



**CUENCA**  
MUNICIPALIDAD

## **ANEXO 7**

# **SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN**

---

## INDICE DOCUMENTO

<b>1.OBJETO Y GENERALIDADES .....</b>	<b>12</b>
<b>2.NORMATIVA DE REFERENCIA.....</b>	<b>15</b>
2.1.    NORMATIVA ECUADOR.....	15
2.1.1.    NORMATIVA RELATIVA A SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES Y RADIOCOMUNICACIONES .....	15
2.1.2.    NORMATIVA RELATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES ....	15
2.2.    NORMATIVA INTERNACIONAL.....	16
2.2.1.    NORMATIVA APLICABLE A SISTEMAS SEÑALIZACIÓN .....	16
2.2.2.    NORMATIVA RELATIVA A COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA .....	16
2.2.3.    NORMATIVA RELATIVA A SISTEMAS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN .....	17
<b>3.SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA.....</b>	<b>18</b>
3.1.    ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO.....	18
3.1.1.    DESCRIPCIÓN .....	18
3.1.2.    MATERIALES .....	18
3.1.2.1.    CONCEPTOS GENERALES .....	18
3.1.2.2.    ARMARIO/CHASIS DE ENCLAVAMIENTO.....	20
3.1.2.3.    CABLEADO DEL ARMARIO DE ENCLAVAMIENTO.....	21
3.1.2.4.    MÓDULO ALIMENTACIÓN .....	21
3.1.2.5.    MÓDULO MICROPROCESADOR DE ENCLAVAMIENTO.....	21
3.1.2.6.    SINÓPTICO ESQUEMA DE VÍAS .....	22
3.1.3.    MEDICIÓN Y PAGO .....	22
3.2.    CIRCUITO DE VÍA.....	22
3.2.1.    DESCRIPCIÓN .....	22
3.2.2.    MATERIALES .....	23
3.2.2.1.    CONCEPTOS GENERALES .....	23
3.2.2.2.    FUNCIONAMIENTO .....	24
3.2.2.3.    CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....	25
3.2.3.    PROCESO DE EJECUCIÓN .....	26

---

3.2.3.1.	CONCEPTOS GENERALES .....	26
3.2.3.2.	UBICACIÓN E INSTALACIÓN .....	26
3.2.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	27
3.3.	SISTEMA DE MANDO DE AGUJAS .....	27
3.3.1.	DESCRIPCIÓN .....	27
3.3.2.	MATERIALES .....	28
3.3.2.1.	CONCEPTOS GENERALES .....	28
3.3.2.2.	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPAMIENTO INSTALADO EN LA UNIDAD TRANVIARIA .....	29
3.3.2.3.	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPAMIENTO INSTALADO EN VÍA .....	30
	ANTENA DE RECEPCIÓN (LAZO DE MANDO DE AGUJAS) .....	30
	UNIDAD DE RECEPCIÓN .....	30
3.3.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	31
3.3.3.1.	CONCEPTOS GENERALES .....	31
3.3.3.2.	UBICACIÓN E INSTALACIÓN DE LAZOS DE MANDO DE AGUJAS .....	31
3.3.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	32
3.4.	SEÑAL TRANVIARIA LUMINOSA LED .....	32
3.4.1.	DESCRIPCIÓN .....	32
3.4.2.	MATERIALES .....	32
3.4.2.1.	CONCEPTOS GENERALES .....	32
3.4.2.2.	ASPECTOS DE SEÑALES .....	33
3.4.2.3.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS SEÑALES .....	33
3.4.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	35
3.4.3.1.	CONCEPTOS GENERALES .....	35
3.4.3.2.	UBICACIÓN E INSTALACIÓN DE LAS SEÑALES TRANVIARIAS .....	35
3.4.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	36
3.5.	ACCIONAMIENTO DE AGUJA ELECTROHIDRÁULICO CON/SIN CERROJO ....	36
3.5.1.	DESCRIPCIÓN .....	36
3.5.2.	MATERIALES .....	37

---

---

3.5.2.1.	CONCEPTOS GENERALES .....	37
3.5.2.2.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	37
3.5.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	39
3.5.3.1.	CONCEPTOS GENERALES .....	39
3.5.3.2.	UBICACIÓN E INSTALACIÓN DE LOS ACCIONAMIENTOS.....	39
3.5.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	40
3.6.	ACCIONAMIENTO DE AGUJA MANUAL .....	40
3.6.1.	DESCRIPCIÓN .....	40
3.6.2.	MATERIALES .....	40
3.6.2.1.	CONCEPTOS GENERALES .....	40
3.6.2.2.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS ACCIONAMIENTOS ELECTROHIDRÁULICOS .....	41
3.6.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	41
3.6.3.1.	CONCEPTOS GENERALES .....	41
3.6.3.2.	UBICACIÓN E INSTALACIÓN DE LOS ACCIONAMIENTOS.....	42
3.6.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	42
3.7.	CABLEADO SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA.....	43
3.7.1.	DESCRIPCIÓN .....	43
3.7.2.	MATERIALES .....	43
3.7.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	44
3.7.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	44
3.8.	PRUEBAS, DOCUMENTACIÓN Y FORMACIÓN DEL SISTEMA .....	45
3.8.1.	DESCRIPCIÓN .....	45
3.8.2.	MATERIALES .....	45
3.8.2.1.	DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES .....	45
3.8.3.	MEDICIÓN Y PAGO .....	52
3.9.	SOFTWARE DE GESTIÓN DE ENCLAVAMIENTOS .....	52
3.9.1.	DESCRIPCIÓN .....	52
3.9.2.	MATERIALES .....	52

---

---

3.9.3.	MEDICIÓN Y PAGO .....	52
3.10.	FMDS Y SISTEMA DE CALIDAD .....	53
3.10.1.	DESCRIPCIÓN .....	53
3.10.2.	MEDICIÓN Y PAGO .....	53
<b>4.</b>	<b>SEÑALIZACIÓN VIARIA Y PREFERENCIA SEMAFÓRICA.....</b>	<b>54</b>
4.1.	SEMÁFOROS VIARIOS .....	54
4.1.1.	DESCRIPCIÓN .....	54
4.1.2.	MATERIALES .....	54
4.1.2.1.	ESPECIFICACIONES FUNCIONALES.....	54
4.1.2.2.	ARQUITECTURA.....	55
4.1.2.3.	UBICACIÓN.....	56
4.1.2.4.	REQUISITOS TÉCNICOS .....	56
	CABEZAS DE SEMÁFOROS .....	56
	ELEMENTOS DE SUJECCIÓN.....	57
4.1.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	58
4.1.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	59
4.2.	SEÑAL ACÚSTICA PARA INIDENTES .....	59
4.2.1.	DESCRIPCIÓN .....	59
4.2.2.	MATERIALES .....	59
4.2.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	62
4.2.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	62
4.3.	SEÑALES TRANVIARIAS.....	62
4.3.1.	DESCRIPCIÓN .....	62
4.3.2.	MATERIALES .....	63
4.3.2.1.	CONCEPTOS GENERALES .....	63
4.3.2.2.	ARQUITECTURA DEL SISTEMA .....	65
4.3.2.3.	REQUISITOS FÍSICOS .....	66
4.3.2.4.	REQUISITOS TÉCNICOS .....	66
	CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	66

---

---

CABEZA DE SEÑAL.....	67
4.3.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	68
4.3.3.1. CONCEPTOS GENERALES .....	68
4.3.3.2. UBICACIÓN.....	68
4.3.3.3. INSTALACIÓN Y PRUEBAS.....	68
4.3.4. MEDICIÓN Y PAGO .....	69
4.4. BÁCULO .....	69
4.4.1. DESCRIPCIÓN.....	69
4.4.2. MATERIALES .....	70
4.4.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	70
4.4.4. MEDICIÓN Y PAGO .....	70
4.5. COLUMNA.....	71
4.5.1. DESCRIPCIÓN.....	71
4.5.2. MATERIALES .....	71
4.5.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	71
4.5.4. MEDICIÓN Y PAGO .....	72
4.6. REGULADOR SEMAFORICO .....	72
4.6.1. DESCRIPCIÓN.....	72
4.6.2. MATERIALES .....	72
4.6.2.1. CONCEPTOS GENERALES .....	72
4.6.2.2. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES.....	73
4.6.2.3. REQUISITOS FÍSICOS .....	74
4.6.2.4. REQUISITOS TÉCNICOS .....	75
4.6.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	77
4.6.3.1. CONCEPTOS GENERALES .....	77
4.6.3.2. UBICACIÓN.....	77
4.6.3.3. INSTALACIÓN Y PRUEBAS.....	77
4.6.4. MEDICIÓN Y PAGO .....	78
4.7. ADAPTACIÓN REGULADOR SEMAFORICO .....	78

---

---

4.7.1.	DESCRIPCIÓN .....	78
4.7.2.	MATERIALES .....	79
4.7.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	79
4.7.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	80
4.8.	CENTRAL SEMAFÓRICA.....	80
4.8.1.	DESCRIPCIÓN .....	80
4.8.2.	MATERIALES .....	80
4.8.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	81
4.9.	CABLEADO ELÉCTRICO .....	81
4.9.1.	DESCRIPCIÓN .....	81
4.9.2.	MATERIALES .....	81
4.9.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	82
4.9.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	83
4.10.	ELEMENTOS DE PUESTA A TIERRA .....	83
4.10.1.	DESCRIPCIÓN .....	83
4.10.2.	MATERIALES .....	83
4.10.2.1.	CABLE .....	83
4.10.2.2.	PICAS DE PUESTA A TIERRA .....	83
4.10.2.3.	EMBARRADOS, PLACAS, EMPALMES, TERMINALES, ETC.....	84
4.10.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	84
4.10.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	84
4.11.	DESMONTAJE DE SEMÁFOROS.....	84
4.11.1.	DESCRIPCIÓN .....	84
4.11.2.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	85
4.11.3.	MEDICIÓN Y PAGO .....	85
4.12.	DESMONTAJE Y MONTAJE DE COLUMNA Y BÁCULOS .....	85
4.12.1.	DESCRIPCIÓN .....	85
4.12.2.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	85
4.12.3.	MEDICIÓN Y PAGO .....	86

---

4.13.	SOFTWARE PARA LA CENTRALIZACIÓN/TELEMANDO SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN VIARIA Y PREFERENCIA SEMAFÓRICA.....	86
4.13.1.	DESCRIPCIÓN.....	86
4.13.2.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	86
4.13.3.	MEDICIÓN Y PAGO.....	86
4.14.	SOFTWARE PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA PREFERENCIA SEMAFÓRICA.....	87
4.14.1.	DEFINICIÓN.....	87
4.14.2.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	89
4.14.3.	MEDICIÓN Y PAGO.....	89
4.15.	INGENIERÍA, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA, DOCUMENTACIÓN Y FORMACIÓN.....	89
4.15.1.	DESCRIPCIÓN.....	89
4.15.2.	MATERIALES.....	90
4.15.3.	MEDICIÓN Y PAGO.....	96
4.16.	BALIZA DETECCIÓN PREFERENCIA SEMAFÓRICA.....	96
4.16.1.	DESCRIPCIÓN.....	96
4.16.2.	MATERIALES.....	97
4.16.2.1.	ESPECIFICACIONES FUNCIONALES.....	97
4.16.2.2.	ARQUITECTURA.....	98
4.16.2.3.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	99
4.16.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	99
4.16.3.1.	CONCEPTOS GENERALES.....	99
4.16.3.2.	UBICACIÓN.....	100
4.16.3.3.	INSTALACIÓN Y PRUEBAS.....	100
4.16.4.	MEDICIÓN Y PAGO.....	101
4.17.	CANALIZACIÓN EN CALZADA/ACERA.....	102
4.17.1.	DESCRIPCIÓN.....	102
4.17.2.	MATERIALES.....	102

---

4.17.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	103
4.17.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	103
4.18.	ARQUETA .....	104
4.18.1.	DESCRIPCIÓN .....	104
4.18.2.	MATERIALES .....	104
4.18.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	105
4.18.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	105
4.19.	SWITCH ETHERNET NIVEL 2, 24 PUERTOS CON 2 SFPS LX/LC .....	105
4.19.1.	DESCRIPCIÓN .....	105
4.19.2.	MATERIALES .....	106
4.19.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	108
4.19.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	108
4.20.	CABLE DE 8 F.O. MULTIMODO .....	109
4.20.1.	DESCRIPCIÓN .....	109
4.20.2.	MATERIALES .....	109
4.20.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	110
4.20.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	111
4.21.	PATCH PANNEL DE F.O. MULTIMODO DE 8 PUERTOS Y PATCH CORDS DE F.O. MM .....	111
4.21.1.	DESCRIPCIÓN .....	111
4.21.2.	MATERIALES .....	111
4.21.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	112
4.21.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	112
4.22.	MEDIDA DE REFLECTOMETRÍA BIDIRECCIONAL Y POTENCIA SOBRE 1 F.O. MULTIMODO.....	113
4.22.1.	DESCRIPCIÓN .....	113
4.22.2.	MATERIALES .....	113
4.22.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	113
4.22.4.	MEDICIÓN Y PAGO .....	115

---

4.23.	CONVERSOR CABLE UTP - F.O. PARA ETHERNET CON DOS PUERTOS DE F.O.	116
4.23.1.	DESCRIPCIÓN	116
4.23.2.	MATERIALES	116
4.23.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN	117
4.23.4.	MEDICIÓN Y PAGO	117
<b>5.</b>	<b>VARIOS</b>	<b>118</b>
5.1.	SERVIDOR	118
5.1.1.	DESCRIPCIÓN	118
5.1.2.	MATERIALES	118
5.1.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN	119
5.1.4.	MEDICIÓN Y PAGO	119
5.2.	PUESTO DE OPERACIÓN	120
5.2.1.	DESCRIPCIÓN	120
5.2.2.	MATERIALES	120
5.2.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN	121
5.2.4.	MEDICIÓN Y PAGO	122
5.3.	MONITORES PARA LAS CPUS	122
5.3.1.	DESCRIPCIÓN	122
5.3.2.	MATERIALES	122
5.3.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN	124
5.3.4.	MEDICIÓN Y PAGO	124
5.4.	KVM OPERADORES 1 PANTALLA	124
5.4.1.	DESCRIPCIÓN	124
5.4.2.	MATERIALES	125
5.4.3.	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN	125
5.4.4.	MEDICIÓN Y PAGO	126

## INDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Arquitectura Circuito de Vía.....	25
Ilustración 2. Arquitectura Sistema de mando de agujas.....	29
Ilustración 3. Secuencia lógica de aspectos de señales tranviarias del sistema de Preferencia Semafórica .....	65

## **1. OBJETO Y GENERALIDADES**

El objeto del presente pliego es la definición de los requerimientos técnicos que deberá cumplir el equipamiento de señalización de la Red de Primaria de Transporte de la Municipalidad de Cuenca, Tranvía de Los Cuatro Ríos, en cuanto a las condiciones del proyecto para la fabricación, suministro, montaje, adaptación de software y pruebas

Los sistemas de señalización contemplados en el alcance de este documento son los siguientes:

- Sistema Señalización Tranviaria
- Sistema de Señalización Viaria y Preferencia Semafórica

El alcance del proyecto respecto al Sistema de Señalización Tranviaria consiste en la definición, para su ejecución, instalación y puesta en servicio del sistema en las zonas de maniobras definidas en el proyecto (ZM1, ZM2, ZM3, ZM4).

Se define las siguientes actuaciones:

- Instalación de elementos de detección y señalización tranviaria en campo.
- Explotación de las zonas de maniobras incluidas en el proyecto definiendo el conjunto de movimientos posibles según el Plan de Explotación correspondiente, así como la arquitectura y funcionalidad del sistema de mando de agujas para la solicitud de itinerarios.
- Software del Telemando y Gestión de enclavamientos a instalar en el Puesto de Mando Central.

El alcance del proyecto respecto al Sistema de Señalización Viaria y Preferencia Semafórica incluye los aspectos que se describen a continuación:

- Instalación de elementos de señalización en campo, para vehículos, peatones y tranvía.
  - Instalación de los elementos de detección de paso del tranvía para la gestión de la prioridad semafórica del tranvía.
  - Definición de los nuevos diagramas de fase.
  - Programación del nuevo diagrama de fases de cada cruce en los
-

reguladores, incluyendo la programación de la preferencia del tranvía.

- Actuaciones sobre los reguladores existentes: Modificación de los reguladores de tráfico, que se deberán adaptar al nuevo número de grupos semafóricos que se definen en cada uno de los cruces.
- Ejecución de las acometidas de canalización desde la red semafórica municipal hasta los nuevos cruces a semaforizar.
- Conexión de la red de comunicaciones de la Municipalidad de Cuenca para Control de Tráfico con la red de comunicaciones fijas propiedad de la explotación tranviaria.
- Ampliación del software de monitorización de la preferencia instalado en la Sala de Control de tráfico de la Municipalidad de Cuenca.
- Modificación del software de la Sala de Control de tráfico de la Municipalidad de Cuenca contemplando los nuevos cruces a semaforizar, así como las posibles modificaciones en los cruces actualmente semaforizados.

Los aspectos definidos a continuación son de aplicación para ambos sistemas de señalización:

- La ejecución de estas actividades se deberán desarrollar en coordinación con el resto de proyectos, para ello previamente al inicio de las obras se identificarán los interfaces entre los diferentes contratos que permitan la coordinación de las obras y eviten retrasos o demora en la ejecución de las mismas, así como incoherencias de ejecución.
- Queda excluido del presente proyecto la obra civil necesaria para la realización de las canalizaciones y arquetas de la plataforma tranviaria y la conexión de las mismas con los reguladores de cada cruce.
- Todos los equipos y tecnología propuestos responderán a los siguientes requisitos:
- Deberán cumplir con la normativa vigente.
- Serán completamente compatibles con el equipamiento actualmente instalado en la Municipalidad de Cuenca.
- Para la ejecución de la obra, y en el anejo correspondiente, se tendrán en

cuenta las interferencias con otros proyectos y servicios afectados.

Los planos as-built deberán ser presentados para la totalidad de la obra y estarán a cargo del contratista, así como la entrega de catálogos y garantías de equipos, etc.

## **2. NORMATIVA DE REFERENCIA**

El Contratista viene obligado al cumplimiento de la legislación vigente que por cualquier concepto durante el desarrollo de los trabajos le sea de aplicación, aunque no se encuentre expresamente indicada en este Pliego o en cualquier otro documento de carácter contractual.

El Contratista confeccionará los proyectos y documentos necesarios para la obtención de los permisos y legalización de las instalaciones, apoyando la gestión con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) para la obtención de los citados permisos para las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo los visados en el Colegio Oficial correspondiente, si fuera necesario, y estará presente durante las inspecciones.

Adicionalmente se contemplará el cumplimiento de la siguiente normativa:

### **2.1. NORMATIVA ECUADOR**

#### **2.1.1. Normativa relativa a Sistemas de Telecomunicaciones y Radiocomunicaciones**

- “Ley Especial de Telecomunicaciones” Ley 184, Registro Oficial 996 de 10-ago-1992. Última modificación: 13-mar-2000. Estado: Vigente. (<http://www.conatel.gob.ec>)
- “Reglamento General a La Ley Especial De Telecomunicaciones”. Decreto Ejecutivo 1790. Registro Oficial 404 de 04-sep-2001. Última modificación: 24-ago-2009. Estado: Vigente (<http://www.conatel.gob.ec>)
- “Reglamento para Homologación de Equipos de Telecomunicaciones”. Resolución CONATEL 452. Registro Oficial 213 de 16-nov-2007. Estado: Vigente (<http://www.conatel.gob.ec>)

#### **2.1.2. Normativa relativa a la construcción de caminos y puentes**

- MOP - 001-F 2002: Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes (<http://www.mtop.gob.ec/>)

## 2.2. NORMATIVA INTERNACIONAL

### 2.2.1. Normativa aplicable a Sistemas Señalización

- EN 50126: Aplicaciones Ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). (<http://www.cen.eu>)
- EN 50128: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril. (<http://www.cen.eu>)
- EN 50129: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización. (<http://www.cen.eu>)
- EN 50159: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Comunicación relacionada con la seguridad en sistemas de transmisión. (<http://www.cen.eu>)
- IEC 68210A: Equipos Electrónicos y sus Componentes. Ensayos Fundamentales Climáticos y de Robustez Mecánica. (<http://www.iec.ch/>)
- IEC 55015 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares. (<http://www.iec.ch/>)
- IEC 61508: Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables relacionados con la seguridad. (<http://www.iec.ch/>)
- IEC 61511: Seguridad Funcional. Sistemas Instrumentados de Seguridad para la Industria de Procesos(<http://www.iec.ch/>)

### 2.2.2. Normativa relativa a Compatibilidad Electromagnética

- EN 55022, 2000 Equipamiento de Sistemas de Información – Interferencias Radio – Límites y métodos de medida. (<http://www.cen.eu>)
- EN 55024, 1999 Equipamiento de Sistemas de Información – Características de inmunidad – Límites y métodos de medida. (<http://www.cen.eu>)

- EN 55024, 1999. Requerimientos Descargas Electroestáticas. (<http://www.cen.eu>)
- EN 50082-1 Compatibilidad Electromagnética (EMC) – Estándar Inmunidad Genérico – Parte1: Sector residencial, comercial e industria. (<http://www.cen.eu>)
- EN 301 489-1: Compatibilidad Electromagnética (EMC) Estándar para equipamiento radio: equipamiento y servicios; Parte 1: Requerimientos técnicos comunes. (<http://www.cen.eu>)
- EN 301 489-5: Compatibilidad Electromagnética (EMC) Estándar para equipamiento radio y servicios; Parte 5: Condiciones específicas para servicios de comunicaciones móviles privados (PMR) y equipamiento secundario. (<http://www.cen.eu>)

### **2.2.3. Normativa relativa a Sistemas Eléctricos de Baja Tensión**

- 2008 National Electric Code (NFPA 70, NEC) (<http://www.nfpa.org>)
- IEEE Std 141-1993 - IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants (<http://www.ieee.org/index.html>)
- IEEE Std 835-1994 - Power Cable Ampacity Tables (<http://www.ieee.org/index.html>)
- HD 516 S2 - Guía para la utilización de cables armonizados de baja tensión. (<http://www.cenelec.eu>)

### **3. SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA**

#### **3.1. ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO**

##### **3.1.1. Descripción**

Suministro, transporte, montaje, instalación, prueba y puesta en funcionamiento de unidad de enclavamiento SIL 3 Línea/SIL2 Talleres y Cocheras, integrado en el sistema de Gestor de Enclavamientos en Puesto de Mando Central. Se incluye puesta en funcionamiento y pruebas puesta en funcionamiento y certificación CENELEC por zona de maniobras independiente.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

##### **3.1.2. Materiales**

###### *3.1.2.1. Conceptos generales*

Los criterios generales a considerar en la definición de la unidad controlador de enclavamiento son los siguientes:

Mando de seguridad para la certificación SIL (*Security Integrity Level*):

- SIL 3: enclavamientos tranviaria instalados en línea (zona de maniobras 1, 2 y 3)
- SIL 2: enclavamiento tranviario instalados en talleres y cocheras (zona de maniobras 4)
- Diseño, desarrollo, pruebas e instalación teniendo en cuenta la siguiente normativa CENELEC:
- EN 50126: Aplicaciones Ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS).
- EN 50128: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril.

- EN 50129: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.
- Cumplimiento de requisitos Electromagnéticos (EMC) conforme a normativa vigente

Funciones integradas:

- Bloqueo de aguja mediante detección de vehículos a través de circuitos de detección instalados en plataforma
- Mando de aguja: accionamientos vinculados a la formación de itinerarios y accionamiento vinculados a la protección por flanco,
- Mando de protecciones de accionamiento, siempre previa revisión de incompatibilidad y protección de movimientos.
- Mando de señales luminosas
- Recepción de peticiones a través de: peticiones automáticas a través del sistema de telemandos de señalización tranviaria, lazos de mando de agujas, selectores de llave instalados en las señales luminosas.
- Funcionalidad “Fail Safe”, es decir en caso de incidencia el enclavamiento evoluciona a un estado seguro asegurando la operación del sistema, pasando todas la señales a cerradas, evitando así que ningún tranvía sobrepase las señales de entrada a las zonas de maniobras.
- El cuadro de enclavamiento estará formado por los siguientes módulos:
- Módulo de alimentación con fuente de alimentación y protecciones de acometida de alimentación al enclavamiento.
- Módulo microprocesador del enclavamiento y tarjetas de entrada/salida
- Módulo Protecciones y fusibles
- Módulo de limitadores de corriente de arranque de motores
- Módulo de regletas de alimentación

A su vez, el módulo microprocesador del enclavamiento está formado por los siguientes elementos:

---

- Unidad Central de Proceso
- Tarjetas de entrada/salida de elementos de campo: circuitos de vía, lazos de mando de aguja, señales, etc.
- Tarjeta de Interfaces: permite el telemando del enclavamiento de manera remota a través de la conexión a red de comunicaciones. Adicionalmente, esta tarjeta dispone de un registrador de eventos con reloj en tiempo real.
- Tarjeta control alimentación segura del microprocesador: configura las tensiones necesarias para el funcionamiento de los diferentes elementos. La tarjeta dispone de un interruptor central que desconecta la tensión de servicio de todos los módulos (protecciones de accionamiento, señales, etc.), en caso de que se haya producido un fallo. Esta funcionalidad evita que se produzcan situaciones indefinidas o inseguras en caso de fallo.

Todos los elementos del módulo microprocesador están dotados de dos canales de comunicaciones (canal A y B).

El módulo Unidad Central de Proceso se basa en un sistema microcontrolador de dos canales, memoria EPROM/FLASH e interfaz de diagnóstico RS-232. La configuración adoptada por este tipo de sistemas es una configuración en redundancia tipo 2-out-of-2, de manera que el enclavamiento dispone de unidades de cálculo independientes siempre trabajando en paralelo y comparando los resultados obtenidos. En caso de que el resultado obtenido por estas dos unidades difiera el sistema pasa automáticamente a un modo seguro, denominado "fail safe".

#### *3.1.2.2. Armario/Chasis de Enclavamiento*

El armario de enclavamiento será de plástico reforzado con fibra de vidrio. Dispondrá de un marco de acero galvanizado en calor y de un armazón de plástico desmontable. El grado de protección deberá ser IP-55. El cierre deberá ser a través de barra de palanca giratoria. Se dispondrá de seguro para facilitar la fijación de la apertura de la puerta cuando se estén realizando tareas de mantenimiento.

El armario estará montado sobre un basamento hueco permitiendo la entrada inferior de los cables. Las dimensiones del basamento deberán ser tales que aseguren la fijación y estabilidad estructural del armario.

### 3.1.2.3. *Cableado del armario de enclavamiento*

Todas las uniones eléctricas entre los componentes del microprocesador estarán ubicadas de modo seguro en conductos de cableado. En función del uso estos conductos alojan termo-retráctiles aislados de plástico y cables apantallados. Se dispondrá de una regleta para la conexión del cableado interior del armario, y una regleta para la conexión de los elementos de campo externos. Cada borna estará etiquetada con su identificación correspondiente e indicada en la documentación técnica asociada.

### 3.1.2.4. *Módulo Alimentación*

El módulo de alimentación estará formado por los siguientes elementos:

- Convertidor: con el objetivo de generar las tensiones necesarias para todos los elementos que configuran el microprocesador
- Alimentación In-interrumpida: en caso de cortes de tensión es recomendable disponer de una acometida eléctrica securizada. En el caso que nos aplica la alimentación del enclavamiento procede de la parada de línea más próxima a la zona de maniobra y el enclavamiento. La alimentación estará securizada a través de un módulo SAI/UPS.

### 3.1.2.5. *Módulo Microprocesador de enclavamiento*

En el armario de enclavamiento se dispondrá de un bastidor de 19" para la instalación de las tarjetas que conforman el módulo de microprocesador. Se instalará una unidad de ventilación que se activará automáticamente cuando se supere la temperatura consigna.

Los módulos que conforma el microprocesador de enclavamiento son los siguientes:

- Unidad Central de Proceso: sistema microcontrolador de dos canales, memoria EPROM/FLASH e interfaz de diagnóstico RS-232.
  - Tarjeta de entrada: esta tarjeta recibe las señales de los elementos externos, por ejemplo: control posición final de aguja en un accionamiento de desvío, sistema de transmisión de mensajes, interruptor de selector de llave en caso de que se haga uso de éste, etc.
  - Tarjeta de salida: esta tarjeta producen las señales para la activación de los elementos externos e instalados fuera del soporte de las tarjetas, por
-

ejemplo: protecciones de accionamiento, elementos transmisores de señales, etc.

- Circuito de detección, circuito de vía: electrónica asociada al elemento descrito en el punto 3.2 “Circuito de vía”.

Tarjeta de Interfaces: permite el control de manera remota del enclavamiento a través de la conexión a una red de comunicaciones externa.

Sistema de Transmisión de mensajes: electrónica asociada al elemento descrito en el punto 3.3 “Sistema de mando de agujas”.

#### 3.1.2.6. Sinóptico esquema de vías

Se dispondrá de un esquema de vías grabado en el propio armario con el objetivo de visualizar el estado del sistema: ocupación de circuitos de vía, estado de las señales (aspecto visualizado), estado del controlador del enclavamiento, posición de los desvíos, etc.

#### 3.1.3. Medición y Pago

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### 3.2. CIRCUITO DE VÍA

#### 3.2.1. Descripción

Suministro, transporte e instalación de una unidad de Circuito de vía tranviario SIL3, según especificaciones del Pliego de Condiciones. Se incluye puesta en funcionamiento y pruebas.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

### **3.2.2. Materiales**

#### *3.2.2.1. Conceptos generales*

El circuito de vía tranviario permitirá la detección de tranvías en una sección de vía. El circuito de vía tranviaria a considerar dispondrá de una doble funcionalidad: detección de presencia de tranvía mediante la derivación eléctrica de carriles (corto-circuito de ejes) y detección/ausencia de masa metálica del tranvía.

La funcionalidad de detección junto con la correspondiente actuación del enclavamiento tranviario se utilizará con los siguientes objetivos principales:

- Proteger las agujas, es decir, impedir el movimiento de la aguja cuando el circuito de vía
- Conocer la posición del tranvía sobre la línea y poder determinar las incompatibilidades de movimientos asociadas y la señalización correspondiente
- Liberar itinerarios, cuando previo a haberse ejecutado un itinerario, el tranvía ya ha abandonado la zona de maniobra afectada. Para poder determinar la definición de un itinerario y poder proceder a la liberación de este, se garantiza que el tranvía ha abandonado la zona de incompatibilidad de movimientos mediante la secuencia ordenada de ocupación CV1, ocupación CV2, liberación CV1 y liberación CV2, siendo CV1 y CV2 los circuitos de vía ubicados posteriormente al desvío en sentido salida de la zona de maniobras.

Los elementos de vía instalados quedarán enterrados y/o en canalización secundaria para no interferir con el tráfico urbano. Asimismo, deberán estar protegidos contra las perturbaciones eléctricas debidas a apariciones de armónicos originados por la corriente de retorno de tracción.

Se realizarán las conexiones de todos los elementos según las especificaciones del fabricante.

El elemento circuito de vía tranviario está formado por los siguientes módulos:

- Condensador de sintonía: establece la frecuencia resonante del circuito de

vía

- Receptor de señal
- Emisor o generador de señal
- Lazos de cortocircuito: unión de carriles a ambos extremos del circuito de vía para limitar su longitud. Se realizarán mediante cable de cobre que unirá los dos raíles de la vía por su lado interior.

Tanto el emisor, como el receptor, estarán instalados en el armario técnico de enclavamiento. Estos módulos quedarán conectados al módulo microprocesador de enclavamiento.

Es recomendable considerar, por motivos de mantenimiento, que las uniones eléctricas con el carril sean registrables, para que ante cualquier incidencia esta pueda ser accesible para su reparación o revisión.

#### *3.2.2.2. Funcionamiento*

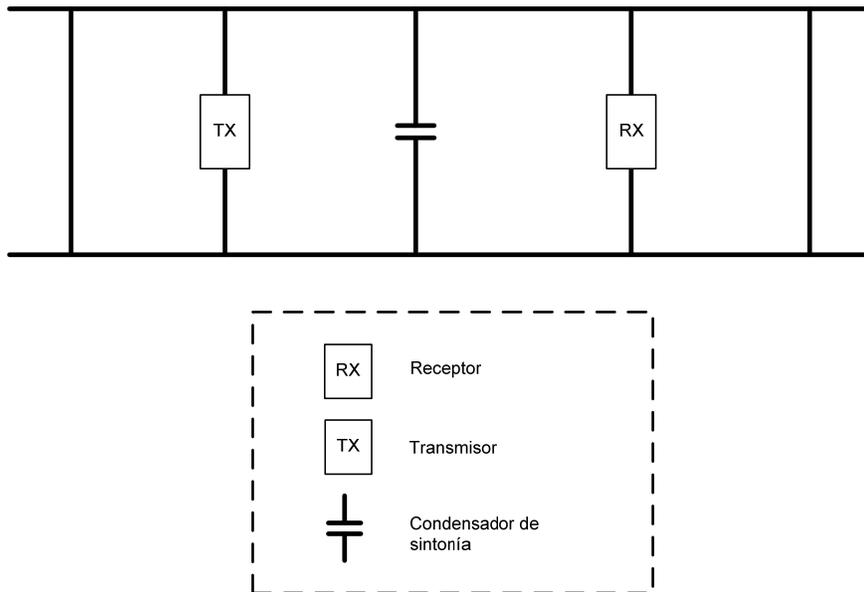
Un circuito de vía se caracteriza por tratarse de un circuito eléctrico resonante con una resistencia efectiva (R), una inductancia (L) y una capacitancia (C).

Por norma general, el circuito de vía oscila a su frecuencia resonante. Esta frecuencia depende del módulo condensador, de la longitud del circuito y del ancho de vía. El módulo electrónico de enclavamiento controla la frecuencia y amplitud ajustada del enclavamiento.

Durante la puesta en marcha del sistema el personal técnico ajusta, por medio de niveles conocidos, las frecuencias asociadas a la ocupación de un circuito por un vehículo tranviario, así como su desocupación.

En cuanto el vehículo tranviario entra en el circuito, sus ejes producen un cortocircuito entre los carriles, esto provoca que la amplitud ajustada sea mayor.

Si la amplitud es superior a un umbral pre-ajustado, el circuito de vía detecta un vehículo sobre la vía y notificará “circuito de enclavamiento ocupado”.



**Ilustración 1. Arquitectura Circuito de Vía**

Un vehículo que se encuentra entre las uniones del circuito de vía, modifica la frecuencia de resonancia, la pérdida del circuito de resonancia y el coeficiente de transmisión entre entrada y salida de éste. Las modificaciones de frecuencia y amplitudes se toman como criterio para el mensaje de libre/ocupado.

### 3.2.2.3. Características Técnicas

Las características técnicas principales de los circuitos de vía serán las siguientes:

- Longitud comprendida entre 3-12 metros y siempre estarán limitados por uniones de cortocircuito entre carriles.
- Funcionalidad “Fail Safe”, es decir en caso de avería (corte de cable, carencia de emisión, corte de carril, etc.) el circuito de vía indicará por defecto la presencia del tren, de esta manera se garantizará la seguridad ante un fallo técnico.
- Se reconocerá la presencia del vehículo tranviaria en cuanto su eje o sus ejes produzcan en la sección del circuito de vía un cortocircuito de ejes.
- El tiempo de respuesta a la ocupación del circuito de vía será de 0,6 segundos.

- El tiempo de respuesta a la desocupación del circuito de vía será de 0,6 segundos.
- El equipamiento será robusto frente a las condiciones de funcionamiento y del entorno: tipo de carril y revestimiento, paso de vehículos y peatones, etc.
- Diseño, desarrollo, pruebas e instalación teniendo en cuenta la siguiente normativa CENELEC (EN 50126, EN 50128, EN 50129, EN50159).

### **3.2.3. Proceso de Ejecución**

#### *3.2.3.1. Conceptos Generales*

La entrega y almacenamiento de los equipos/electrónica y de los cables se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente.

El almacenamiento deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

La instalación se realizará con los accesorios e instrucciones proporcionados por el fabricante. Adicionalmente, el Contratista deberá seguir todas las pautas e indicaciones dadas por la Dirección de Obra.

#### *3.2.3.2. Ubicación e Instalación*

Los circuitos de vía se ubicarán como norma general en los siguientes puntos:

- Antes y después de cada aparato de vía, para realizar el correspondiente bloqueo e impedir su movimiento una vez hay sido ocupado por el vehículos tranviario
- En paradas extremos de la línea para detectar de forma segura cual de las vías está ocupada
- En cuanto a la instalación se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:
- Todas las conexiones a carril se realizarán a través de terminales bimetálicos de inserción al alma del carril, no se admitirán soldaduras.
- Las uniones eléctricas entre los componentes del circuito de vía y los carriles

deben ser consistentes.

- Los cables de conexiones deberán ir protegidos en todo su recorrido longitudinal y transversal
- En los tramos donde se prevé la instalación de un circuito de vía, la estructura metálica de la plataforma tranviaria deberá encontrarse a una distancia como mínimo de 50 cm por debajo del patín del carril para garantizar el correcto funcionamiento del circuito de vía.
- Dentro del circuito de vía, es decir, entre los conectores de cortocircuito y 1,5 metros alrededor de los cortocircuitos, no se admiten uniones eléctricas conductores entre carriles.
- Instalación de puestas a tierra y conexiones para la corriente de retorno sólo fuera del circuito de vía, fuera de los conectores de cortocircuito.

#### **3.2.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **3.3. SISTEMA DE MANDO DE AGUJAS**

#### **3.3.1. Descripción**

Suministro, transporte, instalación, pruebas y puesta en servicio de conjunto de bucle de mando de agujas instalada en vía, con su unidad de recepción instalada convenientemente en el armario de enclavamiento. Incluye: antena de recepción y unidad de recepción. Incluye comprobación del correcto proceso para pedir itinerarios al enclavamiento.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

### **3.3.2. Materiales**

#### *3.3.2.1. Conceptos Generales*

Los lazos de mando de aguja se emplearán para transmitir información y solicitud de órdenes al controlador de enclavamientos.

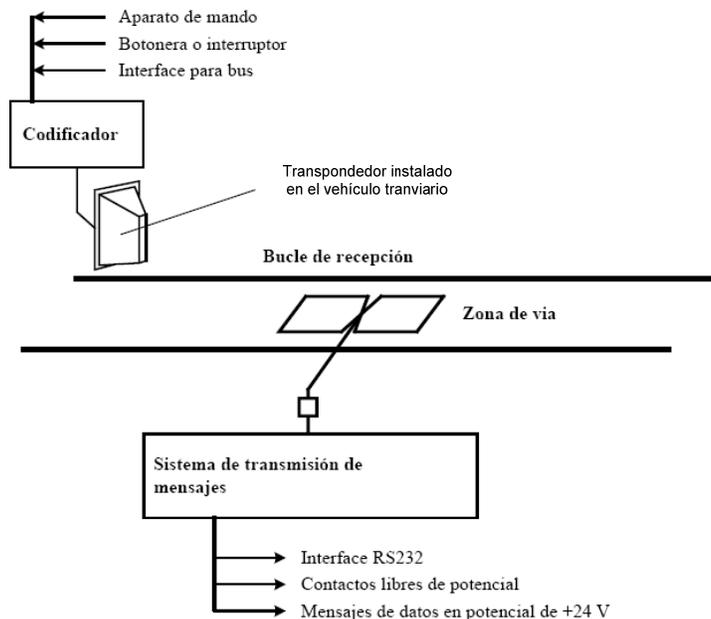
La realización de las peticiones de itinerario se realizará de cuatro modos diferentes y con diferente grado de automatización:

- Desde el Sistema de Ayuda a la Operación (SAO). Dicho sistema realizará la petición automática de itinerario en los extremos de la línea, por regulación horaria. Para ello el Servidor SAO solicitará al Servidor de Telemando de Señalización Tranviaria la petición de Itinerario.
- Desde el Puesto de Mando Centralizado se podrán realizar manualmente estas peticiones sobre la zona de maniobras a través de la aplicación de señalización instalada en el Puesto de Mando Centralizado.
- Mediante los lazos de mando de agujas instalados en la infraestructura y que se podrá activar desde la antena emisora instalada en la unidad móvil. La petición desde el material móvil podrá ser automática, o bien requerirá la acción del conductor (a través de los mandos que dispone el material móvil). La posición del lazo de mando de aguja será indicada a través de señalización vertical u horizontal.
- Manualmente mediante una caja de mando manual, situada a pie de señal, y sólo accesible a través de una llave específica. Esta opción será utilizada en caso de modo degradado, y siempre en caso de que los anteriores sistemas de petición de itinerario estén indisponibles.
- Adicionalmente y en modo degradado, se podrá realizar el posicionamiento de los desvíos, mediante sable, a través de la caja de cambios. En cuanto el sistema detecte la posición del sable en la caja de cambios, deberá provocar la evolución del sistema a un estado que proteja al operario, indicando visualmente esta información a los conductores a través de las señales luminosas.

El sistema para la comunicación entre el tren y la infraestructura, se basará en tecnología de transmisión inductiva o similar. Constará de los siguientes elementos:

---

- Equipamiento en vehículo: transpondedor/emisor y panel embarcado
- Equipamiento instalado en vía: bucle de recepción
- Equipamiento instalado en el controlador de enclavamiento: unidad de recepción



### **Ilustración 2. Arquitectura Sistema de mando de agujas**

#### *3.3.2.2. Características del equipamiento instalado en la unidad tranviaria*

El equipamiento instalado en el vehículo consta de un emisor que se puede fijar debajo del vehículo en una posición determinada. En el proyecto objeto de estudio se ha considerado la instalación de dos emisores por vehículos, ubicados en la parte delantera de ambas cabinas, con el objetivo de facilitar la conducción bidireccional de la unidad y el mando de agujas.

Adicionalmente, en ambas cabinas del material móvil se instalará un panel de mando para el conductor. Con ayuda de los elementos de mando en la placa frontal, el conductor elige antes de comenzar el trayecto en la dirección, la línea y/o al pasar por el bucle de recepción antes de una aguja, la elección de la marcha deseada.

Son parte de la información transmitida por el transpondedor:

- Solicitud de movimiento de aparato de vía (selector para realizar el movimiento de una aguja siendo una orden no configurada por defecto) en modo desviada derecha, desviada izquierda o directa.
- Itinerarios a solicitar
- Número de unidad tranviaria
- Línea
- Codificación de conductor

#### 3.3.2.3. *Características del equipamiento instalado en vía*

El receptor del sistema de transmisión de mensajes inductivo y digital se instalará en la plataforma tranviaria, entre los carriles. El bucle de recepción recibirá la señal emitida por el transpondedor embarcado y la enviará mediante una conexión de cables al controlador localizado en el armario de control de enclavamiento, donde se decodificará la señal recibida.

#### **Antena de recepción (lazo de mando de agujas)**

- Índice de protección: IP67
- Equipada con una caja estanca para realizar las uniones y conexiones

#### **Unidad de recepción**

- Unidad con formato para ser instalada en armario controlador de enclavamiento
- Soporte de hasta 4 lazos
- 8 salidas de relé
- Generación de tensión para antena
- Las características generales del sistema de mando de agujas son las siguientes:
- Rango de temperaturas: -40°C - 85°C
- Velocidad máxima de circulación del vehículo: 100 Km/h

### **3.3.3. Procedimiento de Ejecución**

#### *3.3.3.1. Conceptos Generales*

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

#### *3.3.3.2. Ubicación e instalación de lazos de mando de agujas*

Los lazos de mando de aguja se instalarán a una distancia tal del aparato de vía que permita la transmisión de las órdenes requeridas y la recepción y transmisión a la unidad de control de enclavamiento y su correspondiente ejecución (siempre que se cumplan todos los requerimientos de seguridad necesarios), sin mermar las condiciones de operación de la línea.

Los requisitos de instalación que se tendrán que tener en consideración son los siguientes:

Las unidades de recepción se instalarán próximas a los lazos de mando de aguja para evitar longitudes excesivas de cableado.

Las conexiones de recepción tendrán una conexión directa a tierra, para ello su carcasa metálica se conectará con la tierra del armario controlado de enclavamiento.

El cableado entre los lazos de mando de aguja estará protegido hasta la arqueta más cercana

Los lazos de mando de agujas se colocarán en la plataforma tranviaria, en paralelo a la dirección de la marcha y en eje de la vía.

Los lazos de mando de aguja se instalarán preferiblemente fuera de zonas de paso de tráfico rodado.

#### **3.3.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **3.4. SEÑAL TRANVIARIA LUMINOSA LED**

#### **3.4.1. Descripción**

Suministro, transporte, instalación, puesta en marcha y pruebas del conjunto de señal de LED's SIL3 de tres focos para señalización lateral al conductor de formación y estado de itinerarios ferroviarios. Incluye señal y poste.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### **3.4.2. Materiales**

##### *3.4.2.1. Conceptos generales*

Las señales tranviarias se ubicarán en los puntos críticos del trazado para garantizar la seguridad en la conducción de las unidades de tranvía.

Se emplearán principalmente con la finalidad de indicar el estado de las agujas motorizadas y por tanto el itinerario definido a través de las mismas

El control de las distintas señales tranviarias será realizado por el enclavamiento o Mando Local de Señalización al cual estén asociados. En cualquier caso, el Puesto Central de Mando podrá en todo momento fijar el estado de cada una de ellos a través del Software de Gestión de Enclavamientos y la red de señalización.

#### 3.4.2.2. Aspectos de señales

Las señales de maniobra que se emplearán en la Red de Primaria de Transporte de la Municipalidad de Cuenca, Tranvía de Los Cuatro Ríos, estarán constituidas por un foco, de fondo circular negro y señal (información) en blanco.

Para indicar la prohibición o el permiso de paso y la dirección de paso sobre un desvío. Habrá cinco estados posibles:

- Una franja blanca horizontal sobre fondo negro, para prohibir el paso
- Una franja blanca vertical sobre fondo negro, para permitir el paso a vía directa.
- Una franja blanca inclinada a la izquierda sobre fondo negro, para indicar el paso sobre el desvío a desviada a la izquierda.
- Una franja blanca inclinada a la derecha sobre fondo negro, para indicar el paso sobre el desvío a desviada a la derecha.
- Fondo negro sin franja blanca. Señal apagada: no da información. Este estado sólo se dará en caso de avería, señal desconectada o en caso de que el enclavamiento no esté disponible. En este caso el conductor deberá detener la unidad tranviaria y ponerse en contacto con el puesto de mando.

#### 3.4.2.3. Características técnicas de las señales

Las características técnicas que cumplirá las señales tranviarias (cada uno de los focos) son:

- Estructura de señal: Matriz diodos LED, con un número mínimo de 60 unidades por matriz.
  - Pantalla de protección: Lente exterior antichoque transparente de policarbonato.
  - Diámetro útil de foco: 200 mm
  - Color: Diodos de color blanco sobre fondo negro.
  - Visibilidad: Superior a 250 metros
  - Intensidad luminosa: 75-250 cd, tensión de alimentación: 110/230 VAC ó
-

24VDC  $\pm$ 15%

- Consumo por señal: 10 - 18 W
- Grado de protección: IP54
- Rango de temperaturas: -40°C - 70°C
- Fijación: A mástil o soportes laterales
- Resistente a la corrosión de acuerdo a Norma UNE-EN 60068
- Resistente a la vibración de acuerdo a Norma UNE-EN 60068
- Velocidad máxima del viento de 145Km/h según EN 60598
- Compatibilidad electromagnética según EN 55015 y EN 61547
- Certificación Seguridad: SIL3

Las señales luminosas dispondrán de control de fusión, informando al enclavamiento tranviario en caso de que se produzca la fusión de leds de la matriz en un porcentaje superior a un umbral preestablecido. Debido a la funcionalidad "Fail Safe" del enclavamiento y del sistema, en caso de que cualquiera de los aspectos de las señales (a excepción del aspecto "A" de petición) esté fundido (considerando el concepto de fundido como la fusión de un porcentaje de leds de la matriz al umbral definido), el sistema pasará a un estado seguro, donde la señal luminosa se visualizará apagada. En este estado seguro del enclavamiento no será posible cursar ningún itinerario y no se permitirá pasar a estado normal hasta que dicha incidencia se solvante. En el reglamento de circulación se deberá indicar que el conductor del tranvía se deberá detener señal ante una señal apagada o fundida.

Las señales tranviarias estarán formadas por un foco colocado en una columna de 2,4 metros de altura, de acero galvanizado de 3,5 mm de espesor. Cada foco estará protegido por una visera. La caja de la señal estará construida en fundición de aluminio acabado con pintura electrostática de poliéster. Dispondrá de acceso al interior de la misma para el ajuste de elementos eléctricos de la señal. Para conseguir un cierre adecuado la hoja de la puerta llevará una junta a lo largo de todo el cerco sobre la que se cierra el canto de la puerta mediante el sistema de cierre elegido. Para evitar manipulaciones indebidas el cierre de la puerta será único.

En cada señal tranviaria se colocará además una caja de mando local de señal denominado selector de llave, a excepción de las señales ubicadas en los peines de acceso a la playa de vías de la zona de maniobras de talleres y cocheras, donde se contemplarán botoneras para diferenciar todas las posibilidades de movimientos. Mediante este mando de control local el conductor del tranvía podrá solicitar itinerarios cuando exista algún problema técnico que impida su funcionamiento normal gobernado por el mando de agujas. Esta caja tendrá las siguientes características mecánicas:

- Protección: Estancas (mínimo IP55), resistentes al Sol y antivandálicas.
- Metálica o de plástico.
- Protegida con tapa exterior con cerradura mecánica antivandálica.
- Entrada de cable estanca

### **3.4.3. Procedimiento de Ejecución**

#### *3.4.3.1. Conceptos Generales*

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

#### *3.4.3.2. Ubicación e Instalación de las señales tranviarias*

Las señales se situarán en los siguientes puntos:

- Desvíos de agujas motorizadas. Se colocarán señales en todos los cambios motorizados de aguja para indicar la posición en que se encuentra el desvío.
  - Salidas/entradas de cocheras. En el sentido de salida, mediante estas señales, se dará permiso a los tranvías existentes en cocheras para dirigirse hacia el inicio de recorrido. En el sentido de entrada, se utilizarán para informar a los conductores acerca de la vía destino a la cual se deben dirigir.
-

En la selección de la ubicación exacta de las señales, una vez definida la zona en que deben encontrarse para proporcionar la funcionalidad requerida, se seguirán además tres criterios:

- Las señales se ubicarán siempre de forma que su visibilidad sea máxima para el conductor del tranvía para lo cual se intentarán instalar en tramos rectos del recorrido y a una altura aproximada de 2,5 metros.
- Como criterio general se ubicarán en el lado derecho de la vía, en el sentido normal de circulación del tren.
- Las señales siempre tendrán que estar fuera del gálibo libre de obstáculos (GLO)

#### **3.4.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **3.5. ACCIONAMIENTO DE AGUJA ELECTROHIDRÁULICO CON/SIN CERROJO**

#### **3.5.1. Descripción**

Unidad de accionamiento motorizado electrohidráulico SIL3, con detector de posición, con cerrojo, talonable y caja de tierra para su instalación. Unidad totalmente instalada, montado, conexionado, probado y en funcionamiento. Se comprobarán durante sus pruebas todas sus funcionalidades, el cerrojo y en general todas las prestaciones que se definen en memoria, anejos y pliego.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

### **3.5.2. Materiales**

#### *3.5.2.1. Conceptos Generales*

En los desvíos motorizados instalados en la línea se emplearán dos tipos de accionamientos de aguja:

- Accionamientos electrohidráulicos, con cerrojo y comprobación de aguja SIL 3 instalados en la línea.
- Accionamientos electrohidráulicos, sin cerrojo y comprobación de aguja SIL 2 instalados en talleres y cocheras.
- Los accionamientos deberán ajustarse al tipo de vía de proyecto: ancho de vía de 1435 mm y carril de garganta Ri6ON. El funcionamiento de los motores de aguja estará gobernado en todo momento por el sistema de enclavamiento.

Éste será el encargado de:

- Mover la posición de las agujas en dos casos: cuando así sea establecido desde el Puesto Central de Mando o por petición del conductor del tranvía a través de los mandos situados en su consola.
- Conocer la posición del desvío en todo momento, mediante el procesado de la señal de comprobación de agujas. o Impedir el movimiento manual o automático de la aguja en caso de estar ocupado el circuito de vía anterior al desvío.

#### *3.5.2.2. Especificaciones Técnicas*

El accionamiento está formado por los siguientes elementos:

- Dispositivo de accionamiento: Para el desplazamiento de los espadines, se basa en la unión mecánica de las agujas mediante varillaje. La fuerza de movimiento se transmite desde el accionamiento hacia las barras de accionamiento.
  - Cerrojo: Para fijación de la aguja acoplada en su posición final a las barras de accionamiento.
  - Comprobador de aguja. Se basa en el accionamiento de dos piezas guía
-

independiente por medio de las agujas.

- Elementos de supervisión de las posiciones finales del comprobador de aguja y del cerrojo. Utiliza para ello los interruptores mecánicos de fin de carrera. Transmite el estado de los mismos mediante contactos libres de potencial.
- Conexión eléctrica del motor. Mediante dos cajetines separados de bornes, que funcionan como cajetín de bornes del motor y cajetín de bornes del comprobador de aguja. Estarán integrados en una caja de IP 67. Además existirá conexión a tierra junto a la carcasa o dentro de ella.

Los componentes del accionamiento se alojan en la denominada caja de tierra: Integra el resto de elementos del motor. Se instala en el centro de la vía y está construida de acero soldado. Está cubierta por una tapa de dos piezas.

Las características técnicas que cumplirán este tipo de motores serán las siguientes:

- Alimentación monofásica a 110/230 Vac (50/60 Hz)
- Fuerza de apriete espadines: 3500N. Fuerza operativa 5000 N.
- Momento requerido para funcionamiento manual < 400 N.m
- Peso total: 700 Kg para ancho de vía 1435 mm.
- Tiempo de movimiento (mínimo): 0,5 s.
- Certificación SIL 3
- Rango de temperaturas: -30°C a + 60°C
- Condiciones electromagnéticas de funcionamiento: El sistema estará protegido contra perturbaciones susceptibles de influir en el funcionamiento del accionamiento eléctrico (corrientes de tracción en carriles, influencia del material móvil, existencia de circuitos de vía, etc.) Se tendrá en consideración la Norma Europea EN 50121-4, "Compatibilidad electromagnética".

En caso de ser necesario los desvíos motorizados también pueden moverse de forma manual, para lo cual se introducirá la barra de posicionamiento ("lanza") en el propio accionamiento. De esta forma se puede desplazar la posición del desvío, pero se pierde la señal de comprobación de aguja. En el momento en que se introduce la barra de posicionamiento, se impide además el funcionamiento eléctrico del mismo.

### **3.5.3. Procedimiento de Ejecución**

#### *3.5.3.1. Conceptos Generales*

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

#### *3.5.3.2. Ubicación e Instalación de los accionamientos*

En el presente proyecto de instalaciones de señalización se prevé la instalación conforme indican los esquemas incluidos en la documentación gráfica, con todos los aparatos de vía disponiendo de accionamientos motorizados, a excepción de los desvíos destinados a modos degradados.

En cuanto a instalación se seguirán los siguientes principios:

- Todos los accionamientos se ubicarán en la plataforma tranviaria, en el centro de la vía.
  - En la ubicación prevista para dispositivo de maniobra se acondicionará un desagüe de diámetro mínimo 110 mm, que comunicará con la caja de desagüe del accionamiento.
  - Los accionamientos eléctricos contarán con conexión a tierra
  - Los cables de alimentación y comprobación de posición de aguja estarán protegidos en toda su extensión por tubo de 50 mm.
-

#### **3.5.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **3.6. ACCIONAMIENTO DE AGUJA MANUAL**

#### **3.6.1. Descripción**

Unidad de accionamiento manual con detector de posición y señal indicadora de posición de aguja, configuración TNR/TR para favorecer los rebotes de los vehículos tranviarios y caja de tierra para su instalación que permitirá la futura instalación de un accionamiento motorizado en caso necesario. Unidad totalmente instalada, montado, conexionado, probado y en funcionamiento. Se comprobarán durante sus pruebas todas sus funcionalidades, en general todas las prestaciones que se definen en memoria, anejos y pliego.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### **3.6.2. Materiales**

##### *3.6.2.1. Conceptos Generales*

Se trata de un dispositivo para el cambio manual de los espadines de un cambio de aguja. Los accionamientos deberán ajustarse al tipo de vía de proyecto: ancho de vía de 1435 mm y carril de garganta Ri6ON. El funcionamiento de los motores de aguja no estará gobernado en todo momento por el sistema de enclavamiento, siendo su funcionamiento totalmente manual.

### 3.6.2.2. Características técnicas de los accionamientos electrohidráulicos

El accionamiento está formado por los siguientes elementos:

- Caja de tierra: caja de suelo soldada al carril que contiene todos los componentes del dispositivo de maniobras.
- Barras de accionamiento de aguja: se trata de unas barras de unión con la aguja que permiten ajustar el dispositivo de maniobras de agujas para el recorrido del espadín en el cambio correspondiente.
- Amortiguador hidráulico: el amortiguador reduce la emisión de ruidos y también un desgaste excesivo por el golpe excesivo que dan los espadines contra el contracarril.
- Paquete de resortes: montado sobre la palanca de ajuste y está formado por dos muelles helicoidales.
- Comprobador de aguja: permite supervisar de manera continua la posición final de los espadines.

Las características técnicas que cumplirán este tipo de motores serán las siguientes:

- Alimentación 24Vcc (para los detectores de comprobación)
- Carrera de la aguja: 30-60 mm
- Fuerza de apriete: 1250N.
- Momento necesario para el cambio manual: 150-230 Nm.
- Peso aprox.: 250 Kg

### 3.6.3. Procedimiento de Ejecución

#### 3.6.3.1. Conceptos Generales

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

---

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

#### *3.6.3.2. Ubicación e Instalación de los accionamientos*

En el presente proyecto de instalaciones de señalización se prevé la instalación conforme indican los esquemas incluidos en la documentación gráfica, con todos los aparatos de vía disponiendo de accionamientos motorizados, a excepción de los desvíos destinados a modos degradados.

En cuanto a instalación se seguirán los siguientes principios:

- Todos los accionamientos se ubicarán en la plataforma tranviaria, en el centro de la vía.
- En la ubicación prevista para dispositivo de maniobra se acondicionará un desagüe de diámetro mínimo 110 mm, que comunicará con la caja de desagüe del accionamiento.
- Los cables de comprobación de posición de aguja estarán protegidos en toda su extensión por tubo de 50 mm.

#### **3.6.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### 3.7. CABLEADO SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA

#### 3.7.1. Descripción

Suministro, instalación y pruebas de los cables utilizados para la alimentación de los equipos utilizados en la implantación del sistema de señalización tranviaria para fuerza, cumplirán las prescripciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, con especial atención a las características del aislamiento y de las densidades de corriente admisible.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### 3.7.2. Materiales

Los cables que se utilizarán, deberán cumplir las siguientes especificaciones:

- Conductor: Cobre.
- Aislamiento: EPR (etileno – propileno).
- Se emplearán la siguiente tipología de cables:
- Cable 2x1,5 mm<sup>2</sup> (2 x 15 AWG) para conexión circuito de vía con enclavamiento
- Cable 2x1,5 mm<sup>2</sup> (2 x 15 AWG) para conexión lazo mando de aguja con enclavamiento
- Cable EAPSP 9x1,4 mm<sup>2</sup> (9x15 AWG) conexión señal o indicador de posición con enclavamiento
- Cable RZ 0,6/1KV 4x6 mm<sup>2</sup> (4x9 AWG) conexión de accionamiento motorizado con enclavamiento (potencia)
- Cable EAPSP 9x1,4 mm<sup>2</sup> (9x15 AWG) conexión accionamiento motorizado con enclavamiento (control)
- Cable RZ 0,6/1KV 4x16 mm<sup>2</sup> (4x5 AWG) para acometida armario enclavamiento

Las características físico-químicas, mecánicas y eléctricas de la cubierta y el aislamiento se ajustarán a lo indicado en la normativa relativa a cableado de baja tensión indicada en el apartado de normativa de referencia

La temperatura permanente admisible en servicio podrá alcanzar los 90°C y la temperatura admisible en cortocircuito podrá alcanzar los 250°C.

### **3.7.3. Procedimiento de Ejecución**

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

### **3.7.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Metros, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### 3.8. PRUEBAS, DOCUMENTACIÓN Y FORMACIÓN DEL SISTEMA

#### 3.8.1. Descripción

Partida destinada a la elaboración de la documentación AS BUILT del sistema de señalización tranviaria y la realización de Cursos de Formación para el personal de mantenimiento y el personal de operación de la línea, así como la entrega de documentación técnica relacionada con este curso. Adicionalmente, se incluye los costes de la realización completa de las pruebas del sistema, tanto a nivel de equipos individuales como de conjuntos de equipos. Incluye las pruebas de interface entre este subsistema y el resto y cubre la parte proporcional de pruebas de integración.

Todas las pruebas y ensayos necesarios para realizar el control de calidad dentro de la obra, serán realizados por cuenta del contratista y a su costo, previo aprobación de la Administración, una vez hayan sido presentado una propuesta para su realización por parte del Contratista a la Administración.

El idioma en el que deberá ser presentada la documentación y en el que se deberá impartir la formación será el español.

#### 3.8.2. Materiales

##### 3.8.2.1. Definición y condiciones generales

Esta unidad de obra incluye la elaboración del proyecto de detalle, las actuaciones a realizar en la fase de construcción, la realización completa de las pruebas del sistema, tanto a nivel de equipos individuales como de conjuntos de equipos. Incluye las pruebas de interface entre este subsistema y el resto y cubre la parte proporcional de pruebas de integración. Adicionalmente se incluye la generación de documentación AS-BUILT del sistema de señalización tranviaria y la realización de Cursos de Formación para el personal de mantenimiento y el personal de operación de la línea, así como la entrega de documentación técnica relacionada con este curso. Dicha formación y cursos deberán estar en español.

El sistema de señalización tranviaria ocupa un lugar crítico en la seguridad del sistema de transporte, por el hecho de que un cierto número de sus funciones participan en garantizar la seguridad de personas o bienes.

Las diferentes etapas del ciclo de vida de este sub-sistema como la concepción, la realización, los ensayos, la puesta en servicio, la explotación y el mantenimiento, están sometidos a requisitos que permiten garantizar la seguridad. Los riesgos ligados a la realización y a la explotación del sistema de señalización deben ser identificados y tratados, etapa por etapa, a medida que se desarrolla el ciclo de vida del proyecto.

La realización de un sistema de este tipo necesita la utilización de normas estudiadas especialmente para estas operaciones. En este caso se considerarán principalmente las normas CENELEC siguientes:

- EN 50126: Aplicaciones Ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS).
- EN 50128: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril.
- EN 50129: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.
- EN 50159: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Comunicación relacionada con la seguridad en sistemas de transmisión.

En base a esta normativa se exigirá que los enclavamientos instalados dispongan de las siguientes certificaciones requeridos para entornos tranviarios:

- Enclavamientos de línea (Zonas de maniobra 1, 2 y 3): SIL 3.
- Enclavamiento de cocheras (Zona de maniobra 4): SIL 2, dado que en las instalaciones de cocheras la velocidad de las unidades será menor que en línea, y que se trata entorno destinado a maniobras.

Para ello, en la fase de proyecto de detalle, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Análisis del Plan de Explotación del Tranvía. Reuniones de coordinación entre Contratista, Municipalidad de Cuenca y Explotador de la línea con la finalidad de definir la explotación de cada una de las zonas de maniobras, tanto en modo normal, como en modo degradado, teniendo en cuenta los

siguientes aspectos:

- Revisión de itinerarios para explotación normal y degradada
- Análisis del inicio de la explotación diaria con la afección que podrá tener la salida de la flota tranviaria a la línea. Se podrán contemplar diferentes posibilidades (salida de todos los vehículos dirección parada 1, salida vehículos dirección parada 20, salida mixta con el objetivo de optimizar los recorridos y el inicio del servicio). En función de estas necesidades será necesario revisar los itinerarios para poder contemplar todas las posibles combinaciones.
- Análisis del funcionamiento del complejo de Talleres y Cocheras con la finalidad de analizar los recorridos dentro de la parcela y con ello la afección los posibles itinerarios considerados.
- Revisión de los modos de mando automático de agujas considerados en el Estudio de Proyecto Básico, tanto para línea, como para Talleres y Cocheras
- Revisión de la longitud de los tranvías y su afección a la localización de los elementos de campo: sistema embarcado de solicitud de itinerarios, distancia de frontal de vehículo a primer eje del primer boggie, etc. Se deberá tener en cuenta si se van a considerar tranvías acoplados (a fecha actual no se ha considerado), con el objetivo de diseñar en una fase posterior la localización de lazos de mando de agujas que permitan la correcta transmisión contemplando todas las casuísticas (tranvías bidireccionales).
- Revisión de las necesidades de estacionamiento de vehículos en las terminales de la línea.
- Revisión de la operación de los escapes manuales con el objetivo de permitir la explotación de los modos degradados.
- Análisis de los cruces donde habrá que considerar la integración del sistema de preferencia semafórica y señalización tranviaria.

En función de los criterios de diseño y en base al análisis realizado en la fase anterior, se desarrollará el proyecto técnico de detalle del sistema de Señalización Tranviaria. Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Definición detalle de la arquitectura del sistema y configuración detallada de cada una de las zonas de maniobras teniendo en cuenta los aspectos analizados en la fase anterior, tanto para la línea, como para la parcela de talleres y cocheras
  - Redacción de Especificación funcional detallada para cada uno de los enclavamientos contemplando los siguientes aspectos:
    - Descripción funcional del enclavamiento, considerando todas las casuísticas y posibles itinerarios. También se deberán detallar los modos degradados.
    - Planos detallados para la instalación de elementos a escala. En el caso de la documentación gráfica se deberá revisar que la localización de todos los elementos cumple las necesidades de la explotación:
      - ~ *Distancia entre circuitos de vía*
      - ~ *Distancias entre circuitos de vía y otro equipamiento en infraestructura*
      - ~ *Distancia de circuitos de vía a accionamientos*
      - ~ *Localización de lazos de mando para realizar la petición de itinerario en circulación. Se deberá considerar la menor afección al plan de explotación (no mermar la velocidad) y sin poner en riesgo la seguridad de la operación (distancia de frenado y aseguramiento). En caso de solicitud de itinerario en parado (parada o terminal) se deberá revisar la correcta localización del lazo con respecto a la plataforma.*
    - Especificaciones técnicas de todos los materiales y equipamiento
    - Tabla de Itinerarios, indicando para cada uno de los movimientos el estado de cada uno de los elementos (señales, agujas, motores, circuitos de vía, etc.), incompatibilidades asociadas, modos de petición de itinerarios aceptados, etc.
    - Modos de funcionamiento del enclavamiento: modo normal, modos seguros.
  - Definición detallada del sistema de Mando de Agujas para la operación en línea y en talleres y cocheras. Se deberán considerar todos los posibles modos: automático, Telemando Señalización (PMC), botonera embarcada, selector de llave a pie de señal, sable. El objetivo siempre será que el conductor tenga que realizar el mínimo número de petición activas (a través de pulsador embarcado) en línea.
  - Definición hardware y software de la herramienta de Telemando de
-

Señalización. Se definirá una especificación detallada de la herramienta que describa el funcionamiento de la aplicación, funcionalidades, etc., tanto para la monitorización del sistema de señalización tranviaria en operación en tiempo real, como para tiempo diferido.

- Se detallará la configuración de cada uno de los casos donde se deberá tener en cuenta la integración viaria-tranviaria. Para cada cruce se deberán analizar todos los posibles itinerarios de la zona de maniobras afectados con el fin de garantizar la seguridad de la operación de la línea y la mínima afección al Plan de Explotación.
- Se definirá en detalle en proyecto la instalación de baja tensión que alimentará a los enclavamientos de cada una de las zonas de maniobras a través de la red de baja tensión del tranvía (alimentación securizada a través de SAI). Se tendrá en cuenta siempre el análisis de demanda detallado para cada una de las zonas de maniobras, siempre teniendo en cuenta el consumo real de cada uno de los elementos que la configuran.
- Se detallará la arquitectura de comunicación que comunicará los controladores de enclavamiento con el PMC a través de la red de servicios críticos.
- Se definirán todas las necesidades de obra civil para la configuración del sistema: utilización de canalizaciones (reposición de canalizaciones, canalizaciones existentes, prisma de canalizaciones por plataforma tranviaria, etc.), cimentaciones, etc.
- Para la localización de todos los elementos del sistema, siempre se tendrá en cuenta el gálibo libre de obstáculos definido para el material rodante. Este aspecto tendrá que ser revisado en detalle a través de las secciones tipo detalladas en el proyecto de detalle de obra civil, plataforma y superestructura.
- Definición de las interfaces de integración del sistema con el Sistema de Ayuda a la Operación con el objetivo de definir la operación en los terminales de la línea (Zona de Maniobras 1 y 3)

En la fase de construcción se supervisará la ejecución de todos los aspectos mencionados anteriormente, para ello se tendrán en cuenta las siguientes líneas de actuación:

---

- Supervisión con contratista de la adquisición de todos los elementos del sistema conforme a lo especificado en el proyecto constructivo de detalle.
- Realización de pruebas FAT (Factory Acceptance Test) con el objetivo de verificar que los enclavamientos se ha configurado con la funcionalidad descrita en las Especificaciones Funcionales analizadas en la fase anterior. Se realizarán unas pruebas exhaustivas simulando la ejecución de cada uno de los itinerarios para cada una de las zonas de maniobras y verificando la correcta configuración: estado elementos, incompatibilidades, modos de funcionamiento del enclavamiento, etc. En estas pruebas también se analizará el funcionamiento de la herramienta de Telemando de Señalización.
- Se supervisará la instalación de cada zona de maniobras, prestando atención a los siguientes aspectos:
  - Revisión de la ubicación de todos los elementos de cambo de la zona de maniobras y análisis de interferencias con otros elementos instalados en infraestructura de otros sistemas o instalaciones
  - Supervisión del tendido de cable por el prisma canalización de manera correcta, siempre utilizando el tubo del prisma indicado para este servicio
  - Puesta a tierra de todos los elementos
  - Instalación de elementos respetando el gálibo libre de obstáculos
  - Correcta ejecución de las cimentaciones, según las características definidas en proyecto
  - Supervisión de las interfaces de integración con otros sistemas de la explotación tranviaria.
  - Coordinación con la instalación de comunicaciones, red de servicios críticos y tendidos de cableado.
- Supervisión de la planificación durante el avance de la obra.
- Seguimiento económico y certificaciones parciales de la ejecución del sistema.
- Supervisión de la instalación de la herramienta de Telemando de Señalización en el en el PMC del Tranvía. Para su instalación, el PMC

deberá estar en un estado de avance que permita la instalación de equipamiento en su interior garantizando las necesidades mínimas para su operación: red de baja tensión securizada, instalación de climatización controlada, red de cableado estructurado redundada e instalación de electrónica de red, etc.

- La Municipalidad de Cuenca deberá considerar la actualización de los protocolos de actuación en caso de accidente en la traza tranviaria. El objetivo final es que estos protocolos permitan una rápida actuación de los medios sanitarios (lo que reduce de forma importante el número de víctimas) así como minimizar el tiempo de no operatividad del sistema de transporte. Las tareas a realizar por el contratista son:
    - Protocolo de comunicación del centro de control con los medios sanitarios, bomberos y seguridad pública (policía).
    - Definición de escenarios según gravedad
    - Diseño de protocolos de actuación
  - - Una vez terminada la instalación en todas las zonas de maniobras, se realizarán pruebas SAT (Site Acceptance Test) de los enclavamientos y zonas de maniobras en campo con la circulación de tranvías en el ámbito de la zona. Las pruebas se realizarán tanto para la explotación normal, como para las posibles casuísticas de modo de explotación degradada (explotación parcial, etc.) y siempre con todos los vehículos de la flota, garantizando el buen funcionamiento de la interfaz entre el equipamiento embarcado y la infraestructura. En estas pruebas también se revisarán la correcta funcionalidad de la interfaz entre señalización viaria y tranviaria en las zonas de maniobras que proceda.
  - Auditoría con el objetivo de certificar la instalación con los niveles adecuados: SIL2 y SIL3
  - Pruebas de Integración con el objetivo de verificar el correcto funcionamiento de todos los sistemas que intervienen en la explotación tranviaria.
  - Elaboración de la documentación ASBUILT
  - Definición del Plan de Mantenimiento y Listado de repuesto y fungibles
-

### **3.8.3. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

## **3.9. SOFTWARE DE GESTIÓN DE ENCLAVAMIENTOS**

### **3.9.1. Descripción**

Suministro, instalación y puesta en funcionamiento del software de gestión de enclavamientos, así como la licencia para su uso. El software gestor de enclavamientos suministrará todas las funcionalidades definidas en memoria, anejos y pliego.

La normativa que deberá cumplir el software indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

### **3.9.2. Materiales**

Esta partida incluye el suministro, instalación y puesta en funcionamiento del software de gestión de enclavamientos, así como la licencia para su uso.

El software gestor de enclavamientos suministrará todas las funcionalidades definidas en la memoria del proyecto.

### **3.9.3. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### 3.10. FMDS Y SISTEMA DE CALIDAD

#### **3.10.1. Descripción**

Partida destinada a todos los gastos relacionados con la puesta en valores de proyecto a nivel de FDMS/RAMS del sistema de señalización tranviaria, y con el proceso de seguimiento de calidad que debe realizar el Adjudicatario para el cumplimiento de la normativa CENELEC y la obtención de la correspondiente certificación SIL 3 en los enclavamientos de la línea y SIL 2 para el enclavamiento de Talleres y Cocheras.

#### **3.10.2. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

## **4. SEÑALIZACIÓN VIARIA Y PREFERENCIA SEMAFÓRICA**

Las especificaciones que regirán la ejecución de los elementos de señalización viaria, son las mismas que las definidas en el apartado correspondiente de la ejecución de la Obra Civil asociada al tranvía (denominado Señales al lado de la Carretera), por lo que se remite al lector al Anexo 3, Pliego Técnico de Obra Civil, del presente informe E2.08.

Las especificaciones que regirán los elementos de señalización horizontal y vertical, se han recogido respectivamente en los apartados 34 “*Marcas Permanentes del Pavimento*” y 36 “*Señales Verticales*”, del Anexo 3, Pliego Técnico de Obra Civil.

### **4.1. SEMÁFOROS VIARIOS**

#### **4.1.1. Descripción**

Suministro, instalación, conexión al regulador y puesta en funcionamiento de cabeza de semáforo viario 13/200 del mismo color que la columna o báculo sobre el que se vayan a disponer.

Este semáforo se instalará en columnas y en la parte media de los báculos y constará de 3 focos de 200 mm de diámetro. En el caso de instalarse en columna se atornillará a la parte superior del mástil y en caso de utilizarse en báculo, se soportará por un codo sencillo de 270mm de saliente.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### **4.1.2. Materiales**

##### *4.1.2.1. Especificaciones funcionales*

La función principal de los semáforos viarios es indicar claramente las órdenes transmitidas por el regulador de cruce hacia los vehículos y peatones.

Las señales viarias a colocar en los cruces afectados por el paso de la plataforma tranviaria deberán cumplir una serie de funcionalidades:

- Presentar en todo momento a los conductores de los automóviles, en el

punto de riesgo, una indicación clara y positiva, cuya interpretación garantice la seguridad incluso frente a situaciones degradadas.

- Evitar conflictos en los desplazamientos entre vehículos, peatones y el tranvía.
- Contribuir a la gestión de los movimientos del tranvía y los otros vehículos con los que comparte el cruce.
- Ser afectado y afectar lo menos posible al tráfico en los cruces donde comparten plataforma los vehículos y peatones.
- Autorizar (aspecto verde) o no (aspecto rojo) el paso de vehículos viarios en el cruce, en función de la decisión tomada por el regulador de cruce, el cual también coordinará las señales viarias del tranvía en el cruce.
- Autorizar o no el paso de los peatones en el cruce, en función de la decisión tomada por el regulador de cruce.
- Informar a los vehículos que deben frenar por estar a punto de suceder una transición de verde a rojo.
- Informar a los peatones que en unos instantes, se les dejará de conceder el paso.

#### *4.1.2.2. Arquitectura*

El sistema de señales viarias constará de una serie de señales luminosas, que eviten colisiones entre vehículos viarios, peatones y vehículos tranviarios, en los cruces indicados en la Memoria del Proyecto y en la documentación gráfica.

Los semáforos viarios estarán conectados al regulador del cruce que gestionará las fases semafóricas del mismo. En el documento Planos se indican los grupos semafóricos de cada cruce así como los diagramas de flujo y de fases correspondientes.

El estado de la señal viene dado por el regulador de cruce, y a su vez, se vuelve a enviar a éste, para una correcta supervisión de errores. El regulador debe poder detectar si algún foco de los semáforos a los que controla ha quedado fuera de funcionamiento.

El semáforo envía al conductor del vehículo viario y al peatón las informaciones ya mencionadas.

#### *4.1.2.3. Ubicación*

Las señales viarias se ubicarán de tal manera que protejan el flujo de vehículos y peatones en las diferentes intersecciones que se puedan dar entre ellos y/o el tranvía.

Se dispondrá un nuevo semáforo viario cuando surja un nuevo cruce a semaforizar por la inserción de la plataforma tranviaria en la ciudad. La ubicación de este estará siempre fuera del gálibo del tranvía.

En la Documentación Gráfica se indica la posición exacta de todas las señales viarias, siempre evitando la colocación de semáforos de vehículos, peatones y señales viarias del tranvía de tal manera que un tranvía pueda quedar detenido en una aguja motorizada.

#### *4.1.2.4. Requisitos Técnicos*

Los semáforos viarios tendrán una esperanza de vida de más de 10.000 horas y tiempo medio entre fallos de más de 15 años.

Todas las indicaciones de las señales, tanto de tráfico rodado como de peatones, serán las que se indican en el código de circulación.

La señal intermitente de transición de verde a rojo para peatones: tendrá cadencia de destellos de 60 por minuto con permanencia de encendido de  $0.6 \pm 10\%$  segundos

Las señales luminosas deberán poder ser vistas desde 120 m, en cualquier tipo de condiciones climáticas.

Todo el servicio y remplazamiento de piezas defectuosas deberá poder realizarse desde la parte trasera de la señal, incluyendo la sustitución de la unidad protectora de lentes.

#### **Cabezas de semáforos**

Las cabezas de semáforo serán de aluminio inyectado, con forma y color similar a los instalados por la Municipalidad de Cuenca.

Los semáforos estarán dotados de viseras que los protejan de la acción solar para evitar la iluminación directa sobre los mismos. Para los semáforos de vehículos la dimensión de los focos serán las siguientes:

Semáforo tipo 12/100: Este semáforo se instalará como repetidor del semáforo superior tanto en columna como en báculos y constará de dos focos de 100mm de diámetro (rojo y verde).

Semáforo tipo 13/300/200 con placa de contraste: Este semáforo se instalará en la parte superior de los báculos y constará de un foco de 300mm de diámetro (rojo) y dos de 200 mm (ámbar y verde). Estos semáforos utilizarán el soporte adecuado para su sujeción a la alargadera del báculo.

Semáforo peatón: Los semáforos de peatones tendrán una dimensión cuadrada de 200 mm y serán de LEDs. Se utilizarán con la silueta de peatón en marcha (color verde) o detenido (color rojo).

Las ópticas de los semáforos nuevos serán de LEDs y cumplirán con las siguientes especificaciones técnicas:

- Tensión de entrada: 110/230 Vac
- Consumo de leds Ámbar / Rojo: 10 W
- Consumo de leds Verde: 15 W
- Intensidad luminosa > 200 Cd
- Longitud de onda dominante: Rojo > 618 nm., Ámbar: 586 – 596 nm., Verde: 490 nm.
- IP 66

Tanto la puerta de acceso a la óptica como el resto de la cabeza serán herméticos al agua a presión y al polvo, y estarán contruidos en material termoplástico, con unas resistencias a la deformación, impacto y envejecimiento en intemperie y acción de rayos solares elevados y con un peso muy reducido.

El acceso a la óptica se realizará mediante un sistema de cierre rápido de la puerta que imposibilite la apertura casual, y que sea practicable con herramientas simples.

Los dispositivos de cierre, así mismo, estarán dotados de viseras que protejan de la entrada de agua.

### **Elementos de sujeción**

---

Los semáforos tipo 13/300/200 se montarán en la parte superior del báculo con el soporte para báculos de la longitud adecuada que garantice una posición estable de semáforo, resistente a la acción del viento y a otras acciones a las que esté expuesto el mismo. Los semáforos tipo 13/200, si se montan sobre columna se atornillarán a la parte superior de la misma, mientras que si se instalan en la parte media del báculo se montarán con un codo sencillo de 270 mm. En el caso de los semáforos 12/200 se montarán con codo sencillo de 270 mm mientras que los semáforos 12/100 se atornillarán en la parte baja de la columna o báculo. Estos dispositivos estarán estudiados para simplificar el montaje, asegurando, sin embargo, su fiabilidad y resistencia mecánica e impidiendo la eventual rotación de la cabeza.

Los soportes estarán contruidos en aluminio moldeado.

#### **4.1.3. Procedimiento de Ejecución**

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

A nivel de instalación, las señales viarias deberán cumplir los siguientes requerimientos:

- Deberán estar firmemente fijadas al pavimento con el fin de evitar posibles accidentes.
- No deberán interferir con la circulación viaria, tranviaria, ni peatonal.
- A nivel de pruebas, las señales viarias deberán cumplir los siguientes requerimientos:
- Las señales deberán ser probadas en fábrica, mediante los simuladores correspondientes.
- Tras la instalación de las señales, se deberá comprobar su correcto funcionamiento, verificando que, efectivamente, los focos se iluminan de

acuerdo al plan de explotación y en el momento preciso.

- Se deberán garantizar los siguientes parámetros:
- Error en la indicación del 0 %.
- Rapidez en el cambio del estado de las señales, según cambia la decisión del regulador de cruce.

#### **4.1.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

## **4.2. SEÑAL ACÚSTICA PARA INVIDENTES**

### **4.2.1. Descripción**

Suministro, instalación, conexión al regulador y puesta en funcionamiento de avisador acústico de peatones.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

### **4.2.2. Materiales**

Se dispondrán avisadores acústicos en todos aquellos pasos de peatones que se generen. Este avisador permitirá sonorizar los cruces peatonales. Se activará mediante un pequeño mando a distancia omnidireccional e incluirá un temporizador para poder inhabilitar la señal acústica en horario nocturno. El sistema emitirá varios tipos de sonidos:

- Señal Acústica de Orientación: señal de corta duración, que se emite cada vez que el usuario acciona el mando, y que le permite a éste localizar la situación exacta del poste que emite el sonido.

- Señal Acústica de Paso: el sistema, una vez recibida la activación mediante el pequeño mando a distancia, emite de forma automática, a partir del siguiente ciclo de paso (semáforo de peatones en verde) un tono característico intermitente, que informa al usuario de la posibilidad de efectuar el cruce.
- Señal Acústica de Fin de Paso: cuando comienza el parpadeo del verde de la señal de peatones, la señal de fin de paso emite un tono característico adecuadamente diferenciado del tono de paso, que avisa al usuario de dicha situación.

Una vez finalizado el ciclo de paso, el sistema retorna a su situación original de reposo, no emitiendo ningún tipo de señal acústica hasta que sea activado de nuevo mediante el mando a distancia.

El sistema se basará en dos módulos acústicos, colocados en cada poste de los que forman el cruce.

El conexionado necesario para su funcionamiento se realiza conectando tres señales, siempre disponibles en el módulo de peatones:

- Señal de 110/220VAC 50/60 Hz de luz Verde.
- Señal de 110/220VAC 50/60 Hz de luz Roja.
- Señal común.

Dichas señales están conectadas a los módulos acústicos mediante aisladores eléctricos (transformadores AC/AC y optoacopladores), que protegen al equipo de transitorios de las líneas (tormentas, ruidos magnéticos inducidos, etc...), y aíslan al mismo del semáforo. Asimismo, el sistema actúa de forma totalmente pasiva frente a dichas señales, no perturbándolas ni variándolas en ningún momento. Esta conexión permite al equipo tanto recibir la alimentación necesaria para su correcto funcionamiento, como conocer el estado del cruce en cada momento.

Cada sistema acústico se compone de:

- Módulo principal de control.
- Módulo receptor-transmisor de radiofrecuencia.

- El módulo principal, encargado de la operativa general del sistema, incluye:
- Módulo de alimentación, que toma la energía necesaria de las propias señales de luz del poste, incluyendo una batería para los instantes en los que no existe señal luminosa (verde parpadeante).
- Módulo de captación de sonido, que incluye un pequeño micrófono y amplificador, para realizar la medición del ruido ambiental.
- Módulo de sonido, que incluye un amplificador de audio y altavoz para intemperie, encargado de emitir las señales acústicas.
- Módulo de control, basado en un microprocesador, encargado de controlar y gestionar todas las señales del sistema. Este módulo incorpora un circuito de seguridad, que reinicializa automáticamente el sistema en caso de detección de un fallo en la ejecución del software del microprocesador.
- Módulo de control de alimentación, que habilita el funcionamiento general del sistema siempre que la alimentación del sistema sea la correcta, evitando así su funcionamiento en márgenes no permitidos, constituyendo junto con el anterior punto un segundo sistema de seguridad.

El módulo receptor-transmisor de radiofrecuencia, encargado de las comunicaciones con los elementos externos al poste incluye:

- Un receptor de radiofrecuencia, encargado de recibir la señal del mando a distancia.
- Un receptor de radiofrecuencia, encargado de recibir la señal emitida por el poste opuesto.
- Un emisor de radiofrecuencia, encargado de emitir la señal de comunicación al poste opuesto, al recibir la petición de activación, con la finalidad de que sean ambos postes los que emitan señal acústica de paso al pasar el cruce a verde.

#### **4.2.3. Procedimiento de Ejecución**

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

#### **4.2.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **4.3. SEÑALES TRANVIARIAS**

#### **4.3.1. Descripción**

Suministro, instalación, conexión al regulador y puesta en funcionamiento de cabeza de semáforo tranviario de tres focos del mismo color que la columna o báculo sobre el que se vayan a disponer.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

### **4.3.2. Materiales**

#### *4.3.2.1. Conceptos Generales*

Las señales tranviarias se utilizarán en los cruces donde existe un riesgo de choque entre vehículo tranviario y viario o de invasión de la plataforma tranviaria por parte de un peatón. Las informaciones que transmiten las señales viarias del tranvía al conductor del vehículo tranviario son las siguientes:

- Autorización o no de paso.
- Transición entre autorización – no autorización.
- Presencia del vehículo tranviario detectada o no detectada.

La función principal de estas señales es indicar claramente las órdenes transmitidas por el regulador de cruce a los conductores de los vehículos tranviarios.

Las señales del tranvía presentarán en todo momento a los conductores, en el punto de riesgo, una indicación clara y positiva, cuya interpretación garantice la seguridad incluso frente a situaciones degradadas, con el objetivo que en el caso de solicitud y que no sea posible la asignación de la preferencia semafórica al tranvía, el conductor no genere una situación de peligro, permitiendo detener el vehículo antes del cruce.

Las señales del tranvía indicarán a los vehículos tranviarios, en cada cruce, si deben o no frenar o parar, así como la detección de los mismos, según las órdenes del regulador de cruce, el cual asignará prioridad a los vehículos tranviarios respecto al tráfico vial. Todas las indicaciones de las señales, deberán ser claras y sin lugar a confusión.

Habrán dos tipos de señales luminosas:

- Autorización de entrada cruce/ detención (foco superior – barra vertical y horizontal).
  - En función de la decisión tomada por el regulador del cruce, mostrará de una forma clara si se autoriza o no la entrada al tramo o si hay una transición entre la entrada autorizada y la no autorizada.
  - Debido al sistema de prioridad del tranvía, la actuación normal del regulador de cruce será la de actuar sobre las fases del cruce, para permitir la entrada al vehículo tranviario sin que tenga que detenerse y esperar a la entrada del
-

cruce.

- Información adicional (foco superior, triángulo).
- Indicará si se ha detectado vehículo tranviario y que se está gestionando la prioridad del tranvía.

Si se da el caso de existencia de vehículo tranviario aproximándose al cruce, y no se ha detectado la presencia de tranvía a través del primer punto de detección (baliza de detección), el segundo punto de detección (baliza de presencia) localizada a pie de señal también indicará al regulador de cruce su intención de entrar en el cruce. Si, a pesar de ello, el semáforo no indica la detección del vehículo tranviario, el conductor se deberá poner en contacto inmediatamente con el PMC para comunicar dicha incidencia y que el operario de tráfico notifique al conductor los procedimientos definidos para actuar ante este tipo de situaciones.

Las indicaciones que pueden mostrarse son las siguientes:

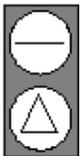
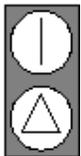
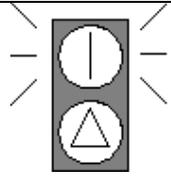
- Barra horizontal luminosa en un color blanco: Este aspecto de la señal indica al conductor del vehículo tranviario que el cruce está cerrado. El vehículo tranviario debe parar ante el paso.
- Barra vertical luminosa en un color blanco: Este aspecto de la señal indica al conductor del vehículo tranviario que el cruce está libre. Circulación libre por el paso para el tranvía.
- Barra vertical luminosa en un color blanco intermitente: Este aspecto de la señal indica al conductor del vehículo tranviario “anuncio de cierre del cruce”.
- Triángulo hueco en un color blanco sobre negro vertical: Este aspecto de la señal avisa al conductor del vehículo tranviario que el sistema de detección de tranvías está operativo.

La secuencia lógica de los distintos aspectos de la señal del tranvía es la que se indica en el gráfico:

- Situación de reposo (no hay vehículo tranviario detectado por el sistema).
  - Situación de reposo (no hay vehículo tranviario detectado por el sistema).
  - Cuando se detecta al vehículo tranviario el aspecto de la señal varía de
-

tranvía pasa al estado de “Sistema activo (triángulo parpadeante activo) y prohibido el paso (barra horizontal)”.

- Cuando el regulador según su programación determina la apertura de la fase semafórica tranviaria, aproximadamente 3 segundos antes se visualizará el triángulo fijo y la barra horizontal. Cuando el regulador activa la fase correspondiente se apaga el aspecto del triángulo y se activa el aspecto de barra vertical para permitir el paso del tranviaria durante un tiempo suficiente para que rebase la intersección con seguridad.
- Bien cuando el tranvía rebase el punto de detección de rearme, bien por programación (ventana de tiempo), el regulador empezará a ejecutar la transiciones para permitir la evolución a la fase viaria que proceda (sistema de reposo).

			
Sistema en reposo. Paso Prohibido	Sistema de detección activo. Paso Prohibido	Sistema de detección activo. Paso permitido.	Sistema de detección activo Anuncia cambio a paso prohibido

**Ilustración 3. Secuencia lógica de aspectos de señales tranviarias del sistema de Preferencia Semafórica**

#### 4.3.2.2. Arquitectura del Sistema

El sistema de señales viarias constará de una serie de señales e indicadores luminosos, que eviten colisiones entre vehículos tranviarios y vehículos viarios además de peatones, en los cruces indicados en la documentación gráfica.

Las señales viarias del tranvía estarán conectadas por medio de un cable de 4x1, 5 mm<sup>2</sup> de sección, al regulador del cruce que será el que gestione las fases semafóricas del mismo.

El estado de la señal viene dado por el regulador de cruce, y a su vez, se vuelve a enviar a éste, para una correcta supervisión de errores. El regulador deberá poder detectar si algún foco ha quedado fuera de funcionamiento.

#### 4.3.2.3. *Requisitos Físicos*

La concepción física de las señales, deberá contemplar los siguientes aspectos:

**Adaptación al medio:** Los atributos físicos de los indicadores de señales deberán permitir su correcta adaptación al medio, desde el punto de vista de entorno urbanístico y medio climático.

**Diseño robusto y resistente:** Los indicadores de señales deberán estar diseñados de forma que, por sí mismos, no presenten problemas en su ubicación en la vía.

#### 4.3.2.4. *Requisitos Técnicos*

##### **Características Generales**

Las señales funcionarán con tecnología LED, dispondrán de dos focos sin orla, ni en el interior ni en el exterior del foco.

Los LEDs de las señales dispondrán de una vida operativa de 100.000 horas y tiempo medio entre fallos de más de 15 años.

Tanto el foco superior (barra vertical/horizontal) como el inferior (triángulo) dispondrán de las siguientes características:

- Tensión de entrada: 110/220 V
- Frecuencia de funcionamiento: 50/60 Hz
- Consumo LEDs < 12W
- Intensidad luminosa: 200 Cd
- Clasificación IP: IP66

El LED será de color blanco para señalizar del mismo modo que en el resto de la línea. El diámetro del foco será de 200 mm. La longitud de las barras será como mínimo de 150 mm, mientras que la anchura de las mismas será entre 1 y 4 líneas de LEDs.

La señal será intermitente con una cadencia de destellos de 60 por minuto con permanencia de encendido de  $0.6 \pm 10\%$  segundos

Se deberá garantizar un error en la indicación del 0 % y el cambio de aspecto de las señales se deberá producir en el menor tiempo posible a partir del instante de decisión del regulador.

Se creará un sistema de señales e indicaciones, teniendo en cuenta que la velocidad del tranvía será de unos 20 km/h, que la actuación de freno de servicio se produce a 1,25 m/s<sup>2</sup> y el tiempo de reacción del conductor del vehículo tranviario es de 3 segundos.

Las señales luminosas deberán poder ser vistas desde 120 m, en cualquier tipo de condiciones climáticas.

Todo el servicio y remplazamiento de piezas defectuosas deberá poder ser realizado desde la parte trasera de la señal, incluyendo la sustitución de la unidad protectora de lentes.

La parte inferior de la cabeza del semáforo se unirá a las columnas a través de los soportes de las longitudes adecuadas que garantizarán una posición estable de semáforo, resistente a la actuación del viento y de otras acciones a las que están expuestos los mismos. Estos dispositivos estarán estudiados para simplificar el montaje asegurando, sin embargo, su fiabilidad y resistencia mecánica, e impidiendo la eventual rotación de la cabeza.

### **Cabeza de señal**

La señal constará de una cabeza con dos focos.

Las cabezas del semáforo serán de aluminio inyectado, con forma y color igual a los semáforos viarios del tranvía del resto de la línea.

La construcción estará minuciosamente estudiada de forma que se consigan los diversos modelos por acoplamiento de módulos de distintas características de tamaño y mensajes, de manera que, una vez acoplados, presenten la misma forma que si se tratara de una sola pieza unitaria, de la configuración demandada.

Los semáforos estarán dotados de viseras que los protejan de la acción solar para evitar la iluminación directa sobre los mismos.

Tanto la puerta de acceso a la óptica como el resto de la cabeza serán herméticos al agua a presión y al polvo, y estarán contruidos en material termoplástico con unas resistencias a la deformación, impacto y envejecimiento en intemperie y acción de rayos solares elevados y con un peso muy reducido.

---

El acceso a la óptica se realizará mediante un sistema de cierre rápido de la puerta que imposibilite la apertura casual y que sea practicable con herramientas simples.

#### **4.3.3. Procedimiento de Ejecución**

##### *4.3.3.1. Conceptos generales*

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

##### *4.3.3.2. Ubicación*

Las señales viarias del tranvía irán situadas según aparece indicado en el Documento nº 2 Planos. Aquí se da la posición exacta de todos los elementos de señalización viaria. El cambio de la posición que se indica en los planos sólo podrá realizarse con aprobación de la Dirección de Obra, y en caso de que sea un cambio sustancial lo deberá aprobar la Municipalidad de Cuenca, siempre que no se den los siguientes casos:

Colocación de semáforos de vehículos, peatones y señales viarias del tranvía de tal manera que un tranvía pueda quedar detenido en una aguja motorizada.

Que la ocupación por parte de un tranvía en espera de una zona debido al trazado del itinerario sea mayor que la imprescindible.

Las señales se colocarán fuera de gálibo del tranvía. Las señales viarias del tranvía y de vehículos y/o peatones compartirán báculo o columna en el caso de estar situadas en la misma ubicación.

##### *4.3.3.3. Instalación y Pruebas*

A nivel de instalación, las señales viarias del tranvía deberán cumplir los siguientes requerimientos:

---

- Deberán estar firmemente fijadas al pavimento con el fin de evitar posibles accidentes.
- No deberán interferir de ningún modo con la circulación viaria ni tranviaria ni peatonal.
- A nivel de pruebas, las señales deberán cumplir los siguientes requerimientos:
- Las señales deberán ser probadas en fábrica, mediante los simuladores correspondientes.
- Tras la instalación de las señales, se deberá comprobar su correcto funcionamiento, verificando que, efectivamente, los LEDs se iluminan de acuerdo al plan de explotación y en el momento preciso.

#### **4.3.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **4.4. BÁCULO**

#### **4.4.1. Descripción**

Suministro e instalación de báculo troncocónico de seis metros de altura y alargadera de 1 a 3 metros de saliente, construido en chapa de 4 milímetros de espesor de dureza especial.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### **4.4.2. Materiales**

Estarán contruidos en chapa de acero galvanizado en caliente de 4 mm de espesor como mínimo, sección troncocónica de diámetro inferior 180 mm en la base y 88 mm en la punta, altura de 6 metros y entre 1 y 3 metros de saliente. Esta sección será suficiente para soportar el peso máximo de tres semáforos con tres focos en el extremo del brazo, sin que en ningún momento se rebase el gálibo mínimo legal y para que resistan los esfuerzos previstos para la máxima carga de trabajo bajo las acciones naturales y externas que puedan presentarse.

Dispondrán en la parte inferior de una abertura de registro con puerta y cierre para facilitar las operaciones de cableado y fijación del sistema de toma de tierra.

#### **4.4.3. Procedimiento de Ejecución**

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

#### **4.4.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

## 4.5. COLUMNA

### 4.5.1. Descripción

Suministro e instalación de columna de 2,4 metros de altura, de 100 milímetros de diámetro, de acero galvanizado en caliente, con base practicable y anclaje mediante pernos.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

### 4.5.2. Materiales

Las columnas estarán construidas con tubo de acero galvanizado en caliente de 100 mm de diámetro como mínimo. En la parte superior dispondrán de un sistema de fijación de semáforo o soporte, compuesto por manguito y tuerca, de forma que la posición del mismo no pueda modificarse accidentalmente.

La sección será circular de 100 mm de diámetro y altura de 2,40 metros.

En la parte inferior dispondrán de una abertura para facilitar la operación de conexión del sistema de toma de tierra, quedando oculta por la base móvil de la columna. Esta se fijará a la cimentación por medio de tornillos, tuercas y contratuercas para su nivelación y, posteriormente, será recibida su base con mortero de cemento.

### 4.5.3. Procedimiento de Ejecución

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

#### **4.5.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **4.6. REGULADOR SEMAFORICO**

#### **4.6.1. Descripción**

Suministro, configuración, instalación de regulador y puesta en marcha de regulador semafórico de 16 grupos.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### **4.6.2. Materiales**

##### *4.6.2.1. Conceptos Generales*

Los reguladores de cruce deberán ser de tecnología electrónica, adaptativos y que permitan implementar lógica de tráfico en base a entradas para detección de densidad de tráfico (señales procedentes de espiras, cámaras de detección virtual, etc.). No se aceptarán reguladores basados en tecnología de relés o puentes switcheados.

Los reguladores deberán disponer de interfaz Ethernet. Se valorará que dispongan de puertos integrados en F.O.

En todos los reguladores afectados por el paso del tranvía se deberá instalar el software de gestión de la prioridad de paso del tranvía, así como el hardware necesario para la recepción de las señales provenientes de los detectores instalados en campo que detectarán el paso de un tranvía.

Los elementos que se instalarán en cada regulador de cruce son los siguientes:

---

- Tarjetas de grupos semafóricos (en función de la configuración final del cruce).
- Instalación de nueva UNIDAD CENTRAL DE PROCESO (UNIDAD CENTRAL DE PROCESO-G).
- Instalación de tarjeta para la recepción de las señales provenientes de los detectores.
- Instalación del equipo de detección inductivo.

#### 4.6.2.2. *Especificaciones Funcionales*

El objetivo principal de cada uno de los reguladores de cruce es gestionar el tráfico y establecer las condiciones de seguridad necesarias para la circulación de tranvías, vehículos y peatones en el cruce.

Cada regulador de cruce dispondrá de la lógica adecuada para desempeñar las siguientes funciones:

- Control de paso y situación de los vehículos tranviarios en las inmediaciones de los cruces incluidos en la zona de actuación del regulador.
- Mando y control de las señales viarias (tranvía, vehículos y peatones) en dichos cruces, concediendo prioridad al paso de los vehículos tranviarios.
- Recepción de las detecciones sucesivas del vehículo tranviario por parte de los detectores de paso del tranvía.
- Mando y autorización de las señales viarias correspondientes.
- Envío de señal libre de potencial al enclavamiento para permitir la apertura de la señal tranviaria que es controlada por dicho enclavamiento.
- Tratamiento y memorización de los fallos de funcionamiento, tanto en el propio regulador de cruce como en los elementos de campo. Estos fallos se enviarán a la aplicación instalada en el Puesto de Mando Central (PMC) a través de la Sala de Control de Tráfico de la Municipalidad de Cuenca.
- Monitorización mediante un periférico externo, o desde el PMC, de los estados de las señales viarias y tranviarias.

La lógica de decisión del regulador del cruce deberá cumplir dos requisitos fundamentales:

---

- Los vehículos tranviarios tienen preferencia respecto los vehículos y peatones.
- En el único caso en el que no se tramitará la autorización de entrada al cruce por parte del vehículo tranviario para que éste pueda pasar cuando llegue a la altura del semáforo, será cuando haya petición de entrada al cruce por parte de dos vehículos tranviarios distintos (ya sea en el mismo sentido o no) en el mismo ciclo del semáforo vial. En este caso, el vehículo tranviario que haya llegado el último, deberá esperar al siguiente ciclo semafórico vial, para que los automóviles y peatones no tengan que esperar excesivamente.
- Los tiempos de aproximación del vehículo tranviario y de despeje de los movimientos incompatibles (peatones y vehículos viales), debe ser lo más preciso posible para reducir el tiempo de autorización de entrada al tranvía al mínimo posible, y de este modo, no reducir excesivamente la capacidad del cruce vial.
- El regulador de cruce deberá funcionar con disponibilidad y fiabilidad máxima. Deberá disponer de dos unidades de proceso idénticas. De este modo se asegura la disponibilidad si una de ellas falla. Ambas estarán sincronizadas de modo que en cuanto falle la que está en activo, la otra tome su lugar, indicando el fallo a la SCT. El regulador de cruce deberá disponer de suficiente capacidad de procesamiento y memoria como para poder instalar el software de la preferencia de paso del tranvía. En caso necesario, se procederá a la sustitución de la UNIDAD CENTRAL DE PROCESO existente por una UNIDAD CENTRAL DE PROCESO de mayor capacidad de proceso y de memoria.
- El funcionamiento del regulador de cruce deberá permitir la total automatización del sistema de prioridad de paso del tranvía y de la señalización viaria en los cruces afectados.

#### 4.6.2.3. *Requisitos Físicos*

La concepción física de los reguladores de cruce deberá contemplar los siguientes aspectos:

- Adaptación al medio: Los atributos físicos de los reguladores de cruce

deberán permitir su correcta adaptación al medio pensado para su ubicación, desde el punto de vista de soportar las inclemencias climáticas y desde el punto de vista estético.

- **Diseño robusto:** Los reguladores de cruce deberán estar diseñados de forma que, por sí mismos, no presenten problemas en su ubicación, ante la presencia de elementos que puedan causar posibles interferencias.
- **Versatilidad:** Los reguladores de cruce deberán estar diseñados para que, si cambian las condiciones de estos después de su instalación, su adaptación a la nueva situación pueda realizarse con la sola escritura del nuevo conjunto de ecuaciones que describa el funcionamiento lógico del regulador de cruce, y la adición de los interfaces de elementos de campo necesarios, caso de que estos hayan variado.
- **Modularidad del sistema y facilidad de mantenimiento:** Interfaces adaptadas a estándares internacionales que permitan la conexión con otros equipos comerciales.
- **Fácil ampliación tanto funcional como geográfica.**

#### 4.6.2.4. *Requisitos Técnicos*

A continuación se describen los requisitos técnicos que deben cumplir los elementos que conforman los reguladores los cruces afectados:

- El armario donde estén ubicados, deberá tender un índice de protección mecánica IP 57.
  - Tendrán una configuración modular y con redundancia en módulos hardware, para mayor seguridad. Esta configuración modular facilitará su supervisión y mantenimiento y aumentará la flexibilidad del sistema adaptándose a las necesidades de cada cruce.
  - Los módulos serán normalizados e intercambiables, y se utilizarán en su ejecución materiales totalmente estándar, empleándose circuitos integrados, componentes y conectores de alta calidad, que puedan ser suministrados, en cualquier caso, por dos fabricantes como mínimo.
  - En caso de error de hardware, el módulo con el error deberá poder ser fácilmente identificado gracias a indicadores locales y podrá ser remplazado
-

fácilmente siendo necesario únicamente desconectar la alimentación antes de cualquier manipulación.

- El software del regulador deberá ser actualizable de forma remota.
  - Deberá poder gestionar y mandar señales de LEDs.
  - Deberá tener capacidad para hasta 30 elementos.
  - Deberá tener memoria suficiente para almacenar el programa que lo rige.
  - Deberá tener capacidad para hasta 24 detectores.
  - Deberá realizar una medición independiente de la tensión de acometida y la tensión de las salidas.
  - Deberá poder disponer la posibilidad de gestionar hasta 32 grupos con una sola unidad central de proceso.
  - Las tarjetas de salida de grupos del regulador deberán poder realizar la medida de corriente tanto para semáforos convencionales (lámpara de incandescencia) y semáforos de LEDs
  - Deberá proporcionar una solución automática de fallos de estado si éstos duran menos de 200 ms, sin tener que poner el cruce en apagado o intermitente.
  - Deberá detectar la fusión de las lámparas de LEDs.
  - Deberá controlar la luminosidad de las salidas para semáforos de LEDs.
  - Reconfiguración automática en caso de caída.
  - Alimentación: 110/230 Vac y 50/60 Hz. (a través de la red de alimentación segura de la parada más cercana)
  - Consumo máximo (con salidas desconectadas): 500 W.
  - Potencia y nivel de salida adecuada a las señales que vaya a controlar.
  - Deberá tener aislamiento eléctrico y todos los equipos, tanto en el armario como en campo como las líneas de comunicaciones, deberán estar protegidos contra sobretensiones y sobreintensidades de origen atmosférico, contra subtensiones, cortocircuitos, sobretemperatura.
  - Rango de temperatura: -30°C a +70°C
-

- Humedad relativa: 95% (sin condensación)
- Su tamaño deberá ser tal que posibilite su instalación en racks de 19 pulgadas.
- Sin necesidad de aire acondicionado.
- Tiempo medio entre fallos: 1010 horas.

#### **4.6.3. Procedimiento de Ejecución**

##### *4.6.3.1. Conceptos Generales*

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

El regulador de cruce se alimentará desde el Sistema de Alimentación Ininterrumpida de la parada más cercana.

##### *4.6.3.2. Ubicación*

Los reguladores de cruce estarán ubicados en los armarios técnicos que se hallan en las cercanías de los cruces. Un regulador de cruce puede gobernar una o varias intersecciones, en función de la dispersión de los elementos en campo a los que se conecte.

##### *4.6.3.3. Instalación y Pruebas*

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

A nivel de instalación, el regulador de cruce deberá cumplir los siguientes requerimientos:

Los reguladores de cruce deberán ser instalados de forma que no se deteriore ni dañe el equipo.

Los racks en los que se instalen los reguladores de cruce deberán ser completamente firmes, además de adaptarse de forma adecuada a las condiciones climáticas del entorno en el que van a ser instalados (armarios de intemperie).

El regulador de cruce deberá poder ser instalado dentro del mobiliario urbano adecuado a tal fin o armarios o similares destinados a otros sistemas de la explotación.

En caso de que la explotación así lo requiera, deberán poder montarse sobre soportes altamente modulables y adaptables a distintos tipos de espacios, siempre que estos cumplan los requisitos para mantener en correcto estado los equipos.

Los reguladores de cruce deberán ser compatibles con otros sistemas de la explotación, sin que supongan una interferencia cuando se instalen dentro del mismo armario.

A nivel de pruebas, el regulador de cruce deberá cumplir los siguientes requerimientos:

Los reguladores de cruce deberán ser probados en fábrica, mediante los simuladores correspondientes.

Tras la instalación de los reguladores de cruce, se deberá comprobar su correcto funcionamiento. Las comprobaciones se deberán realizar “in situ”, para lo cual será necesario disponer del resto de los sistemas de señalización, con los cuales interactúa el regulador de cruce.

#### **4.6.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **4.7. ADAPTACIÓN REGULADOR SEMAFORICO**

#### **4.7.1. Descripción**

Adaptación, configuración y puesta en servicio de regulador semafórico existente.

---

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### **4.7.2. Materiales**

Todos los cruces afectados por la inserción de la traza tranviaria y que actualmente disponen de regulador semafórico deberá ser adaptado para cumplir los requerimientos y funcionalidades del material descrito en el apartado anterior. Se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

Se deberá instalar el software de gestión de la prioridad de paso del tranvía, así como el hardware necesario para la recepción de las señales provenientes de los detectores instalados en campo que detectarán el paso de un tranvía.

Se deberá ampliar en lo necesario los siguientes módulos:

- Tarjetas de grupos semafóricos (en función de la configuración final del cruce).
- Instalación de nueva UNIDAD CENTRAL DE PROCESO (UNIDAD CENTRAL DE PROCESO-G), en caso de que no disponga una UNIDAD CENTRAL DE PROCESO en configuración redundante.
- Instalación de tarjeta para la recepción de las señales provenientes de los detectores.
- Instalación del equipo de detección inductivo.

#### **4.7.3. Procedimiento de Ejecución**

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

---

#### **4.7.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **4.8. CENTRAL SEMAFÓRICA**

#### **4.8.1. Descripción**

La unidad de obra comprende suministro y montaje de una central semafórica o central de zona para gobierno de reguladores RMY o similares e interconexión con el centro de control de tráfico de la ciudad.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### **4.8.2. Materiales**

La central de zona se comportará como un módulo guía de comunicaciones y convertidor de velocidad de transmisión, La tecnología será con salidas estáticas y funciones controladas por tres microprocesadores. El control se realizará hasta sobre 255 reguladores, con recepción de información de ocho detectores directamente. La comunicación se hará vía Ethernet con sus líneas de conexión con el ordenador. El funcionamiento como central horaria, con diferenciación de los siete días de la semana y la posibilidad de programar 24 cambios cada día. Existirá la posibilidad de implantar programas de emergencia. Esta programación se podrá realizar “in situ” mediante un portátil y en modo centralizado desde el ordenador de la sala de control de tráfico. La salida de información del plan, intermitencia, sincronismo y desfase por línea será en serio o en paralelo. Existirá la posibilidad de sincronización entre centrales, actuando una como emisor y las restantes como receptoras. Serán ampliables mediante la incorporación de módulos.

En esta unidad se incluyen la cimentación y el armario envolvente de la central de zona. También se incluyen los trabajos de cableado interior, programación, centralización y demás pruebas que sea necesario realizar para su correcto funcionamiento.

#### **4.8.3. Procedimiento de Ejecución**

La unidad de obra incluye el suministro y colocación, incluso la cimentación, del armario que envuelve la central de zona. Se incluye el suministro, transporte, colocación e instalación de la misma.

Una vez que se hayan realizado los trabajos de tendido de cables desde los distintos reguladores, se procederá a la realización de los trabajos de conexionado de los mismos dentro de la central.

Están incluidos también en esta unidad los trabajos de conexionado de la fibra óptica a la central de zona, para poder llevar la señal hasta la sala de control de tráfico. Se incluyen a su vez estos mismos trabajos a realizar en la sala de control de tráfico para llevar hasta el ordenador de esta sala la señal de la central de zona.

Cuando se tenga esto se podrá proceder a la programación de la central, y la centralización de la misma.

### **4.9. CABLEADO ELÉCTRICO**

#### **4.9.1. Descripción**

Los cables utilizados para la alimentación de los equipos utilizados en la implantación del sistema de señalización viaria para la fuerza, cumplirán las prescripciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, con especial atención a las características del aislamiento y de las densidades de corriente admisible.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### **4.9.2. Materiales**

Los cables que se utilizarán, deberán cumplir las siguientes especificaciones:

---

- Conductor: Cobre.
- Aislamiento: EPR (etileno – propileno).
- Se emplearán la siguiente tipología de cables:
- Conductor subterráneo termoplástico de 4 x 2,5 mm<sup>2</sup> (3 x 13 AWG): para la conexión de semáforos de 3 focos a regulador semafórico.
- Conductor subterráneo termoplástico de 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> (3 x 13 AWG): para la conexión de semáforos de 2 focos a regulador semafórico.
- Conductor subterráneo termoplástico de 2 x 2,5 mm<sup>2</sup> (2 x 13 AWG): para la conexión de los avisadores acústicos a regulador semafórico.
- Conductor subterráneo termoplástico de 2 x 6 mm<sup>2</sup> (2 x 9 AWG): para el tendido eléctrico de la acometida del regulador hasta el cuadro eléctrico de la parada más cercana.
- Cable subterráneo termoplástico de 2x2x0.9mm<sup>2</sup> (2x2x17 AWG): para la conexión de las balizas de detección semafórica al regulador y para la conexión entre reguladores semafóricos y el PLC de control de iluminación de parada.

Las características físico-químicas, mecánicas y eléctricas de la cubierta y el aislamiento se ajustarán a lo indicado en el la normativa de referencia para cableado de baja tensión indicada en el capítulo de normativa de referencia.

La temperatura permanente admisible en servicio podrá alcanzar los 90°C y la temperatura admisible en cortocircuito podrá alcanzar los 250°C.

#### **4.9.3. Procedimiento de Ejecución**

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

---

#### **4.9.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Metros, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

### **4.10. ELEMENTOS DE PUESTA A TIERRA**

#### **4.10.1. Descripción**

Se incluyen en esta definición todos los elementos (cable, picas y accesorios) necesarios para la ejecución de una puesta a tierra.

Se deberán poner a tierra todos los elementos metálicos del cruce, conectándose entre sí formando la correspondiente malla de tierra.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### **4.10.2. Materiales**

##### *4.10.2.1. Cable*

Se utilizarán cables constituidos por conductores de cobre de sección de dieciséis milímetros cuadrados (16 mm<sup>2</sup> o 5 AWG), aislados con cubierta coloreada en amarillo – verde.

##### *4.10.2.2. Picas de puesta a tierra*

Las picas serán de alma de acero al carbono con una capa de espesor uniforme de cobre puro, conforme a la normativa para sistemas eléctricos de baja tensión descrita en el capítulo de normativa de referencia.

Tendrán un diámetro entre 14,6 y 16 mm (350-400 kcmil) y longitud 1,5 ó 2 m.

#### 4.10.2.3. *Embarrados, placas, empalmes, terminales, etc.*

Todos estos elementos serán los específicos para la conexión de los conductores de cobre de puesta a tierra.

Serán de aleación de cobre con alta resistencia mecánica y a la corrosión. Los empalmes por soldadura serán aluminotérmicos.

Cada elemento incluirá todo el pequeño material necesario.

#### **4.10.3. Procedimiento de Ejecución**

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

#### **4.10.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### 4.11. DESMONTAJE DE SEMÁFOROS

#### **4.11.1. Descripción**

La unidad de obra comprende el desmontaje y traslado del semáforo a las dependencias municipales indicadas por la Municipalidad de Cuenca y previa notificación a la Dirección de Obra.

---

#### **4.11.2. Procedimiento de Ejecución**

Una vez que se desmonta el semáforo existente, se retira el soporte del que disponga. Posteriormente se trasladará a las dependencias municipales indicadas por la Municipalidad de Cuenca y previa notificación a la Dirección de Obra.

#### **4.11.3. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **4.12. DESMONTAJE Y MONTAJE DE COLUMNA Y BÁCULOS**

#### **4.12.1. Descripción**

La unidad de obra comprende desmontaje y traslado de báculo y columnas a las dependencias municipales indicadas por la Municipalidad de Cuenca y previa notificación a la Dirección de Obra.

Incluye el desmontaje de todas las cabezas de semáforos integradas en el báculo o columna. Se incluye la demolición de la cimentación existente, con la reposición de la pavimentación que haya en esa zona.

#### **4.12.2. Procedimiento de Ejecución**

Se picará la base de la cimentación del elemento a desmontar.

Una vez que se desmonte la columna o el báculo, se trasladará a las dependencias municipales indicadas por la Municipalidad de Cuenca y previa notificación a la Dirección de Obra. Durante el tiempo que quede abierto el tajo el Contratista deberá señalizar correctamente las obras, estando estos gastos incluidos en el precio de la unidad.

#### **4.12.3. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

#### **4.13. SOFTWARE PARA LA CENTRALIZACIÓN/TELEMANDO SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN VIARIA Y PREFERENCIA SEMAFÓRICA**

##### **4.13.1. Descripción**

La unidad de obra comprende la programación de la base de datos del sistema distribuido de control de tráfico urbano (SDCTU) en sala de tráfico de la Municipalidad de Cuenca para incluir los cruces semafóricos afectados por la inserción de la traza del tranvía. Incluidas las pruebas y puesta en servicio. Totalmente instalado y probado.

##### **4.13.2. Procedimiento de Ejecución**

La unidad de obra incluye las modificaciones necesarias en la base de datos del SDCTU instalado en la sala de tráfico de la Municipalidad de Cuenca. Se realizarán modificaciones sobre los cruces cuyo número de fases semafóricas se modifiquen y se ampliará la base de datos para incluir los nuevos cruces semaforizados.

Una vez que se hayan hecho las correspondientes ampliaciones y modificaciones, se deberá comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación.

##### **4.13.3. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

---

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

#### 4.14. SOFTWARE PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA PREFERENCIA SEMAFÓRICA

##### 4.14.1. Definición

La función principal del Sistema de Monitorización de la señalización viaria es la de visualizar los diferentes elementos relacionados con el sistema de preferencia del tranvía. A continuación se recogen las diferentes funcionalidades del mismo:

- Comunicación entre los distintos equipos que lo integran.
- Comunicación con los equipos en campo.
- Interfaz Gráfico de Operador con Gestión del Mapa.

Representación de entidades e Información de alarmas y cambios de estado.

El interfaz gráfico de la ciudad con la plataforma tranviaria, se completa con la visualización de todos los elementos relacionados con el sistema de señalización viaria del tranvía, como son:

- Detectores de tranvía.
- Discos viarios del tranvía.
- Reguladores de Tráfico.

De todos estos elementos se visualiza en tiempo real los estados en los que se encuentran, con cambio de aspecto en el interfaz gráfico, y se representan también en tiempo real las alarmas existentes en el funcionamiento de los distintos elementos.

En el caso de los detectores, además de dar alarma en caso de fallo del detector (activación prolongada en el tiempo), se genera una alarma en caso de que la secuencia de activación sea diferente a la programada.

La representación de los reguladores incluye el estado del cruce, pudiendo acceder al diagrama de fases de cada uno, los parámetros de la preferencia del tranvía en cada cruce y las alarmas que se generan por el funcionamiento del propio regulador.

Control del funcionamiento de los equipos.

Toda la información del estado de los elementos de campo relacionados con la señalización viaria se visualiza en la Sala de Control de Tránsito de la Municipalidad de Cuenca, y de ahí se envía a la Sala del Puesto de Mando de tranvía donde a través de la aplicación de Monitorización de la Preferencia del puesto de operador del tranvía, estará accesible para el usuario.

Los datos de los reguladores de tráfico y de las centrales de zona serán únicamente de lectura para el operador del Puesto de Mando del tranvía, pero no así los detectores de tranvía situados a lo largo de la traza. De esta forma, en el supuesto de que exista algún fallo puntual o una explotación degradada que no permita al tranvía ser detectado por los equipos de vía, el operador del Puesto de Mando será capaz de activar de forma manual y remota el detector necesario para que el tranvía mantenga la preferencia en los cruces que atraviesa con condiciones de seguridad.

Históricos de equipos.

En la Sala de Equipos del Puesto de Mando del tranvía, se encuentra instalado un servidor para el Sistema de Monitorización de la Preferencia conectado con la Sala de Tránsito a través de fibra óptica dedicada.

Este servidor almacenará toda la información de situación de equipos y actuaciones en tiempo real en una base de datos sincronizada con el servidor horario. Este histórico de actuaciones se utilizará para generar informes y estadísticas de explotación.

Estadísticas de funcionamiento.

Con todos los datos que se almacenan en la base de datos se generan diferentes estadísticas de explotación. La generación de informes es configurable para poder preparar informes tipo que la aplicación debe generar de forma automática, pudiendo éstos modificarse o ampliarse según sea necesario. Se podrán generar gráficos con esta información

#### **4.14.2. Procedimiento de Ejecución**

El software se instalará en el servidor designado a tal efecto.

El interfaz gráfico se deberá configurar con unos iconos que se ajusten en la medida de lo posible a la ubicación física de cada equipo integrante del sistema. Los iconos y/o colores con que se represente cada equipo en cada uno de sus posibles estados deberá ser intuitivo.

#### **4.14.3. Medición y pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **4.15. INGENIERÍA, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA, DOCUMENTACIÓN Y FORMACIÓN**

#### **4.15.1. Descripción**

Partida destinada a la elaboración del proyecto de detalle y realización de trabajos necesarios para el diseño y pruebas del Sistema de Señalización Viaria y Preferencia Semafórica. Adicionalmente contempla la elaboración de la documentación AS BUILT del sistema de Señalización Viaria y Preferencia Semafórica, la realización de Cursos de Formación para el personal de mantenimiento y el personal de operación de la línea, así como la entrega de documentación técnica relacionada con este curso. Asimismo, se incluye los costes de la realización completa de las pruebas del sistema, tanto a nivel de equipos individuales como de conjuntos de equipos. Incluye las pruebas de interface entre este subsistema y el resto y cubre la parte proporcional de pruebas de integración.

Todas las pruebas y ensayos necesarios para realizar el control de calidad dentro de la obra, serán realizados por cuenta del contratista y a su costo, previo aprobación de la Administración, una vez hayan sido presentado una propuesta para su realización por parte del Contratista a la Administración.

El idioma en el que deberá ser presentada la documentación y en el que se deberá impartir la formación será el español.

#### **4.15.2. Materiales**

Este sistema se centrará en el análisis de la seguridad vial del proyecto de Semaforización Viaria en los temas que hacen referencia a la infraestructura del sistema de transporte, tales como traza, intersecciones, semaforización y preferencia semafórica. El objetivo será garantizar la integración del tranvía con una prioridad semafórica total, siempre con la mínima afección al tráfico rodado y peatonal.

Para ello, en la fase de proyecto, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Toma de datos de la infraestructura viaria teniendo en cuenta los siguientes aspectos:
  - Análisis del entorno urbano de la intersección (residencial, comercial, colegios, hospitales, etc.)
  - Información de datos de aforos y porcentaje de giros.
  - Intensidad de tráfico peatonal
  - Giros permitidos y giros prohibidos por la implantación de la plataforma tranviaria
  - Estudio de visibilidad
  - Recopilación de fases semafóricas de cruces semaforizados actualmente
- Análisis del sistema de semaforización actual y propuesta del sistema. El contratista deberá analizar la semaforización existente en las intersecciones de la traza del tranvía así como analizar la propuesta planteada por el proyecto ejecutivo. El objetivo de este apartado es garantizar que la prioridad semafórica así como las fases de verde para los peatones son suficientes para garantizar una circulación fluida y segura de todos los modos de transporte. Las tareas a realizar son:
  - Descripción y análisis de los diagramas de fases implantados actualmente en las intersecciones.



- Descripción y análisis de los diagramas de fases propuestos en el proyecto ejecutivo.
  - Microsimulación de las intersecciones con el fin de garantizar el funcionamiento óptimo.
  - Diagnóstico de la propuesta de semaforización
  - Propuesta preliminar de mejora de la semaforización.
- En función de los criterios de diseño (regulación y preferencia semafórica) y en base al análisis realizado en la fase anterior, se desarrollará el proyecto técnico de detalle del sistema de Señalización Vial y Preferencia semafórica. Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:
    - Se definirán los datos de la adaptación y reconfiguración de los reguladores semafóricos actuales, tanto a nivel de hardware, como de programación de planes de tráfico.
    - Para los cruces afectados por la traza no semaforizados en la actualidad, se considerará la instalación de reguladores semafóricos para controlarlos.
    - En caso de que los reguladores instalados actualmente no soporten su reconfiguración para incluir el sistema preferencia semafórica, se deberá considerar la sustitución de los controladores instalados actualmente, para la instalación de controladores compatibles con esta tecnología.
    - Se definirá el número de centrales semafóricas y su ubicación
    - Se definirá en detalle la arquitectura y conexionado de todos los elementos para cada uno de los cruces viarios de la traza.
    - Se considerará tanto la explotación normal de la línea, como la explotación degradada (servicios parciales, etc.).
    - Se realizará un estudio detallado para la ubicación de estos elementos de detección, teniendo en cuenta la configuración de cada cruce (tiempo de despeje, tiempo entre transiciones, plan de explotación del tranvía, etc.). Con el objetivo de minimizar la afección de un cruce sobre los cruces adyacentes, el consultor propone considerar un sistema de detección basado en varios detectores. El sistema de preferencia semafórica deberá ser configurable en función del tiempo de espera en las paradas.
-



- Se estudiará la demanda de los cruces peatones, y en caso de que esta sea reducida se estudiará instalar pulsadores, de manera que la demanda de fase peatonal solo se active cuando se solicite por parte del peatón. Adicionalmente, por motivos de accesibilidad, se considerarán avisadores acústicos con volumen y horario programable en todos los cruces peatonales.
  - Se tendrá en cuenta la afección a los cruces viarios durante la construcción de la plataforma y la necesidad de contemplar desvíos de tráfico y situaciones provisionales. Este aspecto será analizado en el informe de "Servicios Afectados".
  - Se definirá en detalle en proyecto la instalación de baja tensión que alimentará a los reguladores semafóricos y centrales de zona instaladas a lo largo de la traza. Los nuevos cruces se alimentará a través de la red de baja tensión del tranvía (alimentación securizada a través de SAI). Para los reguladores existentes se revisará la demanda de potencia, pero la prioridad será mantener el tipo de alimentación considerado en la actualidad.
  - Se detallará la arquitectura de comunicación entre todos los reguladores semafóricos. En caso de instalación de nuevos reguladores semafóricos, estos deberán ser conectados a la red de comunicaciones para su centralización en la sala de control de tráfico, para la monitorización de todos los elementos del sistema. Asimismo, se contemplará un enlace de comunicaciones entre la Sala de Tránsito de la Municipalidad de Cuenca y el Puesto de Mando Centralizado (PMC) del Tranvía.
  - Se definirán todas las necesidades de obra civil para la configuración del sistema: utilización de canalizaciones (reposición de canalizaciones, canalizaciones existentes, prisma de canalizaciones por plataforma tranviaria, etc.), cimentaciones.
  - Para la localización de todos los elementos semafóricos, siempre se tendrá en cuenta el gálibo libre de obstáculos definido para el material rodante. Este aspecto tendrá que ser revisado en detalle a través de las secciones tipo detalladas en el proyecto de detalle de obra civil, plataforma y superestructura.
  - Definición de las interfaces de integración con otros sistemas de la explotación tranviaria.
-

En la fase de construcción se supervisará la ejecución de todos los aspectos mencionados anteriormente, para ello se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguimiento de la ejecución de las afecciones en la vía pública por la construcción de la plataforma. Se generarán situaciones provisionales que tendrá que ser supervisadas con detalle, siempre bajo comunicación con el personal responsable del área de tránsito de la Municipalidad de Cuenca.
  - Supervisión con contratista de la adquisición de todos los elementos del sistema.
  - Se supervisará la instalación de cada cruce, prestando atención a los siguientes aspectos:
    - Revisión de la ubicación de detectores y análisis de interferencias con otros elementos instalados en infraestructura de otros sistemas o instalaciones
    - Supervisión del tendido de cable por el prisma de la canalización de manera correcta, siempre utilizando el tubo del prisma indicado para este servicio
    - Puesta a tierra de todos los elementos
    - Instalación de elementos respetando el gálibo libre de obstáculos
    - Correcta ejecución de las cimentaciones, según las características definidas en proyecto
    - Supervisión de las interfaces de integración con otros sistemas de la explotación tranviaria.
  - Supervisión de la planificación durante el avance de la obra.
  - Seguimiento económico y certificaciones parciales de la ejecución del sistema.
  - Supervisión de la adaptación del Sistema de Control de Tráfico instalado en la Sala de Tránsito de la Municipalidad de Cuenca debido a la centralización de nuevos cruces viarios al sistema. Se realizarán las pruebas correspondientes.
  - Supervisión de la instalación del sistema de Control de Tráfico instalado en el PMC del Tranvía.
  - La Municipalidad de Cuenca deberá considerar la actualización de los
-

protocolos de actuación en caso de accidente en la traza tranviaria. El objetivo final es que estos protocolos permitan una rápida actuación de los medios sanitarios (lo que reduce de forma importante el número de víctimas) así como minimizar el tiempo de no operatividad del sistema de transporte.

Las tareas a realizar por el contratista son:

- Protocolo de comunicación del centro de control con los medios sanitarios, bomberos y seguridad pública (policía).
  - Definición de escenarios según gravedad
  - Diseño de protocolos de actuación
- El contratista y la Municipalidad de Cuenca deberán considerar un programa de comunicación ciudadana. Con el objetivo garantizar el éxito y la seguridad de la implantación de un nuevo modo de transporte es importante realizar una campaña de comunicación ciudadana que aborde todos los perfiles de usuarios beneficiados por la implantación de este nuevo modo de transporte. En este sentido, el contratista, junto a la Municipalidad de Cuenca, deberán diseñar una campaña de comunicación para explicar cómo funciona el nuevo sistema de transporte. Las tareas específicas a realizar de forma conjunta en esta fase serán, siempre desde el punto de vista de la seguridad vial:
    - Diseño de un folleto informativo donde se explique las principales características del tranvía (qué es, itinerario, paradas, frecuencias, tarifas...) así como indicaciones de convivencia para los distintos perfiles de usuarios (conductores de vehículos privados, peatones y ciclistas). En este folleto deben aparecer las indicaciones necesarias para respetar la señalización.
    - Diseño específico de campañas de seguridad vial para escolares.
    - Esquema y contenido de una página web para explicar el funcionamiento del sistema de señalización viaria y preferencia semafórica
    - Preparar las ruedas de prensa necesarias.
    - Realizar el calendario de actuaciones relacionadas con la comunicación para que éstas tengan lugar en el momento adecuado (deben empezar en el período de pruebas del sistema).
  - Una vez terminada la instalación de todos los cruces, se realizarán pruebas

de funcionamiento del regulador semafórico y del sistema de preferencia semafórica individualmente para cada cruce, tanto de manera aislada, como de manera continua a través de la circulación del tranvía (pruebas de integración), con el objetivo de analizar el impacto de un cruce sobre los adyacentes. Las pruebas se realizarán tanto para la explotación normal, como para las posibles casuísticas de modo de explotación degradada (explotación parcial, etc.) y siempre con todos los vehículos de la flota, garantizando el buen funcionamiento de la interfaz entre el equipamiento embarcado y la infraestructura.

- Con respecto al tráfico rodado se revisarán los tiempos de retención en las fases incompatibles con la circulación del tranvía y se revisarán que las longitudes de retención de tráfico no afecte a la fluidez del tráfico.
- En el caso de que la adición de la plataforma reservada suponga un incremento de longitud de los pasos de peatones se deberá revisar el tiempo mínimo de paso de los cruces de peatones. Normalmente se suele considerar que un peatón cruza el paso a una velocidad media de 1 m/s.
- En función de los resultados se revisará la programación de cada cruce, y se reconfigurará con el objetivo de optimizar el funcionamiento de éste: incrementar la probabilidad de paso del tranvía, minimizar el impacto al tráfico rodado, ajustar los tiempos de pasos en cruces peatonales, etc.

Adicionalmente esta partida incluye la elaboración de la documentación AS BUILT del sistema de señalización viaria y preferencia semafórica y la realización de Cursos de Formación para el personal de mantenimiento y el personal de operación de la línea, así como la entrega de documentación técnica relacionada con este curso, en español.

Esta partida es para prever los costes de la realización completa de las pruebas del sistema, tanto a nivel de equipos individuales como de conjuntos de equipos. Incluye las pruebas de interface entre este subsistema y el resto y cubre la parte proporcional de pruebas de integración.

Se contempla la realización de pruebas tanto en fábrica (*Factory Acceptance Test, FAT*) y una vez el sistema se haya instalado en campo (*Site Acceptance Test, SAT*). Por último se considerarán la realización de las pruebas de integración dónde se supervisará el funcionamiento del sistema de señalización tranviaria de manera integrada con otros sistemas que intervienen en la explotación y considerando un escenario real de operación de circulación de tranvías.

Para la valoración del concepto de formación y pruebas SAT e integración, se ha considerado el desplazamiento de un técnico experto en el sistema a la ciudad de Cuenca durante un periodo aproximado de:

- 6 semanas para la realización de pruebas SAT e integración
- 1 semana para la formación de técnicos de mantenimiento y operación

#### **4.15.3. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **4.16. BALIZA DETECCIÓN PREFERENCIA SEMAFÓRICA**

#### **4.16.1. Descripción**

Suministro, instalación, configuración y puesta en servicio de baliza de detección de preferencia semafórica para su instalación en cruces viarios. Unidad totalmente instalado y en funcionamiento, incluyendo pruebas de interfaz con el equipamiento instalado en la infraestructura.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### **4.16.2. Materiales**

##### *4.16.2.1. Especificaciones Funcionales*

El objetivo de estos detectores es detectar la presencia de un vehículo tranviario a su paso por encima del mismo, debiendo discriminar entre el paso de un tranvía y el paso de los autobuses, ya que se instalarán en la zona de plataforma compartida.

Estos detectores deberán cumplir las siguientes funciones:

Detectar la presencia de vehículos tranviarios con el fin de permitir la gestión de la explotación en las intersecciones con el tráfico viario.

Ayudar a implementar la prioridad de paso del tranvía respecto al tráfico viario en todos los cruces afectados por la inserción de la traza tranviaria.

El funcionamiento de estos detectores deberá ser tal que la degradación por fallo en los diferentes elementos, genere una alarma en la lógica de control del detector. Esta alarma se recibirá en el regulador de cruce correspondiente y en el puesto de mando de señalización.

En caso de avería, el detector deberá estar diseñado para que informe de ausencia de tranvía.

Un fallo en un elemento no crítico para el funcionamiento de estos detectores, deberá generar una alarma técnica, pero no quedará fuera de servicio. Por tanto, el grado de disponibilidad de los detectores deberá ser el máximo.

En caso de que haya dos detectores próximos entre sí, se podrán utilizar temporizadores que permitan utilizar un mismo detector físico como señal lógica de varias detecciones.

El estado del detector de paso de tranvía no podrá ser modificado en ningún caso, salvo por la presencia o ausencia del vehículo tranviario.

La distancia máxima entre el equipamiento localizado en campo (baliza en suelo) instalado entre los dos carriles del tranvía y el armario regulador de tráfico, será de 2000 metros, siendo el rango de funcionamiento entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $+70^{\circ}\text{C}$ .

Para la regulación de los cruces se colocan cuatro puntos de detección:

- Punto de detección
-

- Punto de presencia
- Punto de rearme

La función principal de estos puntos de detección del tranvía es la de garantizar la mínima afección en la regulación del cruce.

De este modo, ante la petición de paso del tranvía en el punto de detección, el regulador de cruce posee el suficiente tiempo para realizar un ajuste de las fases posibilitando que ante el paso del tranvía, el cruce pueda estar en la fase compatible con el mismo, y dispone de los avisos necesarios para detectar irregularidades en el acercamiento del tranvía.

#### *4.16.2.2.Arquitectura*

Los detectores del sistema de preferencia semafórica estarán constituidos por balizas de detección en campo:

Estará formado por una baliza instalada en suelo. La baliza deberá estar sintonizada con la frecuencia de la señal emitida por el equipamiento embarcado (funcionamiento inductivo). Esta baliza se ubicará centrada en la vía entre los dos carriles en una caja estanca. Estará conectada al equipo detector (electrónica del sistema) instalado en el armario regulador de tráfico.

Las características técnicas principales de la baliza son las siguientes:

- Distancia de captación entre la antena del tranvía y la baliza de vía de hasta 400 mm
- Velocidad máxima: 100 Km/h
- Recibe la alimentación desde el detector instalado en el regulador del cruce.
- Rango de temperatura: -30°C a +70°C
- Grado de protección IP67
- Normativa CENELEC EN 50121-4/3/ Compatibilidad electromagnética

La comunicación entre la baliza y el receptor instalado en el regulador de cruce será vía cable de dos pares. El cableado se tenderá por un tubo PG de 40 cm de diámetro que se conectará a la canalización multitubular.

#### 4.16.2.3. Especificaciones Técnicas

Recepción de radiofrecuencia:

- Banda de Operación: 124,5-125,5 KHz
- Distancia a receptor: 100 cm
- Alimentación: 24 Vdc, Intensidad consumida 25 mA
- Salida:
- Intensidad de salida: 200 mA
- Protección contra cortocircuitos
- Características mecánicas:
- Material envolvente: Poliamida 6
- Índice de Protección: IP67
- Compatibilidad Electromagnética: Cumplimiento EN 50121-4
- Protección controla choques mecánicos: cumplimiento EN 50102
- Resistencia a vibraciones: IEC 68/2/6
- Dimensiones: 80,6, 235,0 x 40.5 mm (anchura x largo x altura)

#### 4.16.3. Procedimiento de Ejecución

##### 4.16.3.1. Conceptos Generales

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

#### 4.16.3.2. Ubicación

Los detectores del tranvía, se colocarán de forma puntual, en un número y disposición adecuados.

El emplazamiento seleccionado debe cumplir las condiciones que indique su fabricante para su correcto funcionamiento, como son las siguientes:

- Todas las conexiones eléctricas, deberán ser firmes y duraderas.
- Los detectores de paso de tranvía cercanos (los de un mismo cruce o cruces contiguos), no deberán generar interferencias entre ellos.
- El regulador de tráfico donde se encuentra situada la lógica de control del detector, no debe estar separado más de 2000 metros del punto donde se encuentre el detector más lejano que controle.

#### 4.16.3.3. Instalación y Pruebas

En lo que a la instalación se refiere, los detectores del tranvía deberán cumplir los siguientes requerimientos específicos:

- En caso de existir mallazo en la plataforma sobre la que se sitúa la vía, ésta debe estar a una distancia superior a 40 cm por debajo del patín del carril.
  - La distancia entre el centro de la baliza y cualquier tipo de cortocircuito debe ser superior a 0,75 m.
  - Se evitará en todo momento curvaturas de cable de radio inferior al que permite la propia línea.
  - El transporte de los distintos elementos que conforman los detectores del tranvía, deberá ser realizado con sumo cuidado y con los instrumentos adecuados, para que no se doblen o golpeen y así evitar fisuras.
  - Si el detector del tranvía se instala en vía embebida, habrá que asegurarse de que la superficie del material (asfalto, hormigón, etc.) esté ligeramente inclinada, de tal modo que no se formen charcos en las proximidades del detector de paso de tranvía cuando llueva, y no se altere así el comportamiento eléctrico del mismo.
  - Cualquier empalme que se realice al cable de la baliza receptora, tanto si es
-

para prolongarlo, como si es para reparar una rotura, se deberá apantallar y proteger contra la humedad. Una vez que se ha conectado el cable y verificado el funcionamiento de la baliza, se debe aislar el empalme mediante un torpedo.

- La arqueta donde se alojarán las balizas del sistema de detección, se deberá instalar enrasada con la línea de rodadura del tranvía y deberá ser estanca.
- La baliza deberá quedar ajustada a la arqueta y se deberá posicionar con la etiqueta identificativa en la cara superior.
- El módulo receptor que se montará en el regulador de cruce deberá poder instalarse sobre guía carril DIN de 35 mm o mediante fijación por tortillería M5.

En lo referente a las pruebas, los detectores de paso de tranvía deberán cumplir los siguientes requerimientos:

- Deberán ser probados en fábrica, mediante los simuladores correspondientes.
- Tras la instalación de los mismos en campo, se deberá comprobar su correcto funcionamiento.
- Se deberá garantizar de forma previa a su instalación que están sintonizados a la frecuencia de emisión del IMU y que transmiten de forma correcta la detección de presencia de tranvía al regulador del cruce.

#### **4.16.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

## 4.17. CANALIZACIÓN EN CALZADA/ACERA

### 4.17.1. Descripción

Ejecución de canalización en cualquier tipo de terreno enterrada formada por 2 tubos D=63 mm corrugado PE doble capa interior liso color rojo. Todo ello en zanja de 40cm. de ancho y 50cm de profundidad, con colocación sobre cama de arena de los tubos. Incluso demolición de pavimentación existente, excavación en todo tipo de terreno, retirada de escombros a vertedero, relleno de canalización con hormigón HM-20 y reposición de la pavimentación existente. Totalmente terminada, mandrilada, con el hilo guía pasado y sellados los tubos.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

### 4.17.2. Materiales

La zanja contendrá tubos de PEAD u otro material no objeto de esta unidad. Estos tubos reposarán sobre suelo nivelado que se rellenará posteriormente con arena caliza apisonada con tongadas de 0,20 m.

El hormigón será H-20 en refuerzos y solera y cumplirá lo especificado en el presente pliego.

Se utilizarán los materiales y herramientas necesarios para la realización de la zanja según planos así como el posterior relleno de ésta una vez tendida la tubería.

Los rellenos se ejecutarán con material seleccionado procedente de cantera.

Se incluye en esta unidad:

- Replanteo de la conducción.
  - Serrado y/o corte del pavimento existente.
  - Ejecución de la zanja con transporte de sobrantes a vertedero.
  - Cama de asiento de las conducciones.
  - Tubos de PEAD 110 mm.
-

- Refuerzo con hormigón en cruce de calzada.
- Relleno y compactación con arena caliza hasta 20 cm por encima de la generatriz superior de los tubos y cinta señalizadora.
- Relleno y compactación con material seleccionado del resto de la zanja o hasta cota de reposición del firme.
- Reposición del firme existente, a base de solera de hormigón de quince centímetros (15 cm) H-20 y embaldosado en aceras o de veinte centímetros (20 cm) de H-20 y seis (6 cm) de S-12 en calzadas posterior al riego de adherencia.
- Extensión de tierra vegetal en zonas no urbanizadas.

#### **4.17.3. Procedimiento de Ejecución**

Se efectuará una zanja de profundidad mínima 0,5 m y anchura mínima 0,4 m. Estas cotas variarán en función del número de tubos a tender en la zanja y otras necesidades de obra.

Una vez efectuado el correspondiente movimiento de tierras se realizará el nivelado del suelo a lo largo de toda la zanja. Posteriormente, se tenderán los tubos colocados de forma estable y con una separación de los extremos de la zanja de 0,1 m y a una profundidad mínima de 0,40 m respecto a la generatriz superior de los tubos. (El tendido de tubos no es objeto de esta unidad).

A continuación, se rellenará con arena caliza apisonada hasta de 0,20 m por encima de la generatriz.

Se incluye también el transporte de escombros y excedente a vertedero, así como las reposiciones de aceras y pavimentos en la forma descrita en las unidades correspondientes del presente pliego.

#### **4.17.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Metros, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

#### 4.18. ARQUETA

##### 4.18.1. Descripción

La presente unidad comprende la realización de una arqueta registrable de 60x60x60 mm para la canalización de la señalización tranviaria fuera de las realizadas en la multitubular de la plataforma tranviaria.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

##### 4.18.2. Materiales

Se realizará en sección cuadrada.

El marco y la tapa cuadrada serán de fundición reforzada que cerrará la arqueta.

Incluye el taponado de los tubos. Los utilizados, mediante cuerda encebada que rodee el mazo de cables y tapón exterior con pasta aglutinante. Los tubos de reserva se taponarán con cemento.

Se considera todo el material auxiliar necesario para la correcta realización de la arqueta y su perfecto acabado.

Esta unidad incluye:

- Excavación.
- Ejecución de la arqueta incluida cama de asiento, encofrados, pasa-muros, armaduras, hormigón, puesta en obra, tapas, etc.
- Relleno de trasdós con material seleccionado, en el caso de arquetas prefabricadas u hormigonadas a dos caras.
- Reposición de soleras y pavimentos afectados con la excavación.

#### **4.18.3. Procedimiento de Ejecución**

Se realizará con los medios adecuados asegurando la firmeza de la construcción. Se rasará interiormente una vez recibidos los tubos y en su parte superior se recibirá el marco de fundición con masa de manera que quede firmemente fijada.

La ejecución del hormigonado, encofrado y armado se realizará siguiendo las especificaciones de la normativa vigente en el Ecuador, MOP - 001-F 2002.

Una vez terminada la realización completa de la arqueta se repondrá el firme de sus alrededores que haya sido levantado con motivo de su ejecución. Quedando completamente enrasada, al igual que el marco, con la carretera o pavimento.

#### **4.18.4. Medición y Pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **4.19. SWITCH ETHERNET NIVEL 2, 24 PUERTOS CON 2 SFPS LX/LC**

#### **4.19.1. Descripción**

Suministro, transporte, montaje, instalación, configuración, conexión, cableado eléctrico hasta cuadro eléctrico, canalización, conectores y latiguillos necesarios, así como la puesta en servicio, programación y pruebas de un (1) conmutador industrial de Nivel 2 gestionable para instalación en rack de 19" con protección IP 30 dotado de veinticuatro puertos (24) RJ-45 y dos (2) SFPS LX/LC.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### 4.19.2. Materiales

El equipo dispondrá de al menos 6 puertos PoE o en su defecto incorporará los inyectores PoE necesario para completar el número de puertos.

El equipo deberá cumplir con las siguientes características técnicas:

- Interfaces:
  - 2 puertos Gigabit Ethernet
  - 2 puertos combo 10/100/1000BASE-TX RJ 45 más FE/GE-SFP-slot
  - 24 puertos Fast Ethernet, con al menos 4 de ellos dotados con capacidad PoE
  - 16 puertos combo (10/100/1000BASE TX RJ45 o slot FE/GE-SFP)
  - 1 Interfaz V.24, conector RJ-11
  - 1 puerto USB
- Capacidad para implementación de redes:
  - En estrella: No hay restricciones
  - En anillo: 100 switches
- Características eléctricas:
  - Alimentación eléctrica: Fuentes de alimentación redundadas: 120/250 V DC; 110/230 V AC
  - Consumo eléctrico a 110/230 VAC: Fuente de alimentación 1 y 2: 150 mA (35W) max, si todos los puertos están equipados con fibra
- Prestaciones y protocolos implementados:
  - Gestión: Interfaz serie, interfaz web, SNMP V1/V2.
  - Diagnóstico: LEDs, ficheros log, syslog, contactos de relé, RMON, port mirroring 1:1 y n:1, descubrimiento de topología 802.1AB, tester de cables (TX), detección de conflictos de direcciones, detección de error de red, diagnóstico de SFPs (temperatura, entrada óptica y potencia de salida), cambio y almacenamiento de cambios de configuración restringidos, detección duplex de falta de coincidencias.

- 
- Configuración: Comand line interface (CLI), TELNET, BootP, DHCP, HIDiscovery, auto-configuración a través de Puerto USB, servidor DHCP integrado, ARC (Automatic Ring Configuration).
  - Seguridad: Seguridad por puerto (IP und MAC), SNMP V3, SSH, Autenticación (IEEE802.1x), 802.1x Multi-Cliente Autenticación, Asignación Radius VLAN por puerto.
  - Funciones de redundancia: HIPER-Ring, Fast HIPER-Ring, MRP, MSTP, RSTP - IEEE802.1D-2004, MRP y RSTP.
  - Filtrado: QoS 4 Clases, Prioridad (IEEE 802.1D/p), VLAN (IEEE 802.1Q), Voz VLAN, VLAN tagging, Multicast IGMP v1/v2/v3, limitador de tráfico broadcast/multicast, GMRP IEEE 802.1D.
  - Perfiles industriales: EtherNet/IP y PROFINET
  - Sincronización horaria: a través de servidor NTP.
  - Control de flujo: Control de Flujo 802.3x, Prioridad por Puerto 802.1D/p, Prioridad (TOS/DIFFSERV), Prio (MAC/IP), Prio Mapping (TOS Layer2), Traffic Shaping (Unicast, Multicast, Broadcast), Ingress / Egress
- Características ambientales:
    - Temperatura de operación: -40 °C - 85 °C
    - Temperatura de almacenamiento/transporte: -40 °C - 85 °C
    - Humedad relativa (sin condensación) 10 % - 95 %
  - Características físicas:
    - Dimensiones: 445 mm x 44 mm x 308 mm
    - Protección IP 30
    - Peso aproximado: 5Kg
  - Normativa:
    - Estabilidad mecánica:
      - ~ IEC 60068-2-27 shock: 15 g, 11 ms duración, 18 shocks
      - ~ IEC 60068-2-6 vibration: 1 mm, 2 Hz-13.2 Hz, 90 min.; 0.7g, 13.2 Hz-100 Hz, 90 min.; 3.5 mm, 3 Hz-9 Hz, 10 ciclos, 1 octavo/min.; 1 g, 9 Hz-150 Hz, 10 ciclos, 1 octavo/min.
-

- Inmunidad de interferencias electromagnéticas:
  - ~ EN 61000-4-2 descarga electrostática (ESD): 8 kV descarga por contacto, 15 kV descarga por aire
  - ~ EN 61000-4-3 campo electromagnético: 35 V/m (80-2700 MHz); 1 kHz, 80% AM
  - ~ EN 61000-4-4 burst: 4 kV línea de alimentación, 4 kV línea de datos
  - ~ EN 61000-4-5 línea de alimentación de alterna: 2 kV (línea/tierra), 1 kV (línea/línea), 1 kV línea de datos IEEE1613: línea de alimentación 5 kV (línea/tierra)
  - ~ EN 61000-4-6 Inmunidad conductiva
  - ~ EN 61000-4-16 frecuencia y voltaje de la red eléctrica
- Inmunidad de emisiones electromagnéticas:
  - ~ EN 55022 EN 55022 Clase A
- Este equipo vendrá dotado con dos (2) interfaces SFP LX/LH.

#### **4.19.3. Procedimiento de Ejecución**

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

El equipo se alojará en rack de 19", empleando los materiales y accesorios proporcionados por el fabricante. Se alimentará a 100-120 Vac (empleando en su caso los rectificadores o equipos necesarios), conectándose a un circuito con alimentación eléctrica protegida por SAI.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

#### **4.19.4. Medición y pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

#### 4.20. CABLE DE 8 F.O. MULTIMODO

##### 4.20.1. Descripción

Suministro y tendido por bandeja y canalización existente de una (1) manguera de ocho (8) fibras ópticas multimodo OM-3.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

##### 4.20.2. Materiales

Cable de ocho (8) fibras ópticas multimodo OM-3.

La fibra óptica deberá cumplir o exceder los requerimientos OM-3 según ISO 11801 / EN50173. Deberá satisfacer las siguientes especificaciones:

PARÁMETRO	CONDICIONES	LONGITUD DE ONDA	VALOR
Atenuación		850 nm	$\leq 3,0$ dB/Km
		1.300 nm	$\leq 1,0$ dB/Km
Ancho de banda	Overfilled launch bandwidth	850 nm	$\geq 1.500$ MHz*Km
		1300 nm	$\geq 500$ MHz*Km
	Effective laser launch bandwidth	850 nm	$\geq 2.000$ MHz*Km
Diámetro del núcleo			$50 \pm 3,0$ $\mu$ m
Diámetro del			$125 \pm 2,0$ $\mu$ m
Apertura numérica			$0,2 \pm 0,015$

**Tabla 1 Especificaciones de la fibra óptica OM-3**

El cable de fibra deberá cumplir las siguientes características técnicas:

- Cable totalmente dieléctrico.
- Las fibras y las protecciones que las contienen deberán estar coloreadas mediante un código de colores.

- Cubierta con características ignífugas y halógenos LSZH (Low Smoke Zero Halogen), de acuerdo con las siguientes normativa:
  - Retardante a la llama (IEC 60332).
  - Baja emisión de humos (IEC 61034).
  - Baja toxicidad y corrosividad de los humos (IEC 60754).
  - Bajo contenido de halógenos (IEC 60754).
- Rango de temperaturas: -60°C a +85°C.
- Construcción válida para aplicaciones interior/exterior.

La Dirección de Obra realizará dos tipos de verificación para poder aceptar todos los elementos que forman la instalación del cable de fibra óptica. Estas verificaciones corresponderán a la verificación del cable de fibra óptica y a la verificación de la instalación.

Antes de realizar las pruebas de aceptación en fábrica, el suministrador habrá realizado los ensayos por su cuenta con unos niveles de muestreo cercanos al 100% de bobinas, según se habrá establecido en el Plan de Control de Calidad.

#### **4.20.3. Procedimiento de Ejecución**

En el momento de la instalación de la manguera de fibra deberán tenerse ciertas precauciones:

- El cable deberá tratarse con cuidado, evitando siempre su compresión, estiramiento y/o retorcimiento.
- Deberá preverse que su instalación sea de una sola tirada.
- Se aconseja instalar siempre un cierto exceso de cable enrollado en los extremos con un radio de curvatura adecuado.
- El cable de fibra óptica deberá estirarse de los fiadores centrales o de los elementos de protección, evitando siempre el estirado de la fibra óptica o su cubierta exterior.
- El tendido del cable de fibra óptica se realizará desenrollarlo de las bobinas en forma de “8” para evitar el doblado del cable.

#### **4.20.4. Medición y pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Metros, con aproximación a dos decimales.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

#### **4.21. PATCH PANNEL DE F.O. MULTIMODO DE 8 PUERTOS Y PATCH CORDS DE F.O. MM**

##### **4.21.1. Descripción**

Suministro, transporte, montaje, instalación, conexionado, accesorios, etiquetado y pruebas de un (1) repartidor de fibra óptica multimodo para montaje en rack para un mínimo de ocho (8) conectores, donde se conectorizará la manguera de fibra óptica multimodo. Incluso pig-tails de F.O. multimodo y empalmes necesarios.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

##### **4.21.2. Materiales**

Repartidor de fibra óptica multimodo para un mínimo de ocho (8) conectores compacto, enrackables en mecánica de 19" y de 1UA. Dicho repartidor incluirá una parte de empalmes y otra de conectorización, todo incluido en el repartidor de 1UA, donde se conectorizará la manguera de fibra óptica multimodo.

El repartidor deberá cumplir las siguientes especificaciones técnicas:

- Módulo para ocho (8) fibras ópticas para instalación en caja mural
- Capacidad para al menos ocho (8) conectores de fibra óptica SC/PC.
- La caja dispondrá de capacidad para ocho (8) empalmes de fibra óptica entre los cables de entrada y los latiguillos de fibra óptica a los conectores

- La entrada de los cables multifibra se deberá realizar mediante elementos prensaestopas
- Incluirá todo el material (kit) necesario para la conexión.
- Cumplirá o excederá los requerimientos de ISO 11801 / EN50173.
- Incluirá el etiquetado de los puertos.
- La Dirección de Obra realizará dos tipos de verificación para poder aceptar todos los elementos que forman la instalación del cable de fibra óptica. Estas verificaciones corresponderán a la verificación del cable de fibra óptica y a la verificación de la instalación.

La normativa para esta verificación será las normas EN, IEC / CEI y CCITT que sean de aplicación.

#### **4.21.3. Procedimiento de Ejecución**

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente.

Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

La instalación del equipo se realizará en pared, empleando los materiales y accesorios proporcionados por el fabricante. No se permitirá el uso de elementos de conectorización usados. Todo el equipamiento auxiliar óptico deberá ser rigurosamente nuevo.

Los latiguillos de conexión se deberán tender por los elementos de guiado adecuados. Los latiguillos se encintarán mediante el elemento más apropiado, de forma que queden instalados en mazos ordenados. En ningún caso sufrirán tensiones mecánicas excesivas o radios de curvatura excesivamente pequeños que puedan hacer poco fiable la instalación.

#### **4.21.4. Medición y pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

## 4.22. MEDIDA DE REFLECTOMETRÍA BIDIRECCIONAL Y POTENCIA SOBRE 1 F.O. MULTIMODO

### 4.22.1. Descripción

Realización de una (1) medición de reflectometría bidireccional, con OTDR, de una sección de fibra óptica multimodo y una (1) medición de potencia de la fibra óptica multimodo, realizadas ambas en segunda y tercera ventana.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

### 4.22.2. Materiales

Incluso ficha (y gráfica) de resultados de la medida, pequeño material y accesorios necesarios para la realización del trabajo. Las medidas a realizar corren a cuenta del Contratista y podrán ser internas o externas. Las mediciones se realizarán en el 100% de las secciones y empalmes afectados por el tendido. Al final de las mismas, serán entregadas a la Dirección de Obra en papel y en formato digital.

### 4.22.3. Procedimiento de Ejecución

Las medidas a realizar serán las siguientes:

Medidas de atenuación para segunda y tercera ventana. Se medirá la diferencia de niveles a la entrada y a la salida de la fibra bajo prueba. Para ello se utilizará una fuente y un medidor de potencia óptica.

Medidas de retroesparcimiento realizadas con ecómetros ópticos (OTDR, *Optical Time Domain Reflectometer*) trabajando en segunda y tercera ventana. Estas medidas permitirán evaluar la continuidad de la fibra, detectar defectos y medir empalmes. El índice de refracción a introducir en el aparato de medida es 1,465 (o el especificado por el fabricante).

---

### Medición de atenuación

El valor de atenuación obtenido deberá ser menor al valor obtenido con la siguiente fórmula:

$$A=L \cdot \alpha_T + N_e \cdot \alpha_E + N_c \cdot \alpha_C$$

A: Atenuación máxima de la sección.

L: Longitud de la fibra (Km).

$\alpha_T$ : Atenuación máxima por Kilómetro de la fibra:

Fibra G.652: 0,40 dB/Km para 2ª ventana-1310 nm; 0,35 dB/Km para 3ª ventana-1550 nm.

$N_e$ : Numero de empalmes en el tramo medido.

$\alpha_E$ : Atenuación media máxima por empalme permitida (0,1 dB).

$N_c$ : Número de conectores.

$\alpha_C$ : Atenuación media máxima por conector permitida (0,6 dB).

### Pruebas reflectométricas

#### Medidas de tramo

Normalmente no será posible la realización de la medida de la atenuación en el total del tramo medido. Se deberá dar el valor de la atenuación kilométrica entre los puntos más alejados que presenten un comportamiento lineal dentro del tramo.

Si se dieran varias pendientes a lo largo del tramo medido se deberá dejar constancia de este hecho, lo mismo que si se diese la aparición de algún punto singular. Se analizarán las posibles causas de estos puntos singulares.

Los valores máximos para estas medidas son para fibra G.652:

2ª ventana (1310 nm): 0,40 dB/Km.

3ª ventana (1550 nm): 0,35 dB/Km.

#### Medidas de empalme

---

La medida se realizará para el 100% de las fibras empalmadas y en las dos ventanas, siendo el valor de la atenuación del empalme la media de la atenuación en ambos sentidos.

La media de la atenuación de ambos sentidos no superará los **0,1 dB**, pudiéndose admitir hasta un valor máximo de **0,2 dB** en un 10% de los empalmes.

La media de la atenuación en el conjunto de cada circuito no superará en ningún caso los **0,1 dB / empalme**. Esta media de atenuación por circuito se obtendrá a partir de las medias calculadas para cada empalme existente en dicho circuito.

#### Medidas de los conectores

La medida se realizará para el 100% de los conectores, para las dos ventanas y en los dos sentidos.

Se medirá la pérdida de inserción del conjunto conector-adaptador (hembra)-conector y el empalme asociado al pigtail de este último.

La medida de la atenuación de ambos sentidos no superará los **0,6 dB**, pudiéndose admitir hasta un valor máximo de **0,75 dB** en un 10% de los conectores (en el caso de conectorizar todo el extremo del cable).

La media de la atenuación en el conjunto de cada circuito no superará en ningún caso los **0,6 dB / conector**. Esta media de atenuación por circuito se obtendrá a partir de las medias calculadas para los dos conectores.

#### 4.22.4. Medición y pago

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

#### 4.23. CONVERTOR CABLE UTP - F.O. PARA ETHERNET CON DOS PUERTOS DE F.O.

##### 4.23.1. Descripción

Suministro, transporte, montaje, instalación, configuración, conexionado, cableado eléctrico hasta cuadro eléctrico, canalización, conectores y latiguillos necesarios, así como la puesta en servicio, programación y pruebas de un (1) conversor de medio cobre-fibra óptica monomodo/multimodo con dos (2) puertos en fibra.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

##### 4.23.2. Materiales

El conversor de medio con dos interfaces ópticas deberá cumplir las siguientes características técnicas:

- Interfaces eléctricas:
    - Tipo de señal: Switch con 3 puertos IEEE 802.3u100Base-TX (Fast Ethernet)
    - Tasa de transmisión de datos: 10 / 100 / Mbits/s
    - Modo de operación: Full Duplex o Half-duplex
    - Consumo: 250mA
    - Alimentación: 12Vcc
  - Formato y dimensiones:
    - Formato Stand Alone con dimensiones aproximadas de: 128x39x160 mm
  - Condiciones ambientales:
    - Temperatura almacenamiento: -55 °C ~ 85 °C
    - Temperatura de trabajo: -20°C ~70°C
    - Humedad: 95% (sin condensación)
    - MTBF: 100.000 horas
  - Interfaces ópticas:
-

- Dos (2) interfaces en F.O. MM/SM en la longitud de onda de 1310nm (2x50/125 o 2x62.5/125)/(2x9/125)
- Dos (2) conectores SC
- Pérdidas máximas: 14dB (4Km)/18dB(40Km)

#### **4.23.3. Procedimiento de Ejecución**

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia. El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

El cableado y latiguillos se deberán tender por los elementos de guiado de cables de los armarios. Se encintarán mediante el elemento más adecuado, de forma que queden instalados en mazos ordenados. En ningún caso sufrirán tensiones mecánicas excesivas o radios de curvatura excesivamente pequeños que puedan hacer poco fiable la instalación.

Una vez instalado con todos los elementos y accesorios asociados, se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema completo.

#### **4.23.4. Medición y pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

## 5. VARIOS

### 5.1. SERVIDOR

#### 5.1.1. Descripción

Suministro, transporte, montaje, instalación, configuración, conexasión, cableado eléctrico hasta cuadro eléctrico, canalización, conectores y latiguillos necesarios, así como la puesta en servicio, programación y pruebas de un (1) servidor instalable en rack de 19”.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### 5.1.2. Materiales

A continuación se describen las características técnicas que deberán cumplir los servidores a instalar en la sala técnica del puesto de mando del Tranvía de Cuenca.

El servidor especificado deberá incorporar los siguientes componentes:

- Procesador quad-core Intel® Xeon® E5606 o similar (2.13 GHz, 8 MB L3 cache, 80 W, DDR3-1066)
- Memoria RAM: 4 GB (2 x 2 GB) PC3-10600R (running at 1066 MHz) Registered DIMMs (RDIMMs)
- Interfaces: 6 puertos Gigabit Ethernet:
- Instalación en armario rack perfil 19”, altura 2U

Adicionalmente deberá cumplir las siguientes características técnicas:

- Especificaciones eléctricas:
  - Requisitos de entrada (fuente alimentación 460 W). Opciones: 100 a 120 Vac, 200 a 240 Vac. Frecuencia 50-60 Hz
  - Consumo: 526 W (a 100 VAC), 505 W (a 200 VAC)
  - BTU (British Thermal Unit): 1794 BTU/h (a 100 VAC), 1725 BTU/h (a 200 VAC)

- Especificaciones mecánicas:
  - Dimensiones (altura x anchura x profundidad): 8.59 x 44.54 x 69.22 cm
  - Especificaciones ambientales
  - Temperatura en operación: 10 °C a 35 °C
  - Almacenamiento: -30 °C a 60 °C
  - Humedad relativa:
    - ~ *En funcionamiento: 10 a 90% a 28 °C, sin condensación*
    - ~ *No en funcionamiento: 5 a 95% a 38.7 °C sin condensación*

### **5.1.3. Procedimiento de Ejecución**

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia.

El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

El equipo se alojará en rack de 19", empleando los materiales y accesorios proporcionados por el fabricante. Se alimentará a 100 -120 Vac (empleando en su caso los rectificadores o equipos necesarios), conectándose a un circuito con alimentación eléctrica protegida por SAI.

El cableado y latiguillos se deberán tender por los elementos de guiado de cables de los armarios. Se encintarán mediante el elemento más adecuado, de forma que queden instalados en mazos ordenados. En ningún caso sufrirán tensiones mecánicas excesivas o radios de curvatura excesivamente pequeños que puedan hacer poco fiable la instalación.

Los latiguillos de cobre empleados cumplirán o excederán la categoría 6A UTP según TIA/EIA 568B.2-1, ISO/IEC 11801.

### **5.1.4. Medición y pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

---

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

## 5.2. PUESTO DE OPERACIÓN

### 5.2.1. Descripción

Suministro, transporte, montaje, instalación, configuración, conexas, cableado eléctrico hasta cuadro eléctrico, canalización, conectores y latiguillos necesarios, así como la puesta en servicio, programación y pruebas de un (1) puesto de trabajo (PC) con posibilidad de instalación en rack de 19”.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

### 5.2.2. Materiales

En este apartado se describen las especificaciones técnicas que deberán cumplir las estaciones de trabajo para los operadores del puesto de mando:

- Componentes:
  - Mínimo procesador Intel Xeon E3-1240 3.3 GHz, 8Mb caché, 4 núcleos
  - Mínimo 250Gb de Disco duro SATA
  - DVD +/- R1 SATA
  - Memoria RAM DDR3 de 4GB
  - Tarjeta gráfica dedicada de al menos 768Mb
  - Tarjeta de red 10/100/1000 redundada
- Especificaciones eléctricas:
  - Fuente de alimentación personalizada de 475W
  - Rango de Tensión de funcionamiento: 90-269 VCA
  - Rango de tensión nominal: 100-240 VCA

- Frecuencia de línea de tensión: 50/60 Hz
- Rango de frecuencia de línea en funcionamiento: 47-66 Hz
- Corriente de entrada nominal:
  - ~ 10 A, de 100-127 VCA
  - ~ 6 A, de 200-240 VCA
- Consumo de energía en modo suspendido: <5W
- Especificaciones mecánicas: Dimensiones aproximadas: 16.8x45.6x45 cm
- Especificaciones ambientales
  - Temperatura:
    - ~ En funcionamiento: 5°C a 35°C
    - ~ En reposo: -40°C a 60°C
  - Humedad:
    - ~ En funcionamiento: 8 al 85 %
    - ~ En reposo: 8 al 90 %

### **5.2.3. Procedimiento de Ejecución**

La entrega y almacenamiento de los materiales se realizará en los embalajes del fabricante, que deberán estar etiquetados convenientemente. Se mantendrán stocks de los materiales y equipos almacenados en obra en forma ordenada y limpia.

El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

El equipo se alojará en rack de 19", empleando los materiales y accesorios proporcionados por el fabricante. Se alimentará a 100-120 Vac (empleando en su caso los rectificadores o equipos necesarios), conectándose a un circuito con alimentación eléctrica protegida por SAI.

El cableado y latiguillos se deberán tender por los elementos de guiado de cables de los armarios. Se encintarán mediante el elemento más adecuado, de forma que queden instalados en mazos ordenados. En ningún caso sufrirán tensiones mecánicas excesivas o radios de curvatura excesivamente pequeños que puedan hacer poco fiable la instalación.

Los latiguillos de cobre empleados cumplirán o excederán la categoría 6A UTP según TIA/EIA 568B.2-1, ISO/IEC 11801.

#### **5.2.4. Medición y pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

### **5.3. MONITORES PARA LAS CPUS**

#### **5.3.1. Descripción**

Suministro, transporte, montaje, instalación, configuración, conexionado, cableado eléctrico hasta cuadro eléctrico, canalización, conectores y latiguillos necesarios, así como la puesta en servicio, programación y pruebas de un (1) conmutador (switch) con funcionalidades de nivel 2 para la red local del Puesto de Mando con cuarenta y ocho (48) puertos.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### **5.3.2. Materiales**

Los monitores para los puestos de operador deberán cumplir las siguientes características técnicas:

- Especificaciones eléctricas
  - Rango de tensión nominal: 110-230 VCA
  - Frecuencia de línea de tensión: 50/60 Hz
  - Potencia en tensión nominal: 40 W en funcionamiento, 3 W en espera
  - Formato de sincronización: Independiente (sinc. H/V)
  - Pantalla LCD: LCD TFT



- Área de la imagen visible: 21 pulgadas
- Paso de píxel (H x V): 0.294 x 0.294 mm
- Resolución: Hasta 1280 x 1024
- Relación ancho/alto: 5:4
- Colores de pantalla: Interfaz de 8 bits; 16.7 millones de colores
- Tiempo de respuesta: 5ms
- Retroiluminación: Cuatro (4) tubos fluorescentes de cátodo frío, vida media de 50.000 horas
- Características ópticas de la pantalla LCD
  - Luminancia: 300 cd/m<sup>2</sup>, tratamiento de capa dura antirreflejante
  - Relación de contraste: 800:1
  - Ángulo de visión: 160°/160°
- Entradas
  - Entrada de PC: RGB analógica: 0.7 Vpp (0.5-1Vrms)
  - Entradas de vídeo: VGA o DVI
- Especificaciones mecánicas
  - Montaje en pared compatible con soporte estándar
  - Material: Plástico ABS
- Dimensiones
  - Monitor con base: 430 x 428 x 200 mm
  - Peso con base 5.9 kg
- Especificaciones ambientales
  - Temperatura de funcionamiento: De 0°C a 40°C
  - Temperatura en reposo: de -20°C a 60°C
  - Humedad máxima: 90% sin condensación

### **5.3.3. Procedimiento de Ejecución**

El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

El equipo se instalará sobre un soporte adecuado, según planos, y se conectará al KVM correspondiente.

El cableado y latiguillos se deberán tender por los elementos de guiado de cables de los armarios. Se encintarán mediante el elemento más adecuado, de forma que queden instalados en mazos ordenados. En ningún caso sufrirán tensiones mecánicas excesivas o radios de curvatura excesivamente pequeños que puedan hacer poco fiable la instalación.

Los equipos se instalarán de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto.

### **5.3.4. Medición y pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.

## **5.4. KVM OPERADORES 1 PANTALLA**

### **5.4.1. Descripción**

Suministro, transporte, montaje, instalación, configuración, conexionado, cableado eléctrico hasta cuadro eléctrico, canalización, conectores y latiguillos necesarios, así como la puesta en servicio, programación y pruebas de un (1) conmutador (switch) con funcionalidades de nivel 2 para la red local del Puesto de Mando con cuarenta y ocho (48) puertos.

La normativa que deberá cumplir el equipamiento indicado queda reflejada en el presente capítulo así como en el capítulo relativo a normativa de referencia del presente documento (capítulo 2- Normativa de Referencia).

#### **5.4.2. Materiales**

- El equipo KVM con capacidad para una pantalla deberá cumplir las siguientes especificaciones técnicas generales:
- Extensión de vídeo DVI-D (enlace simple) empleando tecnologías de compresión.
- Profundidad de color: 24-bit
- Resoluciones DVI-D hasta 1920x1200 60 Hz (también 1080p o 2K: 2048x1152) soportados hasta en las máximas distancias.
- Distancias máximas soportadas:
  - Cableado UTP: hasta 120 metros
  - F.O. Multimodo: 400 metros
  - F.O. Monomodo: 10 km
- Soporte por defecto de hasta dos dispositivos USB HID (por cabeza de vídeo). Opcionalmente soporte adicional de dispositivos HID adicionales
- Salidas de vídeo múltiples (opcional): Dual, triple o cuátriple
- Puertos:
  - Interfaz DVI-D simple
  - Interfaces USB HID (4 puertos)
  - Puerto Serie
  - Audio analógico
- Formato compacto instalable en rack a través de kit de montaje
- Fuente de alimentación redundante (opcional)
- Compatible con todos los sistemas operativos

#### **5.4.3. Procedimiento de Ejecución**

El almacenamiento de los materiales deberá realizarse en locales secos, separados del suelo y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán las tarjetas de identificación hasta el momento de su instalación.

---

El equipo se instalará sobre un soporte adecuado, según planos, y se conectará bien a los periféricos correspondientes o bien a la CPU instalada en rack, según proceda.

El cableado y latiguillos se deberán tender por los elementos de guiado de cables de los armarios. Se encintarán mediante el elemento más adecuado, de forma que queden instalados en mazos ordenados. En ningún caso sufrirán tensiones mecánicas excesivas o radios de curvatura excesivamente pequeños que puedan hacer poco fiable la instalación.

Los equipos se instalarán de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto.

#### **5.4.4. Medición y pago**

Para el rubro replanteo la unidad de medida será en Unidades.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

El pago se realizará de acuerdo con la cantidad real ejecutada medida en el terreno, aprobada por la Fiscalización y según el precio unitario contractual.