inspección técnica de vehículos reglamentaria.
- Los conductores de camiones deben tener el correspondiente permiso de conducción para el vehículo que conducen y disponer de formación específica para los trabajos en interior del túnel.
- Debe planificarse y balizarse una zona de espera para camiones (siempre parados, nunca al ralentí) y una zona específica de giro, en la cual esté prohibida la circulación de trabajadores a pie durante las maniobras.
- Todos los camiones deberán disponer de señal acústica de marcha atrás.
- Cuando esté terminada la operación de carga de tierras en el camión, y antes de iniciarse el transporte, se deberá cubrir éstas con una lona.
- Al bascular en vertederos y en proximidades de zanjas, o si debe pararse en rampas de acceso, se deben utilizar topes o cuñas que impidan el recorrido marcha atrás, además de estar aplicado el freno de estacionamiento.
- En todo momento, se debe respetar la señalización de la obra, el código de circulación y las órdenes de señalistas autorizados.
- Siempre debe darse preferencia de paso a las unidades cargadas.

- Se debe elegir el camión adecuado para la carga a transportar, con capacidad para girar en espacios reducidos y con una gran visibilidad.
- Se debe prestar especial atención al tipo, utilización y mantenimiento de los neumáticos.
- Se deben respetar, en todo momento, las indicaciones del conductor de la máquina de carga.
- Antes de levantar la caja basculante, debe asegurarse de la ausencia de obstáculos aéreos y de que la plataforma esté plana y sensiblemente horizontal.
- Todas estas máquinas deberán estar dotadas de bocina y luz de marcha atrás, así como monitor y cámara para visualizar en todo momento la parte trasera del vehículo. Y efectuarán las maniobras sin brusquedad y anunciándolas previamente.
- En todos los trabajos el conductor deberá estar cualificado y deberá usar casco de seguridad en cuanto salga de la cabina.
- Durante los trabajos de carga y descarga no deberán permanecer personas en el radio de acción de la maquinaria, evitando la permanencia de operarios sobre el basculante.

Durante las operaciones de carga y descarga de la caja basculante:

- El conductor debe quedarse en la cabina, siempre que ésta disponga de visera protectora.
- Hay que asegurarse que la caja basculante sube derecha durante la descarga y la carga está equilibrada cuando se carga.
- Se debe respetar las instrucciones del guía en la descarga.
- Siempre que la maquinaria se encuentre en la cresta de un talud se respetará la distancia de seguridad.
- Si el volquete es articulado, se debe mantener en línea.
- Si la caja basculante está provista de puertas traseras, se debe respetar las consignas propias a cada tipo de apertura, cierre y bloqueo de las puertas.

Después de la descarga de la caja basculante:

- No se debe poner en marcha la máquina hasta después de asegurarse que la caja basculante está completamente bajada.
- Los operarios no deberán saltar desde la carga o desde la caja. El salto puede producir fractura en los talones.
- El Encargado controlará que a los conductores de los camiones, al ir a traspasar la puerta de la obra, se les entregue la siguiente norma de seguridad:

Norma de seguridad para visitantes

- Atención, penetra usted en una zona de riesgo, siga las instrucciones del señalista.
- Si desea abandonar la cabina del camión utilice siempre el casco de seguridad que se le ha entregado al llegar junto con esta nota.

- Circule únicamente por los lugares señalizados hasta llegar al lugar de carga y descarga.

Cintas transportadoras

- Se cubrirán con materiales impermeables aquellas zonas de las cintas transportadoras que pueden ser dañadas por la caída de tierras.
- Se conectarán a tierras las partes metálicas de la estructura de sustentación de la cinta transportadora y especialmente la carcasa del cuadro eléctrico, para prevenir el riesgo por contacto eléctrico.
- El cuadro eléctrico de la cinta, contendrá como mínimo un interruptor de sobre intensidad (magnetotérmico) y un disyuntor diferencial adecuado para el voltaje, de suministro eléctrico, en combinación con la toma de tierra de las partes metálicas de la máquina.
- El cable de alimentación eléctrica será del tipo antihumedad de alta resistencia, no propagador de la llama y sin empalmes.
- Previamente a poner en marcha la cinta transportadora, se debe comprobar que las ruedas están controladas (frenadas, trabadas o calzadas) para prevenir desplazamientos imprevistos.
- La posición de la cinta transportadora, sólo se cambiará previa desconexión de la instalación eléctrica.
- La limpieza de la cinta transportadora, nunca se realizará con ésta en funcionamiento, se debe parar previamente para evitar atrapamientos.
- Las cintas transportadoras, junto a los tambores, grupos de accionamiento, rodillos de presión y de los sistemas retractiles, de descargas móviles intermedias (tripoer), tensión automática, etc., deben instalarse cables de paro de emergencia en ambas márgenes que sean fácilmente accesibles para el personal que pueda manipular la cinta. Todas las partes móviles se protegerán con carcasas para evitar riesgos de atrapamiento con partes móviles. En especial en la zona de arranque de la cinta y en las tolvas entre cintas.
- Asimismo, las cintas dispondrán de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de material.
- El personal encargado del manejo de la cinta, deberá recibir un manual de normas específicas, según establezca el plan de seguridad y salud, no debiéndose autorizar la utilización de la cinta transportadora por personas que no estén autorizadas.
- No se manipulará nunca la cinta en movimiento. Las cintas estarán dotadas de mecanismos que permitan la operación de rascado del tambor a voluntad del operario cuando se observe la formación de costas. El accionamiento debe realizarse desde el exterior de la cinta sin necesidad de retirar la rejilla protectora.
- Antes de poner en marcha la cinta, se revisará siempre la inmovilización de la misma, así como su frenado y estabilización.

- Se mantendrán limpias y ordenadas las zonas de paso junto a las cintas.
- Las cintas transportadoras no se considerarán en ningún caso, elementos de elevación de personal.
- Se establecerá un sistema de mantenimiento adecuado de cada cinta.
- En los tramos donde las cintas discurran sobre áreas de trabajo o de circulación, se debe instalar alguno de los siguientes dispositivos:
 - a) Encauzadores ajustados a la parte superior de la banda, que retengan los ocasionales fragmentos rodantes que puedan salir despedidos durante su transporte.
 - b) Carenado que cubra totalmente el tramo de cinta de forma que los posibles derrames queden retenidos en el interior.
 - c) Paneles de recogida colocados debajo de la cinta, con pendiente suficiente para que los derrames puedan ser encauzados y vertidos directamente en zonas no peligrosas.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de polietileno (obligatorio al abandonar la cabina)
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Botas de seguridad, clase III
- Guante de cuero y lona contra riesgos mecánicos
- chaleco reflectante
- Mono de trabajo
- Cinturón antivibratorio

Protecciones colectivas

- Vallas para delimitación de las zonas de descarga
- Señalización de la zona de maniobra
- Instalaciones de protección contra incendios
- Controles de la calidad del aire
- Poner a tierra las cintas transportadoras
- Escaleras de acceso a las plataformas
- Protección diferencial en líneas de distribución

Medidas complementarias

Uso obligatorio de Señalización adecuada

8.21.6.7. Cimbrado de la bóveda

Descripción

El sistema de encofrado previsto para la bóveda, consta de cuatro módulos autorresistentes de encofrado de 1,25 m de longitud cada uno, y un carro hidráulico para el movimiento de los módulos. El equipo permite un avance telescópico de los módulos encofrantes, que en la fase de hormigonado se acodalan contra el terreno. El tope frontal es de madera montado sobre soporte metálico, ayudado por chapa para evitar la filtración de lechada. El carro hidráulico está formado por perfiles metálicos electrosoldados y se desplaza sobre carriles mediante ruedas metálicas con pestañas, estando las dos traseras motorizadas. Incorpora un bastidor de elevación sobre cuatro cilindros hidráulicos para maniobra del panel de clave y cuenta con central hidráulica con pupitre de mando.

El procedimiento de realización de dichos trabajos es el siguiente:

- 1.-Desencofrado
- 2.-Traslado de encofrado
- 3.-Eliminación del tape
- 4.-Colocación del encofrado
- 5.-Realización del tape
- 6.-Hormigonado

Medios empleados

- Carro hidráulico
- Carriles
- Herramientas de elevación de carriles
- Tronzadora

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento
- Choques contra objetos móviles
- Choques contra objetos móviles
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Contactos térmicos

- Exposición a contactos eléctricos
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Lesiones auditivas por ruido

Medidas preventivas

- Los carros de encofrado se disponen sobre carriles. Ante la rigidez de las patas del carro de encofrado, es difícil que haga tumbar los carriles hacia el interior, pero como medida preventiva se colocará algún elemento que impida el vuelco de los carriles, impidiendo que descarrile el carro.
- Para desplazar el encofrado, se debe extremar las precauciones en concreto en el riesgo de atrapamiento en el rodar de las ruedas del carro sobre el carril. Dicho carro se desplaza a unas velocidades muy pequeñas, dando la sensación de estar parado. Para avisar de su movimiento debe tener un avisador acústico de maniobra.
- Será necesario mantener un orden y limpieza en el tajo, en carro de encofrado, etc.
- El tajo dispondrá de la iluminación suficiente para desarrollar los trabajos en buenas condiciones.
- El carro dispone de una escalera de acceso. Esta escalera ha de disponer de barandillas, a cada lado de los escalones, facilitando el ascenso y descenso por la misma. Los escalones deben tener la anchura necesaria. Dada la inclinación de la escalera, se deberá ascender y descender de cara a la escalera.
- Tanto las plataformas como los escalones de la escalera, no estarán resbaladizos. Se puede aplicar serrín, por ejemplo.
- Las alturas de estos carros dependen de la sección del túnel, pero en los túneles de Metro, siempre se superan los 2 m que la reglamentación marca como mínimo para considerarse caída en altura, con lo cual siempre se deberá proteger al trabajador de ese riesgo con medidas colectivas, como son las plataformas de hormigonado y con protecciones individuales.
- En el movimiento de los paneles de encofrado, los trabajadores deben subirse al carro para poner los tensores que unen encofrado y carro. Se extremarán las medidas para evitar el descuelgue de los faldones del encofrado. Para ello la elevación se ejecutará con la ayuda de un polipasto de aire comprimido y prohibiendo la estancia de trabajadores próximos a dicha zona.
- Una vez puesto los tensores se realiza el desencofrado. Se deberá hacer una limpieza de los laterales de los encofrados para evitar la caída de placas de hormigón. El operador del carro de encofrado dispone en su puesto de mando de una marquesina que le protege de esos impactos.
- La realización del tape de encofrado se realiza desde plataformas de trabajo o escaleras de mano. Los trabajadores encargados de manejar la plataforma de trabajo, habrán recibido una formación específica de su manejo.

- el buen estado de los controles de las máquinas
- el buen estado de los neumáticos
- el buen estado de los manguitos y abrazaderas de los circuitos de presión en prevención de fugas
- el buen estado de los dispositivos de aviso acústico y luminoso

Protecciones

Protecciones individuales

- Casco de seguridad
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos
- Chaleco reflectante
- Arnés de seguridad
- Cinturón antivibratorio

Protecciones colectivas

- Plataformas de servicio delantero ancladas a propio carro encofrador, protegidas con barandillas reglamentarias para evitar el riesgo de caída en altura.
- Cable de seguridad
- Sistema de ventilación
- Sistema de iluminación
- Instalaciones de protección contra incendios
- Controles de calidad de aire

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada

8.21.6.8. Hormigonado de la bóveda

Descripción

El hormigón rellena el hueco entre el encofrado y terreno, adaptándose a las irregularidades de la roca y adoptando la forma externa del encofrado (entibación cuajada con tabla de entibar).

El hormigonado de la bóveda se hará inmediatamente después de la excavación y el cimbrado. Para la colocación del hormigón, el encofrado dispone de boquillas con tapadera en

paneles de clave y ventanas de registro. El hormigonado se realizará mediante bomba autónoma, situada fuera del túnel y con tubería para hormigonado, accediendo los camiones hormigonera de forma normal sin interceder en el trabajo del túnel ni solucionar el ambiente.

La instalación de bombeo será definitiva, realizando una adecuada labor de mantenimiento para evitar adherencias o tapones.

Medios empleados

- Bomba.
- Tubería.
- Camiones hormigonera
- Elementos de comunicaciones

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Heridas por pisadas sobre objetos
- Choques contra objetos
- Golpes por objetos y herramientas
- Lesiones por proyección de partículas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Electrocutión por exposición a contactos eléctricos
- Contacto con sustancias cáusticas y corrosivas (dermatitis de contacto)

Medidas preventivas

- Se utilizarán equipos con dispositivos especiales de alimentación de aditivos del hormigón por vía húmeda, al objeto de que se produzca menor cantidad de polvo.
- El personal deberá mantenerse tan alejado de las zonas donde haya polvo como sea posible.
- Todas las operaciones de mantenimiento se realizarán con los equipos parados, por tanto se vigilará que se efectúe la desconexión de la máquina, tanto de la línea eléctrica como de la del aire comprimido, para efectuar cualquier tipo de trabajo de mantenimiento.
- La instalación en su conjunto se podrá poner fuera de servicio mediante un interruptor omnipolar general accionado a mano, colocado en el circuito principal. Este interruptor estará situado en lugares de fácil acceso y perfectamente identificable.

Los operarios que realicen la labor de hormigonado deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.
- Antes de iniciar el suministro deberán asegurarse de que todos los acoplamientos de palanca tiene en posición de inmovilización los pasadores.
- Se asegurarán que está instalada la parrilla antes de verter el hormigón en la tolva.
- No tocar directamente con las manos la tolva o el tubo oscilante si la máquina está en marcha. Si se deben realizar trabajos en ellos, habrá que parar el motor de accionamiento, purgar la presión del acumulador a través del grifo y luego se realizará la tarea que sea necesaria.
- Se comprobará diariamente el desgaste interno de la tubería de transporte, antes de iniciar el suministro, mediante un medidor de espesores, ya que una rotura de la tubería en presión puede dar lugar a graves accidentes.
- Se realizará una prueba de presión a un 30% por encima de la presión normal de trabajo (presión de seguridad) si trabaja a presiones mayores de 5 MPa. (50 bares).
- Si se debe bombear a gran distancia, antes de suministrar el hormigón, hay que probar los conductos bajo la presión de seguridad.
- Habrá que comprobar y recambiar, si es el caso, los acoplamientos, juntas y codos, cada 100 m³ bombeados si trabaja a presiones mayores de 5 MPa (50 bares).
- Las conducciones de vertido de hormigón por bombeo, a las que pueden aproximarse operarios a distancias inferiores a 3 m quedarán protegidas por resguardos de seguridad en prevención de accidentes.
- La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- La manguera terminal de vertido, será gobernada por un mínimo a la vez de dos operarios, para evitar las caídas por movimientos incontrolados de la misma.
- El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado, será dirigido por un operario especialista, para evitar accidentes por tapones y sobrepresiones internas.
- Antes de iniciar el bombeo de hormigón se deberá preparar el conducto (engrasar las tuberías), enviando masas de mortero de dosificación, para evitar el atoramiento o tapones.
- Una vez concluido el hormigonado se lavará y limpiará en el interior de los tubos de toda la instalación, en prevención de accidentes por la aparición de tapones de hormigón.

En caso de obstrucciones, se procederá a:

- Apagar la máquina de la energía eléctrica y aislar el cable que lo conecta antes de efectuar cualquier trabajo.
- Se desconectará la energía y la manguera del aire comprimido
- Se sostendrá el extremo de la manguera en la que se ha producido la obstrucción
- No se entrará en la zona que se encuentra en la dirección de la expulsión, para evitar heridas resultantes de las sacudidas de la manguera y del material expulsado.
- El operador debe observar en todo momento la zona en la que se producirá la expulsión
- El Plan de Seguridad debe detallar y disponer las plataformas elevadas que se emplearán para todos los trabajos de hormigonado dentro de la sección del túnel.

Protecciones**Protecciones individuales**

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos
- Traje impermeable
- Chaleco reflectante
- Arnés y cinturones de seguridad
- Cinturón antivibratorio

Protecciones colectivas

- Plataformas de trabajo
- Escalera de mano.
- Cable de seguridad al que deberán anclar los mosquetones de los cinturones de seguridad los operarios.
- Balizamiento de toda la zona con señales de prohibido el acceso.
- Iluminación a 24 V.
- Sistema de ventilación.

- Instalación de protección contra incendios
- Medios de extracción de polvo en el frente de trabajo.
- Controles de calidad del aire
- Cuadro eléctrico con protección diferencial.
- Radioteléfono y baliza luminosa por equipo para señalar la posición.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de señalización adecuada
- Polipasto neumático
- Medios auxiliares: Plataformas elevadoras y escaleras de mano.

8.21.6.9. Excavación en destroza**Descripción**

Una vez hormigonada la bóveda y con un desfase de 7 u 8 anillos, se comienza la destroza, mediante la excavación mecánica, dejando un resguardo del orden de 1 a 1,5 m en los hastiales con el fin de que los empujes transmitidos por la bóveda no originen en el terreno de apoyo planos de inestabilidad que ocasionen asientos y roturas en la misma.

Medios empleados

- Retroexcavadora o pala cargadora

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Choques contra objetos móviles
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Atrapamiento
- Quemaduras y otras lesiones por exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Electrocuación por exposición a contactos eléctricos
- Quemaduras e intoxicaciones por incendios
- Atropellos y golpes por vehículos
- Lesiones auditivas por ruido
- Lesiones por vibraciones

Medidas preventivas

- Se balizará en la zona de avance para evitar caídas a distinto nivel, de forma que la zona balizada sea visible tanto para los operarios del nivel superior como para el maquinista.
- Durante los trabajos de destroza queda terminantemente prohibido el tránsito de entrada o salida al frente de ataque, minimizando así los riesgos de caída a distinto nivel y/o atropellamiento.
- Previo a su entrada en obra, se exigirá la ITV correspondiente. La maquinaria será inspeccionada diariamente controlando el buen funcionamiento del motor (sobre todo de la correcta combustión), sistemas hidráulicos, frenos de dirección, luces bocina retroceso, transmisiones, cadenas ó neumáticos
- Las máquinas estarán dotadas de faros de marcha hacia delante, y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso y/o cámara y monitor para visualizar la parte trasera, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.
- El Vigilante de Seguridad redactará un parte diario sobre las revisiones que se realizan a la maquinaria que presentará al Jefe de Obra.
- Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.
- Durante el tiempo de funcionamiento de las máquinas, se señalizará su entorno con “señales de peligro”, para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha. Un operario ejercerá de señalista para evitar atropellos derivados de la falta de espacio o de la imprudencia de los trabajadores en sus desplazamientos interiores por el túnel.
- Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento el cazo, puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto.
- Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo
- Se prohíben las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha.
- Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido.
- Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.
- Se prohíbe la realización de replanteos o mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria y alejarla a otros tajos.

- Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación.
- Se habilitará un pasillo de acceso hasta el frente, al menos en la zona afectada por la excavación, acotado mediante barandillas, para el personal de a pie.
- Se extremará el cuidado al circular por terreno irregulares o sin consistencia
- El maquinista será siempre una persona cualificada.
- Se utilizarán señales luminosas, bocina automática de retroceso y/o cámara y monitor para visualizar la parte trasera. Se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Protectores auditivos
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos.
- Traje impermeable.
- Chaleco reflectante
- Arnés y cinturones de seguridad
- Cinturón antivibratorio.

Protecciones colectivas

- Gálidos luminosos todos los vehículos y máquinas
- La maquinaria estará provista de señalización luminosa y acústica de marcha atrás y monitor y cámara para visualizar la parte trasera antes de realizar cualquier maniobra de retroceso.
- Sistema de ventilación.
- Medios de extracción de polvo en el frente de trabajo
- Detectores de gases
- Medidas de comunicación con el exterior del túnel.
- Iluminación interior a 24 V

- Señalización de vías y accesos con señales luminosas
- Vigilancia de todos los accesos mediante operarios, señales ópticas y o acústicas.
- Balizamiento de la zona de trabajo de la máquina mediante estacas o banderines.
- Balizamiento en la zona de circulación de vehículos y trabajadores
- Malla de seguridad que señalice el trabajo en destroza
- Separar paso de vehículos y pasos de peatones.
- Radioteléfono y baliza luminosa por equipo para señalar la posición.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de Señalización adecuada.

8.21.6.10. Excavación de los hastiales

Descripción

Finalizada la destroza, se realiza la excavación mecánica de los hastiales por bataches contrapeados, en módulos de 2,5 m de longitud. Se tomará siempre la precaución de que la junta entre dos anillos de la bóveda se sitúe aproximadamente en el centro de un batache, a fin de no descalzar la bóveda. Así mismo, y por la misma razón, nunca se excavarán a la vez dos bataches enfrentados.

La excavación de los bataches es una operación delicada, especialmente en condiciones adversas del terreno o en presencia de agua, ya que durante la misma hay que descalzar parte de la bóveda. Se tiene que adoptar las precauciones necesarias para evitar cualquier asiento del terreno que pueda producir agrietamiento o rotura de la bóveda.

La excavación se ejecutará en dos fases. En la primera se ejecutará la parte principal de la misma con la retroexcavadora o la pala cargadora empleada para la destroza. En una segunda fase se rematará la excavación con el perfilado del terreno excavado a mano con martillo neumático y con la ayuda de andamios o carretillas elevadoras.

Medios empleados

- Pala Cargadora
- Carretilla elevadora o andamio
- Martillo neumático

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos

- Choques contra objetos móviles
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Quemaduras y otras lesiones por exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Electrocutión por exposición a contactos eléctricos
- Quemaduras e intoxicaciones por incendios
- Atropellos y golpes por vehículos
- Lesiones auditivas por ruido
- Lesiones por vibraciones

Medidas preventivas

- Los trabajos de excavación deberán comenzar con el preciso diagnóstico acerca de la estabilidad del terreno, acopiándose los correspondientes materiales para la entibación manual del terreno por si fuese preciso protegerlo.
- Previo a su entrada en obra, se exigirá la ITV correspondiente. La maquinaria será inspeccionada diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos de dirección, luces bocina retroceso, transmisiones, cadenas ó neumáticos
- Las máquinas estarán dotadas de faros de marcha hacia delante, y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso y/o cámara y monitor para visualizar la parte trasera, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.
- El Vigilante de Seguridad redactará un parte diario sobre las revisiones que se realizan a la maquinaria que presentará al Jefe de Obra.
- Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello, mediante balizamiento y señalista.
- Durante el tiempo de marcha y parada de las máquinas, se señalará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.
- Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento el cazo, puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto.
- Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite.

- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo. Si no se llega a un punto se deberán emplear los medios auxiliares. O bien se emplea andamio homologado o bien una carretilla elevadora, ofreciendo esta unas mayores cotas de seguridad por estar menos expuesta a desprendimientos del terreno.
- Se prohíben las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha.
- Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido.
- Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.
- Se prohíbe la realización de replanteos o mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria y alejarla a otros tajos.
- Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación.
- Se habilitará un pasillo de acceso hasta el frente, al menos en la zona afectada por la excavación, acotado mediante barandillas, para el personal de a pie.
- Se extremará el cuidado al circular por terreno irregulares o sin consistencia
- El maquinista será siempre una persona cualificada.
- Se utilizarán señales luminosas, bocina automática de retroceso y/o cámara y monitor para visualizar la parte trasera. Se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Protectores auditivos
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos.
- Traje impermeable.
- Chaleco reflectante
- Arnés y cinturones de seguridad
- Cinturón antivibratorio

Protecciones colectivas

- Gálidos luminosos todos los vehículos y máquinas
- La maquinaria estará provista de señalización luminosa, bocina automática de retroceso y/o monitor y cámara para visualizar la parte trasera antes de realizar cualquier maniobra de retroceso
- Sistema de ventilación.
- Medios de extracción de polvo en el frente de trabajo
- Medidas de comunicación con el exterior del túnel.
- Iluminación interior a 24 V
- Señalización de vías y accesos con señales luminosas
- Vigilancia de todos los accesos mediante operarios, señales ópticas y o acústicas.
- Balizamiento de la zona mediante estacas o banderines
- Malla de seguridad que señalice el trabajo en destroza
- Separar paso de vehículos y pasos de peatones.
- Radioteléfono y baliza luminosa por equipo para señalar la posición.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de señalización adecuada

8.21.6.11. Hormigonado de los hastiales

Definición

Una vez realizada la excavación, se desencofra el anterior hastial y se coloca el encofrado metálico y se hormigona mediante bombeo. Se dispondrá de, al menos, cuatro paneles de encofrado metálico (dos a la derecha y dos a la izquierda) de 2,5 m de longitud para los hastiales. Para mover los encofrados de un batache a otro se utiliza la misma pala cargadora que trabaja en la destroza.

El vibrado se ejecutará mediante vibradores neumáticos de superficie.

Medios empleados

- Pala cargadora y bomba autónoma

Identificación de riesgos

- Choques contra objetos móviles
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Atrapamiento

- Quemaduras y tras lesiones por exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Lesiones auditivas por ruido

Medidas preventivas

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas
- Queda prohibido subirse al cazo de la pala para realizar el encofrado.
- Todas las operaciones de apuntalado del encofrado se ejecutarán con la ayuda de escaleras de mano, andamios homologados o plataformas elevadoras, sin retirar el apoyo de la pala hasta no asegurar su estabilidad. No obstante, queda prohibido circular alrededor del hastial a encofrar hasta que no esté garantizada su estabilidad.
- Organización del trabajo y señalización.
- Perfecta delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria.
- Se extremarán las medidas para evitar las fugas de hormigón por las juntas o por sobrecavaciones.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Protectores auditivos
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos.
- Traje impermeable.
- Mono de trabajo
- Chaleco reflectante

Protecciones colectivas

- Balizamiento de toda la zona con señales de prohibido el acceso.
- Iluminación a 24 V.
- Sistema de ventilación.
- Detectores de gases

- Cuadro eléctrico con protección diferencial.
- Radioteléfono y baliza luminosa por equipo para señalar la posición

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de señalización adecuada
- Medios auxiliares: Plataformas elevadoras y andamios.

8.21.6.12. Inyección del trasdós

Definición

Como operación complementaria del revestimiento, deben realizarse inyecciones de contacto, con mortero, colocado a baja presión, que tiene por objeto rellenar los huecos existentes entre el terreno y hormigón próximo a la zona de contacto y fundamentalmente sellar dicha superficie.

La inyección puede extenderse a todo el contorno, pero debe cuidarse fundamentalmente la bóveda, que es donde cabe esperar una mayor proporción de huecos, producidos por dificultades durante el hormigonado ya que es la zona más difícil de rellenar.

Los taladros se colocan al tresbolillo con una densidad aproximada de uno cada 6 m², profundizando su perforación ligeramente en el terreno de 0,60 a 0,80 m, con objeto de consolidar la misma en el entorno próximo a la zona de contacto. El diámetro de perforación es de unos 50 mm.

La presión de inyección suele ser inferior a los 0,2 MPa.

La mezcla está formada por mortero de cemento y arena en la relación 1:1. Si los huecos son pequeños se utiliza una lechada más o menos densa, normalmente dosificaciones al 50 %.

Los tramos de inyección deberán ir a una distancia de 10 anillos de los hastiales o ejecutarse en horas de descanso de los trabajos en la destroza para evitar interferencias.

Se inyectará, bien con la bomba de superficie o bien con una bomba autónoma.

Los taladros se ejecutarán con una sacatestigos con broca de cabeza de widia. Los taladros se ejecutarán desde la carretilla elevadora o desde andamio.

Medios empleados

- Bomba centrífuga sobre camión
- Máquina perforadora.
- Carretilla elevadora.
- Andamio.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Pisadas sobre objetos

- Choques contra objetos
- Golpes por objetos y herramientas
- Proyección de partículas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Electrocutación por exposición a contactos eléctricos
- Quemaduras y otras lesiones por contacto con sustancias cáusticas y corrosivas

Medidas preventivas

- Queda prohibido realizar los taladros desde la cuchara de la pala cargadora. Se deberán emplear como medios auxiliares para la elevación la carretilla elevadora o el andamio, correctamente balizados.
- Siempre que se produzca un atasco en la bomba y se proceda a su eliminación, se actuará con precaución por el mortero que puede salir proyectado a presión al abrir este circuito.
- El estado de la inyección se controla mediante la presión de la bomba y mediante la lechada que fluye por las juntas.
- Para el buen funcionamiento de la bomba de mortero y evitar accidentes es muy importante mantener la buena limpieza de la misma.
- Utilización de la cesta recogepelotas al extremo de la tubería durante la limpieza con pelota de la misma.
- Siempre que se produzca un atasco y se proceda a su eliminación, se actuará con precaución por el mortero que puede salir proyectado a presión al abrir este circuito.
- Los trabajos de mantenimiento en túnel estarán debidamente señalizados.

Bombas de mortero

- Para el buen funcionamiento de esta máquina y evitar posibles accidentes es muy importante mantener la buena limpieza de la misma.
- Si se obstruye, produce sobrepresiones y se puede reventar la tubería o teniendo que meter para su limpieza la pelota, ésta va a altas presiones pudiendo salir proyectada si no se utiliza la cesta recogepelotas al extremo de la misma.
- Siempre que se produzca un atasco y se proceda a su eliminación, se procederá con precaución por el mortero que puede salir proyectado a presión al abrir este circuito.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Protectores auditivos

- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos.
- Traje impermeable.
- Mono de trabajo
- Chaleco reflectante
- Cinturón antivibratorio
- Linterna
- Equipo autónomo para respiración de supervivencia

Protecciones Colectivas

- Balizamiento de toda la zona.
- Iluminación a 24 V.
- Sistema de ventilación
- Protección contra incendios
- Cuadro eléctrico con protección diferencial.
- Separar paso de vehículos y pasos de peatones
- - Radioteléfono y baliza luminosa por equipo para señalar la posición

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de señalización adecuada.

8.21.6.13. Refino de la contrabóveda

Definición

Por su escaso volumen no se considera como excavación propiamente dicha, es el refino de la solera para ejecución de la contrabóveda, íntimamente ligado al hormigonado y que se hará previamente al mismo. Este refino se hará en una primera fase mediante la pala cargadora y el refino se hará a mano, amontonando con una cinta y cargando en camiones con la pala.

Se realiza la excavación correspondiente en una longitud de cinco o seis anillos.

Medios empleados

- Martillo neumático
- Pala cargadora

Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Atropellos y golpes por vehículos
- Lesiones auditivas por ruido
- Lesiones por vibraciones

Medidas preventivas

- La maquinaria antes de su utilización en la obra deberá tener el certificado favorable de la inspección técnica, y el contratista deberá definir los obligatorios procedimientos de revisión y mantenimiento de todos los equipos y maquinaria y la necesidad de analizar los riesgos y medidas relacionadas con dichos trabajos.
- Estará terminantemente prohibido limpiarse las vestimentas con el aire a presión que provenga del tubo de alimentación del martillo neumático, así como también estará prohibido orientar dicha salida a presión hacia un compañero.
- Se emplearán sistemáticamente detectores de gases nocivos o explosivos y medidores de oxígeno en el interior de la galería.
- Uso de compresores con marca CE, uso de aparejos de suspensión calculados para la carga a soportar, uso de señalista de maniobras, vigilancia permanente de la realización del trabajo seguro, limpieza permanente del tajo, preparación de la zona de rozadura y estacionamiento, comprobación del estado de mantenimiento.
- Será obligatorio que los martillos neumáticos sean insonorizados, y a los trabajadores que se encuentren en la proximidad estarán dotados de protectores auditivos.
- El encargado controlará que sean utilizados por todos los trabajadores que deban permanecer a menos de 5 m, del compresor o trabajar sobre su maquinaria en funcionamiento. Además de trazará un círculo de 5 m, de radio en torno al compresor, para marcar el área en la que es obligatorio el uso de protectores auditivos.
- Antes de la puesta en marcha del compresor hay que comprobar que quedan calzadas las ruedas.
- Los cambios de posición del compresor, se realizarán a una distancia superior a los 3 m, del borde de zanjas.
- El Encargado controlará el buen estado de las mangueras eléctricas y a presión, ordenará cambiar de inmediato, todas las mangueras que aparezcan desgastadas o agrietadas. El empalme de mangueras se efectuará por medio de racores.

- El Encargado controlará que los compresores utilizados son modelos de accionamiento eléctrico.
- El Encargado controlará que no se realicen maniobras de engrase y/o mantenimiento de los martillos neumáticos, con el compresor en marcha.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos
- Traje impermeable
- Chaleco reflectante
- Linterna
- Equipo autónomo de respiración
- Cinturón portaherramientas

Protecciones colectivas

- Gálibos luminosos todos los vehículos y máquinas
- La maquinaria estará provista de señalización luminosa, bocina automática de retroceso y/o monitor y cámara para visualizar la parte trasera antes de realizar cualquier maniobra de retroceso.
- Sistema de ventilación.
- Medidores de la calidad del aire
- Medidas de comunicación con el exterior del túnel.
- Iluminación interior a 24 V
- Sistemas de protección contra incendios.
- Señalización de vías y accesos con señales luminosas
- Balizamiento de la zona mediante estacas o banderines.
- Balizamiento en la zona de circulación de vehículos y trabajadores

- Separar paso de vehículos y pasos de peatones.
- Radioteléfono y baliza luminosa por equipo para señalar la posición.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de señalización adecuada.

8.21.6.14. Hormigonado de la contrabóveda

Descripción

El hormigonado de solera se hará con vertido directo desde el camión y como último tajo de la semana, de forma que endurezca durante el fin de semana y se pueda pisar nuevamente el lunes. El hormigonado se realiza utilizando plantillas que permiten conseguir la forma correcta de la contrabóveda según la sección tipo.

Medios empleados

- Camión hormigonera o bomba autopropulsada de hormigón.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caídas de objetos desprendidos
- Caídas de objetos en manipulación
- Choques contra objetos móviles
- Pisadas sobre objetos
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento
- Sobreesfuerzos
- Exposición a contactos eléctricos
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- Atropellos y golpes por vehículos
- Ruido
- Vibraciones

Medidas preventivas

Camión hormigonera

- Nunca trabajará un único operario dentro del túnel.

- Se extremarán las medidas para evitar caídas al trabajar sobre la parte más inclinada de la contrabóveda.
- La circulación de este camión en el interior de la obra se atenderá escrupulosamente a las instrucciones que reciba su conductor, con total observancia de la señalización en la misma, sin que deban operar en rampas de pendiente superior a los 20°.
- La puesta en estación y todos los movimientos del camión hormigonera durante las operaciones de vertido serán dirigidos por un señalista, que cuidará de la seguridad de atropellos o golpes por maniobras súbitas o incorrectas.
- Las operaciones de vertido de hormigón a lo largo del terreno se efectuarán de forma que las ruedas del camión hormigonera no sobrepasen una franja de dos metros de ancho desde el borde.

Bomba autopropulsada de hormigón

- El personal encargado de su manejo poseerá formación especializada y experiencia en su aplicación y en el mantenimiento del equipo.
- El brazo de elevación de la manguera no podrá ser utilizado para ningún tipo de actividad de elevación de cargas u otras diferentes a la que define su función.
- La bomba dispondrá de comprobante de haber pasado su revisión anual en taller indicado para ello por el fabricante y tal comprobante se presentará obligatoriamente al jefe de obra, pudiendo ser requerido por el Equipo de Fiscalización en cualquier momento.
- Cuando se utilice en cascos urbanos o semiurbanos, la zona de bombeo quedará totalmente aislada de los peatones, mediante las vallas y separaciones que sean precisas.
- Los trabajadores no podrán acercarse a las conducciones de vertido del hormigón por bombeo a distancias menores de 3 m y dichas conducciones estarán protegidas por resguardos de seguridad contra posibles desprendimientos o movimientos bruscos.
- Al terminar el tajo de hormigonado, se lavará y limpiará siempre el interior de los tubos de todo el equipo, asegurando la eliminación de tapones de hormigón.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Botas impermeable al agua y a la humedad

- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos
- Guantes de goma
- Traje impermeable
- Chaleco reflectante
- Cinturón antivibratorio.

Protecciones colectivas

- No habrá nadie cerca del camión al maniobrar
- Si descarga material en las proximidades de excavación, se aproximará a una distancia máxima de 1 m, garantizada esta mediante topes.
- La maquinaria estará provista de señalización luminosa, bocina automática de retroceso y/o monitor y cámara para visualizar la parte trasera antes de realizar cualquier maniobra de retroceso.
- Sistema de ventilación.
- Medidas de comunicación con el exterior del túnel.
- Iluminación interior a 24 V
- Señalización de vías y accesos con señales luminosas
- Balizamiento de la zona mediante estacas o banderines.
- Balizamiento en la zona de circulación de vehículos y trabajadores
- Separar paso de vehículos y pasos de peatones.
- Radioteléfono y baliza luminosa por equipo para señalar la posición.

8.21.7. Instalaciones auxiliares

8.21.7.1. Instalación eléctrica

Descripción

En el interior del túnel será necesario disponer de alumbrado, con tensión de seguridad de 24 V, a todo lo largo de manera permanente y de focos para iluminación de la zona de trabajo. Se garantizará un nivel mínimo de iluminación de 100 lux en el frente de trabajo y 50 lux en el resto de las zonas de trabajo.

Se instalará a lo largo del túnel, luminarias de emergencia con una duración de 3 horas. De esta forma se garantiza una correcta iluminación, en caso de corte de suministro eléctrico. Esto es especialmente importante cuando la falta de energía eléctrica puede causar riesgos importantes por afectar a diversas operaciones auxiliares: bombas de desagüe, circuito de ventilación, red de aire comprimido, etc. Una de cada tres luminarias del túnel será de emergencia.

Se situarán luminarias de emergencia en las zonas donde se sitúen los teléfonos. Esta ubicación garantiza la visualización del teléfono cuando las condiciones de visibilidad sean desfavorables.

Se dotará a los operarios de linternas con el objetivo que, en caso de que la iluminación, tanto la normal como la de emergencia fallen, tengan la posibilidad de movilizarse para una correcta evacuación y colocación de los equipos de respiración autónoma.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Lesiones por sobreesfuerzos
- Electrocutación por exposición a contactos eléctricos
- Explosiones
- Quemaduras e intoxicación por incendio.

Medidas preventivas

- La instalación eléctrica del túnel debe hacerse bajo la supervisión de un técnico competente y en aplicación de un proyecto de instalación visado y aprobado por industria.
- Las instalaciones básicas de electricidad, como son, por ejemplo, los transformadores interiores, deben estar aisladas y protegidas, para evitar posibles accidentes por el uso de personal no cualificado técnicamente, aunque la manipulación de estas instalaciones se debe restringir, precisamente, a técnicos cualificados.
- Todos los aparatos eléctricos y conductores deben ser seleccionados, ajustados, instalados, protegidos y mantenidos de acuerdo al trabajo que realmente han de desempeñar. Todos esos aparatos eléctricos y conductores deben colocarse y protegerse de tal manera que ninguna persona pueda electrocutarse al tocar inintencionadamente alguna parte de los mismos. Para ello se debe disponer de tomas de tierra, combinadas con dispositivos de corte en las máquinas eléctricas.
- Los aparatos de protección eléctrica y las luces de emergencia serán revisados permanentemente por personal cualificado. Por otro lado, los interruptores deben revisarse a diario. Los interruptores y aislantes deben ser los correspondientes a las intensidades y voltajes que se estén utilizando, al objeto de prevenir posibles sobrecalentamientos e incendios.
- Los motores y las hélices de los ventiladores deben ser resistentes al fuego y ser capaces de operar después de estar expuestos a una temperatura de 250°C, durante una hora.

Cables

- Los cables deben estar bien sujetos a las paredes o hastiales mediante soportes y estar anclados a la pared para evitar descuelgues con el paso del tiempo, y se dispondrán en la sección enfrentados al resto de las líneas de servicio. Es importante que nunca toquen el suelo, ya que debido a la fuerte degradación de éstos, podría ocasionarse un accidente de electrocución.
- Estarán protegidos contra el agua y la humedad, protegidos mediante perfil metálico o entubados.
- No se situarán en zonas que accidentalmente pudieran quedar sumergidas.
- Los materiales de los que están constituidos los cables serán no propagadores de la llama, y de baja emisión de humos y gases tóxicos
- Todos los cables deberán estar sujetos a una comprobación de puesta a tierra a intervalos regulares.
- Se deben realizar termografías de las uniones de los cables trimestralmente.

Cuadros de interruptores

- Todos los cuadros de distribución deben ser espaciosos, para permitir un buen mantenimiento y unas buenas condiciones de operación.
- Los cuadros de interruptores y de distribución deben estar protegidos contra daños, pero siempre accesibles.
- Uso de interruptores en obras subterráneas más aconsejables los interruptores de vacío.
- Todas las máquinas deben estar equipadas con interruptores de emergencia.
- Cuando se conecten varios interruptores de protección contra sobrecargas a un conductor de tierra común, la resistencia a tierra no debe exceder del siguiente valor:

$$R = 65xV - IFN$$

donde:

Z= Factor de simultaneidad, que puede tomar los siguientes valores.

1 cuando existen entre 2 y 4 interruptores.

0.7 cuando existen entre 5 y 10 interruptores.

0.5 cuando existen más de 10 interruptores.

IFN = Intensidad nominal de carga.

Tomas de tierra

- Es esencial en todos los equipos o instalaciones eléctricas que se realice una adecuada puesta a tierra y una buena conexión según la legislación vigente.

- Cuando la instalación se protege contra, la electricidad estática, mediante un sistema de puesta a tierra, éste debe ser conectado al sistema de puesta a tierra general en un cierto número de puntos para asegurar que todos los objetos metálicos de la instalación se encuentren a un mismo potencial

Iluminación

- La iluminación, tanto de las vías de acceso como de los frentes de trabajo, es de los aspectos de seguridad más relevantes a tener en cuenta.
- Las medidas más importantes son:
- Todos los frentes de trabajo y caminos de acceso a dichas áreas se iluminarán a lo largo de toda su longitud en intervalos de no más de 20 m, usando luminarias estancas con grado de protección IP65 provistas de lámparas fluorescentes de 36 o 58 W y / o incandescentes de 100 W a 24 V.
- En aquellos lugares donde pueda existir gas inflamable, tanto las luminarias como la instalación completa serán antideflagrantes del tipo indicado en las tablas de Clasificación de Áreas Peligrosas. El espacio entre luminarias será igual o inferior a 6 m.
- En lugares especialmente peligrosos se instalará una iluminación especial.
- En el frente de excavación, la iluminación se realizará a distancia, alimentándose desde otra fuente distinta (grupo diesel).
- Cualquier área de trabajo o de mantenimiento, se señalizará mediante luces intermitentes.
- Toda máquina de perforación, carga o transporte debe tener una iluminación adecuada para realizar el trabajo con comodidad y exactitud. Además, debe llevar otro tipo de iluminación secundaria para alertar de la presencia de la máquina y de las posibles maniobras que pueda realizar.
- En el frente de trabajo se garantizará un nivel mínimo de iluminación de 100 lux.
- Se contará con un sistema de alumbrado de emergencia que estará constituido por:
 - a) Alumbrado de emergencia en teléfonos con una duración de 3 horas
Se instalarán luminarias de emergencia en las zonas donde se sitúen los teléfonos. Esta ubicación garantiza la visualización del teléfono cuando las condiciones de visibilidad sean desfavorables.
 - b) Alumbrado de emergencia a lo largo de los túneles de 3 horas de duración
Se instalarán a lo largo del túnel, luminarias de emergencia con una duración de 3 horas. De esta forma, se garantiza una correcta iluminación en caso de corte de suministro eléctrico, permitiendo poder realizar todas las medidas de emergencia sin problemas de visibilidad. 1 de cada 3 luminarias del túnel será de emergencia.
Cuando en los trabajos del túnel se observen cantidades de gases peligrosas, únicamente se usarán aparatos eléctricos y lámparas especialmente diseñados para estas condiciones.

c) Linternas

Se estiman que son necesarias linternas con el objetivo que, en caso de que la iluminación, tanto la normal como la de emergencia, fallen, tengan la posibilidad de movilizarse para una correcta evacuación y colocación de los equipos de respiración autónoma.

d) Electrocuación

Es función de la intensidad de la corriente y del tiempo en que ésta actúa a través del cuerpo humano. Siendo la intensidad función de la tensión y de la resistencia a través de su recorrido, se limitan en primer lugar las tensiones peligrosas, que afectan también a la resistencia disminuyéndola conforme se hace mayor la tensión. La tensión de las instalaciones será de 24 V.

e) Incendio

Un incendio en una labor subterránea puede iniciarse y propagarse dando lugar a un alto riesgo para el personal que trabaja, no sólo por el fuego sino también por el peligro que entraña la disminución de oxígeno en la atmósfera y la producción de humos y gases tóxicos, debidos a la combustión.

La segunda medida es evitar un foco de ignición. Este puede ser provocado por una causa eléctrica, que se puede clasificar en uno de los grupos siguientes:

- Sobrecargas.
- Cortocircuitos.
- Fallo de fase a tierra.
- Arco serie.
- Sobrecargas

Las distintas partes de una instalación eléctrica se escogen de acuerdo con el servicio que van a realizar: los motores según la potencia a desarrollar, los transformadores según la carga necesaria y los cables se dimensionarán según la energía a transportar. Todas las partes conductoras han de disipar el calor desprendido para que no alcance temperaturas peligrosas, de forma que no se sobrepase la temperatura de equilibrio, que es la que no afecta a las condiciones de sus componentes, principalmente a los aislantes, y que se denomina como carga nominal.

En síntesis, las sobrecargas dan lugar a elevaciones de temperaturas anormales que van deteriorando los aislantes, descomponiéndolos e incluso llegando a provocar un incendio.

f) Cortocircuitos

En una red eléctrica se pueden distinguir tres clases de cortocircuitos:

- Cortocircuito tripolar, en el que las tres fases se ponen directamente en contacto.

- Cortocircuito bipolar, en el, sólo son dos fases las que se unen directamente o se ponen en contacto con tierra en caso de neutro a tierra.
- Cortocircuito unipolar, en el que una fase se pone directamente a tierra, en el sistema de neutro a tierra.

La primera causa que da lugar a un cortocircuito es el fallo de aislamiento, por ello es de primordial importancia vigilar el estado del aislamiento de la red, y desconectarla, igual que para el riesgo de electrocuación al objeto de reducir a un mínimo el peligro que representa un incendio de origen eléctrico en una red de interior es preciso tomar una serie de medidas preventivas que eviten su aparición, además de establecer los dispositivos de protección contra las sobrecargas y los cortocircuitos.

Como medida preventiva fundamental, es necesario que el personal esté debidamente formado, tanto para el que deba elegir, dimensionar y proteger los elementos de la instalación, como el que lo utilice en las debidas condiciones de trabajo y lo conserve en estado satisfactorio.

Una segunda condición es la supresión de materiales y sustancias combustibles en la construcción de los elementos, como gomas, recubrimiento de yute embreado y aparatos conteniendo dieléctricos líquidos combustibles.

Los cables eléctricos de interior son los elementos más vulnerables, por lo que precisan un tratamiento muy especial, por lo que serán no propagadores de la llama, y de baja emisión de gases tóxicos.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Botas dieléctrica
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes aislantes
- Chaleco reflectante
- Arnés y cinturones de seguridad
- Comprobador de tensión
- Linterna
- Herramientas aislantes.

Protecciones colectivas

- Tomas de tierra inferiores a los 10 ohmios
- Diferencial en líneas de distribución
- Detectores de gases
- Iluminación de servicio y de emergencia.
- Balizas luminosas
- Extintores en el frente de trabajo y cada 250 m a lo largo del túnel.
- Señales acústicas y luminosas en la maquinaria de trabajo.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de señalización adecuada

8.21.7.2. Instalaciones de ventilación

Descripción

La ventilación es una de las instalaciones más importantes en cualquier obra subterránea, ya que es la encargada de la evacuación del polvo, de los gases nocivos y peligrosos y, también, tiene la función de hacer llegar a toda la obra el aire fresco necesario.

El ventilador se montará sobre una estructura metálica, calculada por un técnico competente. Los conductos serán flexibles y no producirán llama al quemarse.

Los conductos irán sujetos a la clave del túnel mediante un cable sujeto con tacos. En el frente de avance el conducto estará sujeto junto a uno de los culos de excavación.

Medios empleados

- Herramientas diversas.
- Estructura metálica.
- Camión grúa

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Lesiones por sobreesfuerzos
- Exposición a contactos eléctricos
- Contactos térmicos

Medidas preventivas

- El montaje del ventilador se ejecutará sobre una estructura metálica debidamente calculada, proyectada y montada por un técnico competente.

- Todos los trabajos de instalación de tramos de ventilación se ejecutarán con el ventilador parado y sin trabajos de excavación en el frente. Para hacerlo se empleará una carretilla elevadora y nunca la pala cargadora.
- Para asegurar el suministro de la ventilación en el interior de los túneles, se instalará un grupo electrógeno que se accionaría en el momento en que falle el suministro eléctrico de la ventilación principal
- Se dispondrá de una tubería auxiliar de ventilación, que funcionará en caso de que falle la principal, de tal forma que en caso de parada de los ventiladores generales, la corriente de ventilación conserve el mismo sentido, evitando la inversión.
- La línea de aire limpio se situará en el hastial del túnel hasta el frente de trabajo. De esta forma, se asegura el suministro de aire en condiciones normales en caso de darse una situación de emergencia, en la cual la ventilación se vea interrumpida.
- Se evitará la recirculación del aire.
- La corriente de ventilación del túnel deberá ser capaz de diluir y expulsar los polvos y gases nocivos, suministrar aire respirable e impedir la elevación de la temperatura, la cual no excederá de 33°C de temperatura equivalente en ningún lugar donde regularmente trabaje el personal. La velocidad mínima de dicha corriente, no será nunca inferior a 0,2 m/s, y no deberá exceder de los valores que puedan provocar la puesta en suspensión del polvo.
- La temperatura equivalente se calculará por la fórmula:

$$te = 0,9 tm + 0,1 ts$$

donde;

te= temperatura equivalente en ° C

tm=temperatura húmeda en °C

ts= temperatura seca en °C

- El sistema de ventilación debe disponer de una boca de extracción de polvo en el frente de trabajo.
- Se debe realizar un mantenimiento mensual de todas las instalaciones y de los ventiladores.
- Evitar codos y curvas, ya que es ahí donde se producen las mayores pérdidas de carga.
- El caudal de aire mínimo por persona debe ser de 2,4 m³/min; 4,5 m³/min por KW en potencia diesel, y 2,85 m³/s por cada KVA de potencia eléctrica instalada para la disipación de calor.
- Los materiales de los que estén constituidas las mangueras no serán propagadores de la llama, de baja emisión de humos y gases tóxicos y de nula emisión de gases ácidos o corrosivos.

- Se realizarán mediciones de los gases existentes en la zona de trabajo, disponiéndose de los siguientes equipos:

Medidores fijos de CO y O₂, ubicados en el frente de trabajo

Medidores portátiles de CO, NO₂, CH₄, O₂,...a lo largo del túnel

- Estos equipos llevan consigo un mantenimiento adicional periódico que consiste en la nueva calibración de los aparatos, cambio de filtros, etc.
- Las mediciones se realizarán con una frecuencia de una vez por semana, y siempre que cambien las condiciones meteorológicas exteriores.
- Las concentraciones volumétricas admisibles para los distintos gases peligrosos a lo largo de una jornada de ocho horas son los siguientes:
 - 50 ppm de monóxido de carbono (CO)
 - 5.000 ppm de dióxido de carbono (CO₂)
 - 10 ppm de óxidos de nitrógeno (NO + NO₂)
 - 10 ppm de sulfuro de hidrógeno (SH₂)
 - 5 ppm de dióxido de azufre (SO₂)
 - 1.000 ppm de hidrógeno (H₂)
- En ninguna labor en actividad la proporción de oxígeno será inferior al 19 por 100 en volumen.
- El contratista previo al inicio de la excavación estará obligado a detallar y definir exactamente la instalación de ventilación que vaya a disponer, incluyendo los cálculos justificativos de las instalaciones.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Botas aislante
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes aislantes
- Chaleco reflectante
- Arnés y cinturones de seguridad
- Herramientas aislantes

Protecciones colectivas

- Diferencial en líneas de distribución

- Iluminación de servicio y de emergencia.
- Balizas luminosas
- Extintores en el frente de trabajo y cada 250 m a lo largo del túnel.
- Señales acústicas y luminosas en la maquinaria de trabajo.
- Válvulas antiretorno

Medidas complementarias

Uso obligatorio de señalización adecuada.

8.21.7.3. Instalaciones de aire comprimido

Descripción

En los túneles ejecutados empleando los sistemas de ejecución descritos en este Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, la fuente de energía más empleada es el aire comprimido.

Debido a la importancia de la efectividad de esta instalación es deseable realizar la instalación con un tubo metálico por el hastial del túnel, dejando boquillas en T cada 25 metros en previsión de trabajos en puntos intermedios y con un calderín con al menos, diez salidas en el final de la línea. Esto nos permite no tener que aislar acústicamente el compresor y no tener que preocuparse de la polución producida por el compresor en el interior del túnel.

El uso de aire comprimido implica riesgos no comunes a otras fuentes de energía. El mantenimiento de los equipos y de los compresores es vital para conseguir unas condiciones de seguridad aceptables en la operación:

Medios empleados

- Herramientas diversas
- Compresor
- Calderón de presión
- Tubería metálica

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Sobreesfuerzos
- Exposición a contactos eléctricos
- Contactos térmicos

Medidas preventivas

- El aire comprimido no debe utilizarse para eliminar el polvo y limpiar los frentes de trabajo y suelos.
- El aire comprimido saliendo a través de conductos abiertos puede causar daños a máquinas y a personas.
- Un escape de aire comprimido puede provocar daños en el aparato auditivo, así como en los ojos.

Compresores portátiles

- Los compresores, si se accionan con motores de gasoil como es lo habitual, deberán situarse en el exterior del túnel
- El aporte de aire se debe realizar desde la fuente más pura y fría posible.
- Los niveles de ruido de los compresores estarán dentro de los márgenes de seguridad.
- Los equipos que tengan un caudal de aire libre de 0.15 m³/s deben ir equipados con un medidor de temperatura.
- Se debe instalar un aparato limitador de la presión entre el compresor y las válvulas de parada en el lado de la descarga. Este aparato parará el funcionamiento del compresor cuando se supere la presión máxima de trabajo.
- Se debe instalar un manómetro para comprobar la presión de descarga del compresor.
- Cada compresor debe ir equipado con una placa de características con la siguiente información:

Fabricante.

Tipo.

Año de fabricación.

Caudal de aire.

Presión máxima.

Velocidad máxima de operación.

- Al igual que cualquier tipo de máquina los compresores deben tener un mantenimiento eficaz.

Calderines de aire

- Los calderines de aire estarán contruidos de acuerdo a unos ciertos requerimientos que dependen de las características del compresor. Estos deben estar limpios de:
 - a) Carbonilla o cualquier otro tipo de material inflamable.
 - b) Materiales que puedan provocar corrosión.
 - c) Materiales que puedan ser propensos a reacciones químicas y provocar una elevación incontrolada de la presión.

- El mantenimiento de los calderines en unas condiciones ideales lleva consigo:
 - a) Un mantenimiento diario, en el cual se debe incluir el purgado de todos los líquidos que pueda haber en la campana. Para ello, es imprescindible la instalación de una válvula de drenaje en la parte más baja de los calderines.
 - b) Cada calderín se revisará a intervalos de tiempo regulares, no pudiendo sobrepasar éstos los cinco años.
 - c) Los niveles de presión también se revisarán a intervalos de tiempo que no sobrepasarán los dos años.
- En cada calderín se instalará al menos un manómetro para medir la presión.
- Cada calderín irá provisto, al menos, de una válvula de seguridad. Estas válvulas se mantendrán cerradas, siendo controladas únicamente por personal cualificado.

Líneas de aire

- Las líneas de aire se construirán con materiales capaces de soportar la presión de trabajo, con un determinado factor de seguridad.
- Para unir las líneas principales de suministros se usarán juntas de metal, reservando las juntas de goma o de polietileno reforzado únicamente para diámetros pequeños (menores de 200 mm) o para presiones bajas (0.3 a 0.5 Mpa).
- Las líneas no deben desconectarse a menos que no se haya comprobado que se ha cortado el aporte y la presión del aire se ha reducido a cero.
- Se instalarán válvulas de interrupción en la línea principal en cada estación. Es recomendable colocar este tipo de válvulas en la entrada al frente y cerca del final de la línea, para cortar el suministro en caso de accidente.
- Se instalarán válvulas de descarga, las cuales reducirán la presión del aire en las líneas cuando las máquinas estén paradas.
- Las fisuras y fugas en las líneas de aire son una de las causas de reducción de la presión y del aumento del ruido, lo cual reduce el rendimiento y empeora las condiciones del ambiente de trabajo.
- Se instalarán filtros en la línea de aire para prevenir que partículas sólidas puedan entrar en los equipos
- Si en la zona existe humedad, ésta debe eliminarse antes de instalar los equipos.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Botas aislante
- Botas de seguridad

- Guantes aislantes
- Chaleco reflectante
- Arnés y cinturones de seguridad
- Herramientas aislantes

Protecciones colectivas

- Diferencial en líneas de distribución
- Iluminación de servicio y de emergencia.
- Detectores de gases
- Balizas luminosas
- Extintores en el frente de trabajo y cada 250 m a lo largo del túnel.
- Señales acústicas y luminosas en la maquinaria de trabajo.
- Válvulas antiretorno

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de señalización adecuada.

8.21.7.4. Instalación de agua

Descripción

El suministro de agua al túnel se realiza mediante un equipo hidroneumático a presión. El agua es bombeada a un depósito donde se guarda a presión para alimentar las instalaciones.

El aporte de agua puede ser a través de los acuíferos que corte el propio túnel, o bien se suministrará mediante cisterna.

Medios empleados

- Herramientas diversas

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos
- Exposición a contactos eléctricos
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Incendios
- Ruido

- Radiaciones

Medidas preventivas

- Las conducciones de transporte de agua deben ir también por los hastiales del túnel bien fijadas mediante soportes. Las tuberías de agua deben ir debajo de las líneas de aire comprimido y enfrentadas en la sección del túnel con los cables de electricidad para evitar accidentes.
- Como medida de prevención, cada 100 metros se instalará un racor modelo Barcelona o similar, para la toma de agua por los bomberos.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo.
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos
- Mono de trabajo
- Traje impermeable
- Chaleco reflectante
- Arnés y cinturones de seguridad
- Cinturón antivibratorio
- Protectores auditivos
- Guantes de soldador
- Manguitos de soldador
- Polainas de soldador
- Pantalla de soldador
- Guantes de goma
- Guantes dieléctricos
- Casco para alta tensión
- Botas dieléctricas

Protecciones colectivas

- Iluminación de emergencia
- Grupos electrógenos
- Extintores
- Detectores de gases
- Válvulas antirretorno

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de señalización adecuada

8.21.7.5. Sistema de extinción de incendios

Descripción

Tiene como objeto reducir o impedir que se produzcan los daños que causaría la formación de fuego en el interior del túnel.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos en manipulación.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos
- Exposición a contactos eléctricos
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Incendios
- Ruido

Medidas preventivas

- Orden y limpieza general de toda la obra.
- En la zona de almacenaje se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:
 - Se separará el material combustible del incombustible o comburente amontonándolo por separado en los lugares indicados para tal fin, para su transporte a vertedero diario.
 - Almacenar el mínimo de gasolina, gasóleo y demás materiales de gran inflamación.
 - Se conservarán en recipientes de seguridad. Nunca en envases de vidrio
 - Se cumplirán las normas vigentes respecto al almacenamiento de combustibles.

- Se definirán claramente y por separado las zonas de almacenaje.
- La ubicación de los almacenes de materiales combustibles, se separarán entre ellos (como la madera de la gasolina) libres de materiales y fuentes de ignición y a su vez estarán alejados de los tajos y talleres de soldadura eléctrica y oxiacetilénica.
- La iluminación e interruptores eléctricos de los almacenes será mediante mecanismos antideflagrantes de seguridad.
- El suelo del almacén dispondrá de drenaje
- El almacén dispondrá de ventilación natural o forzada suficiente.
- Se dispondrán todos los elementos eléctricos de la obra en condiciones para evitar posibles cortocircuitos.
- En el Plan de Seguridad se determinarán las condiciones de los locales de almacenaje en función de las características de los productos inflamables y combustibles, y se definirán las incompatibilidades de almacenaje.
- Quedará totalmente prohibido encender fogatas en el interior de la obra.
- Se señalará a la entrada de las zonas de acopios, almacenes y talleres adhiriendo las siguientes señales normalizadas:
 - Prohibido fumar
 - Indicación de la posición del extintor de incendios.
 - Peligro de incendio
 - Peligro de explosión (almacenes de productos explosivos).
- Todos los equipos e instalaciones estarán dotados de medios de extinción de incendios. El tipo y número de medios que deben disponerse dependerá de las características de las instalaciones y equipos.
- Se colocarán mangueras de 50 m de longitud en el frente de trabajo, en la boca del túnel y cada 500 m del túnel.
- Habrá extintores de incendios en el frente de trabajo, junto a las entradas e interior de los almacenes, talleres y zonas de acopio, y cada 250 metros a lo largo de la traza del túnel.
- El tipo de extintor a colocar dependerá del tipo de fuego que se pretenda apagar (tipo A,B,C,), dependiendo del trabajo a realizar en cada fase de la obra
- Se instalarán tomas de agua cada 100 m de túnel, en las instalaciones de agua con objeto de proporcionar agua en cualquier lugar del túnel. Las tomas dispondrán de racores modelo Barcelona, para el uso de los bomberos.
- Para la actuación del Equipo de Primera Intervención, en situaciones de emergencia es necesario que sean equipados de una forma adecuada de tal manera, que se garantice la seguridad individual de cada miembro del equipo en situaciones de alto riesgo, dotándoles de:

- Casco tipo bombero
 - Cubre pantalón
 - Chaquetón ¾
 - Botas.
- Se tendrá siempre a mano y reflejado en un cartel bien visible en las oficinas de obra, el número de teléfono del servicio de emergencias.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo.
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Botas de seguridad, clase III
- Botas dieléctricas
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos
- Mono de trabajo
- Trajes impermeables
- Chaleco reflectante
- Arnés y cinturones de seguridad
- Guantes dieléctricos
- Botas dieléctricas

Protecciones colectivas

- Iluminación de emergencia
- Interruptores diferenciales
- Tomas de tierra
- Transformadores de seguridad
- Grupos electrógenos
- Extintores
- Detectores de gases
- Válvulas antirretorno

Medidas complementarias

Uso de señalización adecuada

8.21.7.6. Sistema de comunicación

Descripción

El hecho de disponer de un buen sistema de comunicación, a través de toda la obra subterránea, no sólo aumenta la eficiencia de las operaciones, sino que también aumenta la seguridad de la misma.

Telefonía fija en túnel

Se instalan cada 250 m unidades telefónicas repartidas a lo largo de los túneles con el fin de tener comunicación entre el puesto de control de túnel, las oficinas, el botiquín, los jefes de obra, con cualquier puesto del túnel.

Cable de protección

El cable del teléfono se ubica en el hastial de cada túnel. En caso de incendio, golpe fortuito, etc. el cable se vería afectado, como consecuencia de ello se deben entubar o proteger mediante un perfil metálico.

Instalación de teléfonos fijos en exterior

Se instalarán teléfonos fijos en la boca del túnel, botiquín y oficinas.

Sistema de comunicación vía radio

Para el correcto funcionamiento de las emisoras a lo largo del túnel es necesario instalar repetidores y radio enlaces.

La alimentación de los repetidores-radio enlace se realiza mediante la línea de alumbrado del túnel. Como consecuencia de ello es necesario instalar un sistema independiente (S.A.I.) que nos suministre la energía necesaria, durante tres horas, para mantener en funcionamiento los repetidores en caso de emergencia.

Es necesario instalar un sistema por cada repetidor existente en el túnel.

Los walkies se utilizarán para asegurar una correcta comunicación entre los diferentes responsables de ejecución de los túneles.

La ventaja de los walkies es, lógicamente, la versatilidad y movilidad del responsable a lo largo del túnel, ventaja que debido al carácter "fijo" de la emisora no es proporcionada por la misma.

Medios empleados

- Herramientas diversas

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Golpes y cortes por objetos y herramientas

- Lesiones por sobreesfuerzos
- Electrocuación por exposición a contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Quemaduras e intoxicaciones por incendios

Medidas preventivas

- Se instalarán teléfonos a lo largo de la traza del túnel cada 250 metros, que estarán permanentemente conectados con el botiquín y con la oficina de obra. Todos los teléfonos estarán dotados de iluminación de emergencia, con autonomía de 3 horas. Con carácter complementario se utilizarán sistemas de radio.
- Debe preverse un sistema de alimentación de emergencia, como por ejemplo un grupo electrógeno ubicado en el exterior, para toda la red de comunicaciones, tanto para la telefonía como para los equipos de radio.
- Los cables de comunicación deben ser no propagadores de llama, de baja emisión de humos y gases tóxicos y no se colocarán cerca de las líneas eléctricas.
- El equipo será resistente al agua.
- En atmósferas inflamables se utilizarán equipos protegidos contra explosiones.
- Los teléfonos deben estar claramente señalizados y situados tan cerca de las áreas de trabajo como sea posible; también se colocarán interfonos en las partes altas y bajas de los pozos.
- Normalmente, los teléfonos usados en zonas de trabajo deben tener un avisador luminoso en lugar de acústico.
- Los usuarios del teléfono no deben quedar expuestos al tráfico de maquinaria ni a cualquier otro riesgo.
- Los sistemas de comunicación, tanto interiores como exteriores, se colocarán en aquellas áreas donde siempre haya gente.
- Los sistemas de radioteléfonos desarrollados para los trabajos subterráneos serán complementarios a los sistemas tradicionales mediante cable.

Protecciones

Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes

- Casco de seguridad
- Botas aislantes
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes aislantes
- Chaleco reflectante

- Arnés y cinturones de seguridad
- Comprobador de tensión
- Herramientas aislantes.

Protecciones colectivas

- Tomas de tierra inferiores a los 10 ohmios
- Diferencial en líneas de distribución
- Iluminación de servicio y de emergencia.
- Balizas luminosas
- Señales acústicas y luminosas en la maquinaria de trabajo.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de señalización adecuada

8.22. Galerías

Existen galerías de conexión entre los pozos (salidas de emergencia, bombeo y/o ventilación) y el túnel, que se excavan mediante el método convencional o austriaco, anteriormente descrito y analizado preventivamente. Por lo tanto, le será de aplicación lo expuesto en sus epígrafes correspondientes.

8.23. Superestructura de la vía

8.23.1. Definición

Las operaciones que comprende la implantación de la vía de Metro son las siguientes:

- Limpieza de contrabóveda mediante barrido y posterior proyección de chorros de arena.
- Toma de datos del túnel para el cálculo definitivo de las vías a hormigonar.
- La estructura de apoyo de la vía se consigue en dos capas superpuestas de hormigón en masa. La inmediata a la contrabóveda de limpieza y regularización, con hormigón HM-15, tendrá un espesor tal que permita en la segunda capa, llamada de bateo, con hormigón HM-20, una cota mínima de 20 cm bajo el taco elástico asentado en ella. En este proceso se incluye la construcción de la parte correspondiente de la canaleta central, de 20 cm de anchura, con tapa de rejilla metálica, alineada con el eje de la entrevía.
- Replanteo del eje de las vías.
- Montaje de doble vía sobre losa de hormigón HM-20, taco elástico holandés y sujeción Pandrol. Se ejecutarán las canaletas de drenaje del túnel.

8.23.2. Medios

- Grúas y Camiones Grúa
- Camión hormigonera
- Bomba para hormigonar
- Dumper
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas
- Plataformas de trabajo

8.23.3. Identificación de riesgos

- Los relacionados con la soldadura aluminotérmica empleada para unir los tramos de carriles.
- Intoxicación por liberación de gases tóxicos.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Heridas por pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos y/o herramientas, y fundamentalmente por la manipulación de los carriles por medios mecánicos.
- Contactos eléctricos y electrocuciones.
- Atropellos por composiciones ferroviarias, generalmente derivados de las interferencias entre las diferentes actividades que se están ejecutando y el tránsito entre los vehículos de suministros..
- Atropellos por otro tipo de maquinaria.
- Lesiones por proyección de partículas a los ojos.
- Lesiones auditivas por ruido.
- Lesiones por vibraciones.
- Quemaduras e intoxicaciones por incendio.
- Afecciones respiratorias por inhalación de polvo.
- Lesiones por sobreesfuerzos.
- Explosiones.

8.23.4. Medidas preventivas

- Se deberán disponer las medidas adecuadas de emergencia contra incendios, y disponer os medios de extinción adecuados a la carga de fuego.

- Se deberá comprobar la existencia de aire suficiente para la evacuación de los gases de los óxidos metálicos y de CO generado en el proceso de soldadura. En caso de ser insuficiente, se deberá disponer un sistema de ventilación o extracción localizada de la zona de trabajo.
- Todo el personal deberá conocer perfectamente los intervalos de trabajo.
- No se correrá en los desplazamientos por la vía.
- Se utilizará solamente herramientas que estén en buen estado, si se detecta que alguna no dispone de las protecciones o condiciones necesarias para un uso seguro, se comunicará a su superior para que sean reparadas o sustituidas.
- Está prohibido anular las protecciones colectivas de la obra.
- En ningún caso se eliminarán los mecanismos de seguridad de las máquinas, al contrario, no se comenzará el trabajo sin que estos hayan sido colocados.
- Está prohibido situarse bajo materiales suspendidos ni en su radio de acción.
- Igualmente está prohibido permanecer en el radio de acción de las máquinas, mientras estas tienen el motor en marcha.
- Se prohibirá el cruce de la vía entre los topes de vehículos próximos.
- Se debe realizar con medios mecánicos toda operación de manipulación de cargas que ofrezca riesgos al ser realizada de forma manual.
- Si se trabaja en zonas próximas a vías en servicio, se deberá acotar y señalizar la zona de seguridad, para impedir que accidentalmente se acceda a esta.

8.23.5. Protecciones

8.23.5.1. Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.

- Arnés de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Guantes de soldador
- Manguitos de soldador
- Mandil de soldador
- Polainas de soldador
- Pantalla de soldador
- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Guantes dieléctricos, para utilización en alta y baja tensión
- Casco para alta tensión, clase E-AT
- Pértiga para alta tensión.
- Botas dieléctricas
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

8.23.5.2. Protecciones Colectivas

- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según legislación vigente.
- Vallas de limitación y protección

8.23.6. Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señalización de seguridad y salud de acuerdo con los riesgos existentes.
- Balizamiento de entavía en el caso de vía doble o múltiple.
- Entrega a todo el personal de instrucciones preventivas y de intervalos de trabajo.
- Establecimiento de itinerarios de circulación del personal antes del inicio de los trabajos.

8.24. Firmes y pavimentos

8.24.1. Definición

Dentro de los afirmados y pavimentaciones se incluyen todas las obras necesarias para la ejecución de las distintas capas que componen el firme. Estas obras son:

- Extensión y compactación de las capas granulares.
- Extensión y compactación de capas formadas por mezclas bituminosas en caliente.
- Extensión y compactación del suelo cemento.
- Riegos de curado, imprimación y adherencia.

8.24.2. Medios

- Camiones para transporte de los materiales.
- Extendedora de áridos y de mezclas asfálticas.
- Camiones para riegos.
- Compactadores.

8.24.3. Identificación de riesgos

Se pondrá especial atención a los siguientes, sin que esta relación enunciativa pueda entenderse como limitativa:

- Caídas de personas desde la máquina (resbalar sobre las plataformas, subir y bajar en marcha).
- Caídas de personas al mismo nivel (tropezón, impericia, salto a la carrera de zanjas y cunetas).
- Estrés térmico por exceso de calor (pavimento caliente y alta temperatura por radiación solar).
- Insolación.
- Intoxicación (respirar vapores asfálticos).
- Quemaduras (contacto con aglomerados extendidos en caliente).
- Sobreesfuerzos (paleo circunstancial de asfalto para refino).
- Atropello durante la maniobra de acoplamiento de camiones de transporte de aglomerado asfáltico con la extendedora (falta de dirección o planificación de las maniobras bruscas).
- Atrapamientos por deslizamiento y vuelco de máquinas.
- Colisiones entre máquinas.
- Atropellos causados por las máquinas al personal de obra.
- Afecciones por polvo y ruido.

8.24.4. Medidas preventivas

Se tendrá en cuenta todas aquellas que se consideran oportunas, y en general las siguientes:

- El personal que maneje la máquina estará en posesión del carnet de conducir correspondiente y si se trata de máquinas que no requieran una acreditación específica, contarán con un permiso de la empresa. Los trabajadores habrán sido formados en su manejo de forma segura.
- En la zona donde se llevan a cabo estos trabajos solo permanecerán los trabajadores que lo realicen, a tal fin se balizarán señalizarán y, resulta necesario, se colocarán señalistas para evitar que nadie se interne en estas zonas.
- No se permite la permanencia sobre la maquinaria en marcha a otra persona que no sea su conductor.
- Todos los operarios de auxilio quedarán en posición en la cuneta por delante de la maquinaria, en prevención de los riesgos por atrapamiento y atropello durante las maniobras.
- Los bordes laterales de la extendidora, en prevención de atrapamientos, estarán señalizados a bandas amarillas y negras alternativas.
- Mantener limpios los rótulos de seguridad instalados en la máquina y reemplazar los que falten.
- El engrase, conservación y la reparación de las máquinas de riegos asfálticos pueden ser peligrosas si no se hacen de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Estas operaciones serán realizadas por personal especializado.
- No quitar ninguna pieza de los sistemas hidráulico o neumático hasta la total descarga de presión, abriendo las válvulas de alivio.
- No fumar cuando se esté repostando combustible, ni en zonas donde se carguen baterías o almacenen materiales inflamables.
- Se prohíbe expresamente el acceso de operarios a la regla vibrante durante las operaciones de extendido, en prevención de accidentes.
- Sobre la máquina, junto a los lugares de paso y en aquellos con el riesgo específico, se adherirán las siguientes señales:

PELIGRO SUSTANCIAS CALIENTES (“¡PELIGRO, FUEGO!”).

“NO TOCAR, ALTAS TEMPERATURAS”.

- Distribución correcta de las cargas en medios de transporte.
- Prohibición de sobrecargas.
- Señalizaciones interiores de obra.
- Aviso a transeúntes y tráfico rodado en entradas y salidas de transporte pesado y maquinaria de obra.

- Normas de actuación de la maquinaria utilizada durante la ejecución de los trabajos, referente a su propia seguridad.

8.24.5. Protecciones

8.24.5.1. Protecciones individuales

Se establecerá el uso de los siguientes medios de protección:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Traje de agua.
- Guantes de cuero.
- Peto reflectante
- Protecciones del aparato respiratorio.

8.24.5.2. Protecciones colectivas

Se establecerán como mínimo las siguientes medidas de protección:

- Los puestos de trabajo de las máquinas y los accesos estarán bordeados de barandillas.
- Barandillas.
- Topes de final de recorrido.
- Límites para los apilamientos de material.
- Se colocará la señalización de seguridad adecuada para advertir riesgos y recordar obligaciones y prohibiciones. De igual forma, se delimitarán las zonas de trabajo, acopio y circulación con cinta de balizamiento o malla plástica.
- Asimismo, se colocará la señalización provisional necesaria al objeto de advertir la presencia de las obras a los vehículos y peatones e indicarles los itinerarios a seguir.

8.25. Señalización, balizamiento y defensa

8.25.1. Señalización urbana vertical

8.25.1.1. Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de materiales.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.

- Caída de objetos en manipulación.
- Pisada sobre objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a contactos eléctricos.

8.25.1.2. Medidas preventivas

- Antes de comenzar a realizar estos trabajos habrá que cerciorarse de que el entorno está perfectamente balizado y que permanece instalada la señalización provisional. De tal forma que sólo permanezcan en los lugares donde se llevan a cabo estos trabajos el personal que lo ejecuta.
- Se mantendrán limpias y ordenadas las zonas de trabajo.
- El personal encargado del manejo de la maquinaria manual deberá haber sido informado sobre los riesgos y las medidas preventivas.
- Para evitar el riesgo eléctrico, la maquinaria manual se utilizará alimentada con tensión de seguridad a 24 v., estarán dotadas de doble aislamiento eléctrico, la conexión se realizará mediante una manguera antihumedad y clavijas macho hembra estancas.
- Las máquinas manuales serán reparadas por personal especializado.
- El encargado comprobará diariamente el buen estado de la maquinaria portátil, retirando del servicio las unidades que ofrezcan deterioros que impliquen riesgos para los trabajadores.
- Se prohíbe depositar en el suelo o dejar abandonadas conectadas a la red eléctrica máquinas manuales.

8.25.1.3. Protecciones

Protecciones individuales

- Casco de seguridad con barbuquejo.
- Mono de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Traje de agua.
- Peto reflectante.

Protecciones colectivas

- Empleo de la maquinaria manual con tensiones de seguridad y doble aislamiento eléctrico.
- Mangueras de seguridad y clavijas macho hembra estancas.
- Barandillas adecuadas en las plataformas telescópicas adecuadas.

- “Puntos seguros” donde anclar el arnés anticaída.
- Se colocará la señalización de seguridad adecuada para advertir riesgos y recordar obligaciones y prohibiciones. De igual forma, se delimitarán las zonas de trabajo, acopio y circulación con cinta de balizamiento o malla plástica.
- Asimismo, se colocará la señalización provisional necesaria al objeto de advertir la presencia de las obras a los vehículos y peatones e indicarles los itinerarios a seguir.

8.25.2. Señalización urbana horizontal: pintura

8.25.2.1. Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel (desde la máquina de pintar y los taludes laterales de la carretera).
- Caídas de personas al mismo nivel (superficies de trabajo).
- Caídas de personas al vacío.
- Atropellos o golpes por vehículos.
- Intoxicación por la respiración de vapores de los disolventes y pinturas.
- Proyección violenta de partículas de pintura a presión (gotas de pintura, motas de pigmentos, cuerpos extraños en los ojos).
- Contacto con sustancias corrosivas.
- Los derivados de la rotura de las mangueras de los compresores (efecto látigo, caída por empujón).
- Sobreesfuerzos (trabajar en posturas obligadas durante mucho tiempo, carga y descarga de pozales de pintura y asimilables).
- Ruidos (compresores para pistolas de pintar).

8.25.2.2. Medidas preventivas

- Estos trabajos deben realizarse por personal especializado que será informado de los riesgos y de las medidas preventivas para evitarlos o minimizar las consecuencias.
- Antes de realizar los trabajos en presencia de un riesgo de caída al vacío o a distinto nivel se deberán adoptar las protecciones colectivas oportunas o, en su defecto, se emplazará el arnés anticaída anclado a un cable fiador o “punto seguro”.
- La maquinaria, las máquinas-herramientas y los medios auxiliares que se empleen deberán haber pasado las revisiones indicadas por el fabricante y, antes de su utilización, serán revisadas por el encargado para verificar cualquier deterioro que pudiera suponer un riesgo para los trabajadores.
- En las zonas donde se realicen estos trabajos solo permanecerán los operarios que lo lleven a cabo. A tal fin se colocará el balizamiento y la señalización necesaria, al objeto de advertir al resto de los trabajadores de la prohibición de invadir estos tajos.

- Al objeto de evitar el riesgo de contacto con sustancias corrosivas e intoxicación por respirar vapores de disolventes y pintura, se seguirán las normas indicadas en las fichas técnicas de los distintos productos.
- Para prevenir la proyección violenta de partículas de pintura se utilizarán gafas anti-proyección.
- Para prevenir los sobreesfuerzos, se organizará el trabajo de tal forma que se alternen los trabajadores en aquellas labores que requieran posturas obligadas durante mucho tiempo (cambiando a actividades que no requieran esfuerzos puntuales) y la carga/descarga de los productos y equipos necesarios se realizará, en la medida de lo posible, empleando medios mecánicos.
- Los compresores se colocarán en los lugares más adecuados, al objeto de reducir el ruido en estos tajos y se dotará a los trabajadores de los equipos de protección individual apropiados para minimizar la acción del ruido.

8.25.2.3. Protecciones

Protecciones individuales

- Casco con protección auditiva.
- Mono de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Traje de agua.
- Guantes de loneta impermeabilizada.
- Peto reflectante.
- Protecciones del aparato respiratorio.
- Fajas y muñequeras contra los sobreesfuerzos.

Protecciones colectivas

- “Puntos seguros” donde anclar el arnés anticaída.
- Se colocará la señalización de seguridad adecuada para advertir riesgos y recordar obligaciones y prohibiciones. De igual forma, se delimitarán las zonas de trabajo, acopio y circulación con cinta de balizamiento o malla plástica.
- Asimismo, se colocará la señalización provisional necesaria al objeto de advertir la presencia de las obras a los vehículos y peatones e indicarles los itinerarios a seguir.

8.26. Urbanización

8.26.1. Colocación de bordillo y acerados

8.26.1.1. Descripción

Se incluyen los trabajos de urbanización y pavimentación, no relacionados con la extensión de aglomerados. Fundamentalmente estos trabajos serán la colocación de bordillos, aceras y zonas peatonales.

8.26.1.2. Medios

- Compactador.
- Camiones basculantes.
- Sierra disco para el corte de baldosas.
- Herramientas manuales.
- Carretillas.

8.26.1.3. Identificación de riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel (al subir y bajar de la maquinaria, por falta de protección, etc.).
- Golpes y/o cortes en manos y piernas (con objetos, herramientas, materiales a manipular, por colocarse junto a la maquinaria en movimiento, etc.).
- Atropellos y colisiones (por falta de señalización acústica y luminosa en las máquinas para avisar de los movimientos, por permanecer junto al radio de acción de la maquinaria, etc.).
- Proyección de partículas durante el corte de las piezas a solar.
- Sobreesfuerzos.
- Derivados medios auxiliares usados.
- Dermatitis.
- Ambiente pulvígeno.

8.26.1.4. Medidas preventivas

- Orden y limpieza.
- Realización del trabajo por personal cualificado.
- Prohibida la circulación o estancia de personal dentro del radio de acción de la maquinaria.
- Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados por personal auxiliar.
- Clara delimitación de las áreas para acopios de materiales.

- Se cuidará el manejo de cargas pesadas, no llevando más de 25 Kg. por operario en ningún momento.

8.26.1.5. Protecciones

Protecciones colectivas

- Uso adecuado de útiles y herramientas y medios auxiliares sin eliminar sus dispositivos de seguridad.
- Adecuado mantenimiento de la maquinaria.
- Toda la maquinaria dispondrá en su parte superior una baliza de luz intermitente y una señal sonora de marcha atrás.
- Las señales que haya que mantener de noche serán reflectantes.
- Se acotarán y señalizarán convenientemente las zonas de trabajo.
- Durante el acopio de materiales se utilizarán los accesorios apropiados no sobrecargando los mismos, a fin de evitar caídas de material.

Protecciones individuales

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado para todo el personal.
- Guantes de goma fina o caucho natural.
- Manoplas de cuero para descarga.
- Gafas protectoras.

8.26.2. Iluminación

8.26.2.1. Descripción

Consiste en todas las operaciones necesarias para la correcta colocación de la iluminación en viales y zonas públicas.

8.26.2.2. Identificación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamientos.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Caídas de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Choque contra objetos móviles.

- Atrapamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición s contactos eléctricos.
- Atropello o golpes por vehículos.

8.26.2.3. Medidas preventivas

- Estos trabajos los realizará personal especializado, informado de los riesgos y de las medidas preventivas a aplicar.
- Se extremará el orden y limpieza en estos tajos.
- Durante el montaje de la instalación se impedirá, mediante carteles avisadores de riesgo, que nadie puede conectar la instalación a la red. Además, se ejecutará como última fase de la instalación, el cableado desde el cuadro general de la compañía, guardando en lugar seguro los fusibles y seccionadores, que se instalarán poco antes de concluir la instalación.
- Antes de proceder a la conexión, se avisará al personal de que se van a iniciar las pruebas de tensión instalándose carteles y señales de "PELIGRO ELECTRICIDAD".
- Antes de realizar las pruebas con tensión se deben revisar la instalación (cuidando de que no queden accesibles a terceros, uniones, empalmes y cuadros abiertos), comprobando la correcta disposición de fusibles, terminales, protección, diferenciales, puesta a tierra, cerradura y manguera en cuadros y grupos eléctricos.
- Para evitar el riesgo por contacto con la electricidad el encargado controlará que los mangos de las herramientas manuales, estarán protegidos con materiales aislantes de la electricidad, quedando prohibida su manipulación y alteración. Si el aislamiento está deteriorado se retirará la herramienta.
- Todos los trabajadores que manipulen conductores y aparatos accionados por electricidad, usarán guantes y calzado aislante.
- Para evitar el riesgo de vuelco y atrapamiento, el encargado controlará que los mástiles de luminarias se acopien ordenadamente en los lugares destinados. Posteriormente los mástiles se repartirán uno a uno ubicándose junto a las esperas hasta su izado; quedarán calzados en caso de permitir, por diseño, la rodadura.
- Para evitar los riesgos de vuelco, atrapamiento y sobreesfuerzos, se izarán los mástiles con ayuda de un camión grúa, sujetando la carga mediante eslingado; el dominio de la carga se realizará mediante cuerdas guía. Una vez calzada la base en las esperas se procederá a su bulonado o soldado definitivo. El encargado controlará que no se desprenderá del gancho hasta terminar su operación.
- Para evitar los riesgos de caída desde altura, el cableado y preinstalación de mecanismos, se realizará a nivel del suelo para disminuir en lo posible las operaciones en altura.

- Para evitar el riesgo eléctrico, el encargado controlará el conexionado inferior y el cierre con la tapa definitiva. Los mástiles conexiados quedarán señalizados, en prevención de riesgo eléctrico.

8.26.2.4. Protecciones

Protecciones individuales

- Casco con imposibilidad de pérdida accidental.
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Arnés anticaída.
- Fajas y muñequeras contra los sobreesfuerzos.

Protecciones colectivas

- Puesta a tierra.
- Diferenciales.
- Manguera antihumedad.
- Cerradura con llave en el cuadro eléctrico.
- Calzos para los mástiles.
- Las herramientas a utilizar estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos eléctricos.
- Barandillas en la plataforma telescópica de seguridad.
- Se colocará la señalización de seguridad adecuada para advertir riesgos y recordar obligaciones y prohibiciones. De igual forma, se delimitarán las zonas de trabajo, acopio y circulación con cinta de balizamiento o malla plástica.
- Asimismo, se colocará la señalización provisional necesaria al objeto de advertir la presencia de las obras a los vehículos y peatones e indicarles los itinerarios a seguir.

8.26.3. Integración ambiental

8.26.3.1. Descripción de los trabajos

La integración ambiental en el presente proyecto comprende, entre otras, las siguientes actividades:

- Tratamiento de taludes
- Revegetación de taludes
- Ejecución de plantaciones.

A su vez, estas actividades incluyen los siguientes trabajos:

- Preparación de los terrenos: desbroce, subsolado o desfonde, laboreo, aportaciones de suelo,...
- Replanteo y apertura de hoyos para plantas y colocación de capa filtrante en el fondo, en su caso.
- Formación de manto de tierra vegetal fertilizada con abonos orgánicos y minerales
- Extensión de capa de tierra vegetal y relleno de hoyos.
- Acopio y/o depósito de plantas.
- Riego previo a la plantación
- Plantaciones y siembras
- Podas
- Riegos
- Colocación de vientos y tratamientos de mantenimiento
- Reposición de marras.
- Medios empleados

8.26.3.2. Medios empleados

- Tractores con hoja empujadora.
- Palas cargadoras y Retroexcavadoras.
- Camiones y dumpers.
- Rulos agrícolas
- Subsoladores
- Mototraíllas
- Escaleras de tijera
- Herramientas manuales

8.26.3.3. Identificación de riesgos

Los riesgos que se pueden presentar en estas operaciones son los siguientes:

- Caídas a nivel o a distinto nivel en trabajo en taludes.
- Golpes o cortes con el uso de herramientas manuales.
- Alcances, golpes y atropellos por maquinaria en movimiento al personal de obra.
- Colisiones, vuelcos y deslizamientos de vehículos.
- Atrapamiento y aplastamiento de miembros durante el uso de pequeñas máquinas.

- Lumbalgia y otras molestias por sobreesfuerzos en transporte de cargas de excesivo peso o apertura de zanjas de forma manual.
- Lesiones y cortes en manos y pies.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas propias de insecticidas u otros productos químicos.
- Exposición a contaminantes biológicos propios de abonos.
- Animales y/o parásitos
- Choques o golpes contra objetos.
- Contactos eléctricos tanto directos como indirectos.
- Proyección de partículas y otras sustancias a los ojos.
- Contagios derivados de la posible insalubridad del lugar.
- Atrapamientos por desplome o derrumbamiento de tierras.
- Explosiones e incendios
- Ruido, vibraciones, polvo y barro.
- Los derivados de condiciones meteorológicas adversas (fuertes vientos, lluvias, temperaturas extremas,...)

8.26.3.4. Medidas preventivas

Las medidas preventivas a adoptar en la ejecución de los trabajos serán:

- Las áreas de trabajo y los accesos al tajo permanecerán limpios y ordenados.
- Se emplearán los equipos de protección individual recomendados en cada operación
- En caso de riesgo de caída en el trabajo en terraplenes y zonas abruptas, se preverán los puntos de anclaje necesarios para el empleo de cinturones anticaída
- Se procurará evitar la formación de barrizales en las zonas de trabajo.
- Se delimitará la zona de movimiento de maquinaria con la correspondiente señalización y balizamiento y se evitará la permanencia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria.
- Los acopios de tierra vegetal se realizarán en las áreas destinadas al efecto, evitando su ubicación en bordes de taludes y zonas de terreno inestable.
- Los maquinistas poseerán la cualificación necesaria para el empleo de la maquinaria correspondiente.
- Nunca trabajarán dos máquinas al mismo tiempo sin respetar las distancias de seguridad.

- Las maniobras de la maquinaria serán dirigidas por el capataz o el encargado del tajo. En el caso de puntos de baja visibilidad para el maquinista, las maniobras le serán indicadas por un señalista cualificado.
- Señalización visual y acústica de las maniobras de la maquinaria.
- Señalizaciones interiores de obra.
- Señalización en entradas y salidas de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Cumplimiento de las normas de actuación de la maquinaria utilizada durante la ejecución de los trabajos, referente a su propia seguridad.
- Distribución correcta de las cargas en los medios de transporte y prohibición de sobrecargas.
- Se prohibirá el transporte de personal en la maquinaria fuera de la cabina del vehículo.
- Se conservarán los caminos de circulación interna, cubriendo baches, eliminando blandones y evitando en lo posible los barrizales, en prevención de accidentes.
- Señalización de prohibición de paso a personal ajeno a la obra en los accesos a la misma.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria desde el punto de vista mecánico, con revisiones periódicas.
- Riegos con camiones cuba en los caminos de acceso para evitar el levantamiento de polvo.
- Se prohibirá a los trabajadores comer, fumar o beber en la zona de trabajo y en las áreas de acopio de la capa de tierra vegetal y de los abonos en prevención de la contaminación por agentes biológicos y químicos.
- Se proporcionará a los trabajadores productos adecuados para la limpieza ocular y antisépticos para la piel.
- La ropa de trabajo y los equipos de protección del personal en contacto con los abonos y la tierra vegetal se guardarán en lugar apropiado, separado de la del resto del personal de obra, y se mantendrán en perfectas condiciones higiénicas y de uso.
- Los trabajadores expuestos a contaminantes químicos y biológicos dispondrán, dentro de la jornada laboral, de 10 min. Antes de la comida y de abandonar el trabajo, para el aseo personal.

8.26.4. Protecciones colectivas

- Cintas de señalización y balizamiento y mallas plásticas para delimitación de áreas de trabajo.
- Barandillas.
- Señalización visual y acústica de maniobras de maquinaria.
- Señalización interior de obra, de vías de circulación y de accesos.

- Topes de final de recorrido.
- Límites para los apilamientos de material.

8.26.5. Protecciones individuales

- Mono de trabajo
- Casco
- Calzado de seguridad y botas de agua de seguridad
- Guantes de cuero y de goma
- Mascarilla autofiltrante con filtro mecánico recambiable.
- Gafas antiproyección.
- Cinturones anticaída

8.27. Ensayos de laboratorio y control de calidad

Equipo de trabajo	Equipo de trabajo	Equipo de trabajo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prensa multiensayos (compresión –tracción) ▪ Compactadoras ▪ Amasadora ▪ Cámara climática 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Horno eléctrico ▪ Estufas ▪ Pórtico de ensayo con prensa de compresión ▪ Baños de agua 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Máquina de desgaste ▪ Transpalet ▪ Martillo para clavar clavos en mortero ▪ Arcón congelador

Materiales de acabados y albañilería:

Flexión de baldosas en cementos, dimensiones en baldosas cerámicas, ensayos físicos y mecánicos del cemento, ensayos de succión y absorción de ladrillos, densidad aparente en espuma de poliuretanos. A veces se cortan baldosas de cemento y material cerámico con disco de corte.

Riesgo	Medida Preventiva	E.P.I.
ACCIDENTES DE TRÁFICO EN LOS DESPLAZAMIENTOS		Cinturón de seguridad del vehículo.
	Los trabajadores seguirán estrictamente las normas de circulación	
	Los trabajadores dispondrán de carnet de conducción adecuado a los que vehículos manejan	
	Mantenimiento programado de los vehículos, tanto los de la empresa como los particulares. (ITV, ...)	
	Los vehículos se aparcarán fuera de calzadas y arcones de vías públicas.	
	Los trabajadores no realizan actividades peligrosas ni toman medicamentos que puedan reducir sus reflejos ni su atención al conducir los vehículos (hablar por teléfonos móviles, etc...)	
	En épocas de lluvia en las que se acumule barro en los bajos de los vehículos, se recomienda lavar los mismos con agua a presión adecuada.	
	Vigilancia de la Salud: realice controles de su vista de forma periódica si tiene corrección óptica o visite al oftalmólogo si observa alguna alteración en la visión.	

POSIBLES CONTACTOS ELÉCTRICOS AL MANIPULAR LOS EQUIPOS		
	No manipular en el interior de los contactos eléctricos.	
	Vigilar el estado de los cables de alimentación.	
	Sustituir los cables que estén deteriorados con riesgo de contacto eléctrico.	
	Utilizar clavijas normalizadas y verificar la eficacia de la toma de tierra.	
PROBLEMAS DORSOLUMBARES		
	Mecanizar (carritos, transpaletas...) en la medida de lo posible las operaciones de manipulación de materiales, prestando atención a las operaciones de carga, traslado y descarga en el laboratorio de ensayos. Las ayudas mecánicas han de estar en correcto estado de conservación.	
	Información sobre nociones básicas de actuación en caso de la manipulación manual de cargas.	
MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS		Usar guantes y gafas apropiadas.
	Disposición por parte de los operarios de una copia de la ficha técnica de seguridad en castellano cerca de su puesto de trabajo en un lugar claramente identificado. En la formación recibida se debe contemplar las normas de seguridad que han de tener al trabajar con este producto.	
	Dotar de fuente lavavojos cerca de la zona donde se trabaja con este producto. En caso de producirse vapores/aerosoles se usará equipo de respiración adecuados.	
	Mantener los recipientes cerrados. Mantener una adecuada ventilación y renovación de aire. El almacenamiento ha de ser lejos de las posibles fuentes de ignición y calor.	

UTILIZACIÓN DEL PUENTE GRÚA: Caídas de materiales, golpes, contusiones y atrapamientos.		Botas de seguridad
	Recibir formación e información de la adecuada manipulación de este equipo. Implantar un criterio adecuado de mantenimiento así como contactar con empresa autorizada para llevar a cabo las revisiones estipuladas en la legislación vigente.	
	Levantar siempre verticalmente las cargas. La carga se observará durante toda su traslación.	
	Si la carga después de estar izada se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.	
	Si la carga es peligrosa se avisará la operación con tiempo suficiente.	
	Todos los órganos móviles que puedan atrapar estarán protegidos por carcasas.	
	Evitar que la carga suspendida sobrevuele a personas.	
	Se deberá mantener la grúa en perfectas condiciones con revisión de sus partes más significativas como son los frenos, gancho y cables.	

Hormigones:

Recepción de probetas, aceitado de los moldes, colocación de las mismas en sala húmeda. Imprimación con azufre en una cara de las probetas. Prueba a compresión

PRENSA: Proyección de partículas, ruido, contactos eléctricos indirectos.		Equipo de protección auditiva en el momento de la rotura.
	El dispositivo de enclavamiento de la prensa no debe estar anulado. Para realizar un ensayo es indispensable que esté la ventana cerrada.	
	La parte trasera de la prensa está abierta y debe cerrarse o modificar su posición para asegurarse que no reboten las partículas y puedan generar un accidente al compañero que se encuentre en la zona de refrentado.	
CARRITOS: Problemas musculares por sobreesfuerzos.		
	La carga transportada por el carrito debe ser adecuada para que el desplazamiento no suponga un sobreesfuerzo.	
	Realizar un adecuado mantenimiento sobre todo de las ruedas y rodamientos.	
DISCO DE CORTE:		Gafas antiproyecciones.
	No Deberá ser utilizado por personas distintas a los trabajadores que lo tengan a su cargo.	
	En caso de avería o mal funcionamiento se desconectará la máquina de la fuente de energía y se colgarán carteles de aviso.	
	Comprobar antes de realizar los trabajos: afilado, estado de conservación, fijación y sentido de giro del disco de corte.	
	Nunca inutilizar los dispositivos de protección de la máquina.	
	Las masas metálicas de la máquina estarán unidas a la tierra y a la instalación eléctrica dispondrá de interruptores diferenciales de alta sensibilidad.	
	La zona de trabajo se mantendrá despejada y limpia de objetos, desechos o tabloneros que puedan provocar caídas o tropiezos.	

	El disco utilizado será el adecuado al cuchillo divisor, resguardo y revoluciones.	
PRODUCTOS QUÍMICOS: Mezcla de aceite con gasóleo, azufre.		Guantes con protección en brazo. Delantal.
	Dotar a los envases de aceite, gasolina, gasoil... de etiquetas adecuadas identificando el producto, sus riesgos y medidas de seguridad pertinentes. Los envases han de permanecer cerrados mientras no se usen.	
	Extracción en la zona de refrentado. Si este fuera insuficiente se usará extracción localizada.	

Viales y suelos:

Sobre las muestras se ensaya al Proctor, Granulometría, CBR, probetas de suelos, Cementos y cal (compresión simple). Estufas para secar muestras.

Riesgo	Medida Preventiva	E.P.I.
PRODUCTOS QUÍMICOS: Cal, Hexametáfosfato.		
	El trabajador dispondrá de la ficha para su consulta.	
CARGA FÍSICA		
	Los sacos de material no deben sobrepasar los 25 Kg. Para manipular dichos pesos se hace indispensable ayudas mecánicas para elevar la carga y situarla en la zona de ensayos. La manipulación de los sacos se hará por medio de dos personas con el fin de que se reduzca el peso a manipular.	

9. OBLIGACIONES PREVENTIVAS DEL EMPRESARIO CONTRATISTA PRINCIPAL**9.1. Designación de la organización preventiva de la obra**

La organización preventiva de la obra se definirá en el Plan de Seguridad y Salud (que constituye la evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva).

El Contratista deberá definir las obligaciones y responsabilidades de cada uno de los miembros de la estructura, entre las que necesariamente se han de incluir, como fundamental, la de vigilar las condiciones de trabajo y el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud, no sólo en relación con los trabajadores propios sino también con los de las empresas subcontratistas.

El Contratista incluirá en su Plan de Seguridad y Salud la estructura organizativa, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para realizar la acción de prevención de riesgos en la empresa, en los términos que reglamentariamente se establezcan.

Los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del plan de prevención de riesgos, que podrán ser llevados a cabo por fases de forma programada, son la evaluación de riesgos laborales y la planificación de la actividad preventiva:

- El empresario deberá realizar una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, teniendo en cuenta, con carácter general, la naturaleza de la actividad, las características de los puestos de trabajo existentes y de los trabajadores que deban desempeñarlos. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. La evaluación inicial tendrá en cuenta aquellas otras actuaciones que deban desarrollarse de conformidad con lo dispuesto en la normativa sobre protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad. La evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo y, en todo caso, se someterá a consideración y se revisará, si fuera necesario, con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido. Cuando el resultado de la evaluación lo hiciera necesario, el empresario realizará controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios, para detectar situaciones potencialmente peligrosas.
- Si los resultados de la evaluación anterior pusieran de manifiesto situaciones de riesgo, el empresario realizará aquellas actividades preventivas necesarias para eliminar o reducir y controlar tales riesgos. Dichas actividades serán objeto de planificación por el empresario, incluyendo para cada actividad preventiva el plazo para llevarla a cabo, la designación de responsables y los recursos humanos y materiales necesarios para su ejecución. El empresario deberá asegurarse de la efectiva ejecución de las actividades preventivas incluidas en la planificación, efectuando para ello un seguimiento continuo de la misma.

Cuando se haya producido un daño para la salud de los trabajadores o cuando, con ocasión de la vigilancia de la salud, aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, el empresario llevará a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de estos hechos.

9.2. Formación de personal en seguridad y salud

Cada trabajador recibirá una formación teórico práctica en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, y cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe, o se produzcan cambios en los equipos de trabajo.

La formación deberá estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario.

Como parte de la formación se indicarán los riesgos a los que va a estar expuesto el trabajador, la necesidad de aptitudes profesionales determinadas y la exigencia de controles médicos especiales.

La formación a que se refiere el apartado anterior deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo o, en su defecto, en otras horas pero con el descuento en aquélla del tiempo invertido en la misma. La formación se podrá impartir por la empresa mediante medios propios o concertándola con servicios ajenos, y su coste no recaerá en ningún caso sobre los trabajadores.

9.3. Información

Los trabajadores de la empresa contratista deben ser informados de todos los riesgos que les puedan afectar, bien por ser propios de su trabajo o función, o bien por ser inherente al medio en que se van a ejecutar o ser producto de las materias primas que se van a utilizar, así como de las medidas y actividades de protección y prevención previstas para combatir unos y otros, y de las medidas de emergencia previstas en el Plan correspondiente.

Dicha información se facilitará por el empresario a los trabajadores a través de sus representantes.

A la vez, debe facilitar a los trabajadores el derecho a formular propuestas que mejoren la seguridad del tajo. Igualmente, debe controlar que las empresas subcontratistas faciliten esta información y participación a sus trabajadores.

9.4. Presencia de los recursos preventivos

Se establece la obligación de concentrar en el tajo los recursos preventivos de cada contratista durante la ejecución de actividades o procesos que sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales, con la finalidad de vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el Plan de Seguridad y Salud y comprobar la eficacia de éstas.

Dado que la obra a ejecutar contempla varias actividades consideradas de “riesgo especial”, el Plan debe incluir la obligación de mantener los recursos preventivos en las actividades determinadas por este Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, y siempre que las condiciones de la obra así lo requieran, y debe ser asumida por el contratista.

Se establece la obligación por parte del Contratista de definir en el Plan de Seguridad y Salud, tanto la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos, como de determinar los interlocutores de la empresa contratista en la obra, para que los mismos recursos lleven a cabo sus obligaciones.

Además el Contratista tiene la obligación de exigir y controlar que exista en cada actividad subcontratada una estructura de recursos preventivos adecuada a la entidad de la actividad y perteneciente a cada una de las empresas subcontratistas.

9.5. Coordinación de actividades empresariales

Cuando se recurra a empresas subcontratistas para la realización de determinadas actividades del proyecto, el Contratista principal tiene la obligación de vigilar el cumplimiento por parte del subcontratista con la normativa de riesgos laborales..

Todas las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos cuyo trabajo haya de desarrollarse en la obra, recibirán la información e instrucciones en relación con los riesgos

existentes en el tajo así como sobre las medidas de protección y prevención sobre las medidas de emergencia.

El Contratista designará en el Plan de Seguridad y Salud, la persona encargada de las funciones de coordinación empresarial, y preverá la forma de realizar esta Coordinación con las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos.

Estas obligaciones deberán ser desarrolladas y asumidas por el contratista, en el Plan de Seguridad y Salud.

9.6. Vigilancia preventiva.

El contratista principal deberá vigilar el cumplimiento, no sólo por las empresas subcontratistas, sino también por sus trabajadores, y trabajadores autónomos, de la parte del Plan de Seguridad y Salud que afecte al trabajo que van a ejecutar en la obra. Para ello, requerirán de dichas empresas la organización preventiva que van a aportar a su actividad en la obra, con la finalidad de controlar el cumplimiento de dicha obligación, y la incluirá en el propio Plan como un anexo al mismo. Dicha organización actuará de manera conjunta, pero subordinada a la del contratista principal, para vigilar que los trabajadores de la subcontrata cumplan con meticulosidad las obligaciones preventivas incluidas en el Plan que afecten a sus trabajos.

El contratista principal exigirá por escrito a las empresas subcontratistas que han cumplido sus obligaciones de información y de formación con los trabajadores que vayan a realizar actividades en la obra.

Igualmente controlará que entre las mismas empresas subcontratistas y entre éstas y los trabajadores autónomos, se han establecido la coordinación oportuna que garantice el cumplimiento de los principios de acción preventiva.

9.7. Subcontratación

Las empresas que contraten o subcontraten con otras la realización de las obras o servicios correspondientes a la propia actividad de aquellas y que se desarrollen en los centros de trabajo donde los primeros desarrollen su actividad, deberán vigilar el cumplimiento por dichos contratistas y subcontratistas de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Además, el contratista deberá desarrollar en el Plan de Seguridad los procedimientos a seguir para garantizar el cumplimiento y control, registro y documentación de la subcontratación que se realice en la obra, así como los protocolos de información al respecto a trasladar al Equipo de Fiscalización y a los representantes de los trabajadores de las empresas presentes en la obra.

Estos procedimientos deben garantizar:

- Que no se realicen subcontrataciones más allá del tercer nivel.
- Exigir requisitos de calidad o solvencia a las empresas subcontratistas (tener una organización preventiva, formación en prevención de sus trabajadores).
- Exigir transparencia en la subcontratación (mediante la presentación de la documentación pertinente) y reforzando la participación de la representación legal de los trabajadores.

9.8. Obligaciones preventivas de empresas subcontratistas y trabajadores autónomos

Las empresas que coincidan en una obra, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios para la protección y prevención de riesgos y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores. En este sentido cada empresario contratista que participe en las obras nombrará expresamente a su “recurso preventivo” debiendo estar presente en la obra mientras su empresa desarrolle trabajos en la misma.

Además, las empresas subcontratistas y los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva,
 - Evitar los riesgos
 - Evaluar los riesgos que no se puedan evitar
 - Combatir los riesgos en su origen
 - Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud
 - Tener en cuenta la evolución de la técnica
 - Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro
 - Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo
 - Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual
 - Dar las debidas instrucciones a los trabajadores
- Ajustar su situación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el PSS.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual, conforme a los términos previstos en el presente Estudio de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional .
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Equipo de Fiscalización durante la ejecución de las obras, o en su caso, la el Equipo de Fiscalización.
- Cumplir todo lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

A la firma del contrato, se entregará a cada trabajador autónomo la notificación de sus obligaciones y responsabilidades establecidas en el presente apartado y recogidas en un formato, quedando constancia por escrito de su realización.

10. EXIGENCIAS PREVENTIVAS EN EL USO DE MAQUINAS

Como punto común a toda la maquinaria, equipos e instalaciones, se garantizará el correcto estado de los mismos. El Plan de seguridad y Salud definirá los procedimientos que habilitará en la obra el contratista para garantizar que toda la maquinaria, instalaciones y equipos auxiliares cumpla con la normativa vigente contando con toda la documentación y autorizaciones perceptivas (proyectos y autorizaciones de las instalaciones, programas de inspección y mantenimiento, manuales de instrucciones en la lengua del operador...). Además será de obligación el garantizar la estabilidad estructural de las diferentes instalaciones de obra y medios auxiliares, así como de las zonas de trabajo (taludes, excavaciones, zanjas, etc) disponiendo del cálculo justificativo correspondiente.

El contratista deberá incluir en el Plan de Seguridad y Salud, y previamente a su utilización en obra, la evaluación de riesgos y planificación de las medidas preventivas de toda máquina.

Como norma general todas las máquinas dispondrán de extintores en número y tamaño adecuados al fuego que puedan generar, para uso por parte el maquinista en caso de incendio, pues la extinción del conato es la acción preventiva más eficaz para evitar daños mayores, que el caso de incendios en túneles son muy graves según la experiencia histórica.

Además dispondrán de libro de instrucciones, las cuales serán de obligado cumplimiento por parte de los maquinistas.

Cuando sea necesario el montaje de maquinaria en la propia obra, se exigirá la revisión de la misma por un técnico competente para garantizar su correcto funcionamiento, independientemente del uso que se prevea.

En el caso en que tenga una relevancia para la seguridad, se deberá exigir la comprobación por parte de un responsable con competencias en la materia, que el terreno tenga unas condiciones óptimas y una capacidad portante suficiente para el apoyo de grúas u otras máquinas, así como para la circulación de máquinas o vehículos.

10.1. Grandes máquinas

Este apartado se refiere a todas las máquinas de grandes dimensiones.

10.1.1. Riesgos más frecuentes

- Atropellos y colisiones en maniobras de marcha atrás y giro.
- Caída de material desde la cuchara en el caso de palas cargadoras y retroexcavadoras.
- Vuelco de la máquina.

10.1.2. Protecciones y medidas preventivas

- Comprobación y conservación periódica de los elementos de la máquina.
- Empleo de la máquina por personal autorizado y cualificado, con autorización expresa de los empresarios para su utilización.
- Las operaciones, si es necesario, serán supervisadas por personal especializado.

- Estará prohibido el transporte de personas en la máquina.
- La batería quedará desconectada y la llave de contacto no quedará puesta, siempre que la máquina finalice su trabajo por descanso y otra causa.
- No se fumará durante la carga de combustible ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- Se considerarán las características del terreno donde actúa la máquina para evitar accidente por giros incontrolados al bloquearse un neumático. El hundimiento del terreno puede originar el vuelco de la máquina con grave riesgo para el personal. Por ello será obligatorio el uso de los sistemas de seguridad de las máquinas, tales como cinturón de seguridad, dispositivo ROPS, FOPS, etc
- No se realizarán las operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- Las palas cargadoras y retroexcavadoras circularán con la cuchara plegada. Al finalizar el trabajo de estas máquinas, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina.
- El personal de la obra estará fuera del radio de acción de las máquinas para evitar atropellos y golpes, durante los movimientos de éstas o por algún giro imprevisto al bloquearse una oruga.
- En el caso de que sea necesario, todas las medidas serán tenidas en cuenta para el montaje, desmontaje y mantenimiento de la misma.
- Toda la maquinaria y camiones, en la marcha atrás deberán poseer señalización acústica

10.1.3. Protecciones individuales:

El operador llevará en todo momento:

- Casco de seguridad homologado.
- Botas antideslizantes.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Gafas de protección contra el polvo en tiempo seco.
- Asiento anatómico.
- El operador limpiará el barro adherido a su calzado, para que no resbalen los pies sobre los pedales.
- Arnés de seguridad y demás dispositivos de seguridad con los que cuente la máquina en base a las instrucciones del fabricante.

10.1.4. Protecciones colectivas

- Estará prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.

- Señalización de la zona de trabajo.

10.2. Jumbo

10.2.1. Riesgos más frecuentes

- Caída de operarios a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina, desde la cabina durante los desplazamientos y en las operaciones de mantenimiento.
- Caída de personas al mismo nivel (terrenos irregulares, embarrados, etc.).
- Arrollamientos por otras máquinas o vehículos al descender de la máquina
- Colisiones contra otras máquinas o vehículos.
- Choques con elementos fijos de la obra.
- Caída y vuelco por desniveles y en zanjas.
- Cortes, golpes, heridas, pinchazos, torceduras, atrapa mientas y/o aplastamientos en manos y pies:
 - Durante su manejo.
 - Por ausencia de resguardos en los elementos móviles de la máquina.
 - Durante las operaciones de limpieza y mantenimiento.
- Contactos eléctricos directos con la instalación eléctrica de alimentación.
- Lumbalgia por sobreesfuerzos y/o posturas inadecuadas.
- Quemaduras por explosiones e incendios en trabajos de mantenimiento y repostaje.
- Proyección de fragmentos y partículas en los ojos y en el cuerpo por rotura de piezas o mecanismos de la maquinaria y sobre otros operarios.
- Proyección de fluido a alta presión por rotura de mangueras durante las operaciones de mantenimiento.
- Los derivados de los lugares de ubicación (trabajos en túnel)

10.2.2. Medidas preventivas

- El jumbo realizará la perforación mediante vía húmeda y dispondrá de captadores de polvo para eliminar el polvo producido en la perforación.
- Las vías de circulación para el jumbo debe estar en buenas condiciones de seguridad.
- Las mangueras de alimentación eléctrica se llevarán perfectamente alineadas y fijas a los hastiales (lugares donde los movimientos de la máquina no puedan dañarlos). En caso de que sea inevitable el paso de vehículos por encima de ellas en algún punto, se protegerán adecuadamente.
- Los empalmes estarán siempre en perfectas condiciones.