

6 SISTEMAS DE CONTROL DE TRÁNSITO

Cuando a lo largo de una zona de trabajos o en tramos de ella, sólo es posible permitir la circulación de vehículos en un sentido, en forma alternada, se debe asegurar que exista una coordinación tal en el derecho de paso que evite accidentes y demoras excesivas. Ello se logra mediante sistemas de control de tránsito.

6.1 Función

El sistema de control de tránsito debe:

- a) otorgar derecho de paso alternadamente;
- b) asegurar que al otorgar derecho de paso en un sentido, el tramo se encuentre despejado de vehículos que transiten en sentido contrario, y
- c) evitar la generación de demoras excesivas al tránsito, cualquiera sea el sentido de circulación, ya que éstas son un estímulo al no respeto de las indicaciones del sistema.

6.2 Clasificación

Según su tipo los sistemas se clasifican en:

- a) Señales PARE / SIGA
- b) Semáforos

6.3 Emplazamiento

Los elementos del sistema que indican a los conductores el derecho de paso o la obligación de detenerse – PARE / SIGA o Semáforo - deben ubicarse en los extremos del tramo en que se utiliza el tránsito en un sentido. En dichos extremos, la calzada disponible debe permitir la circulación en ambos sentidos simultáneamente.

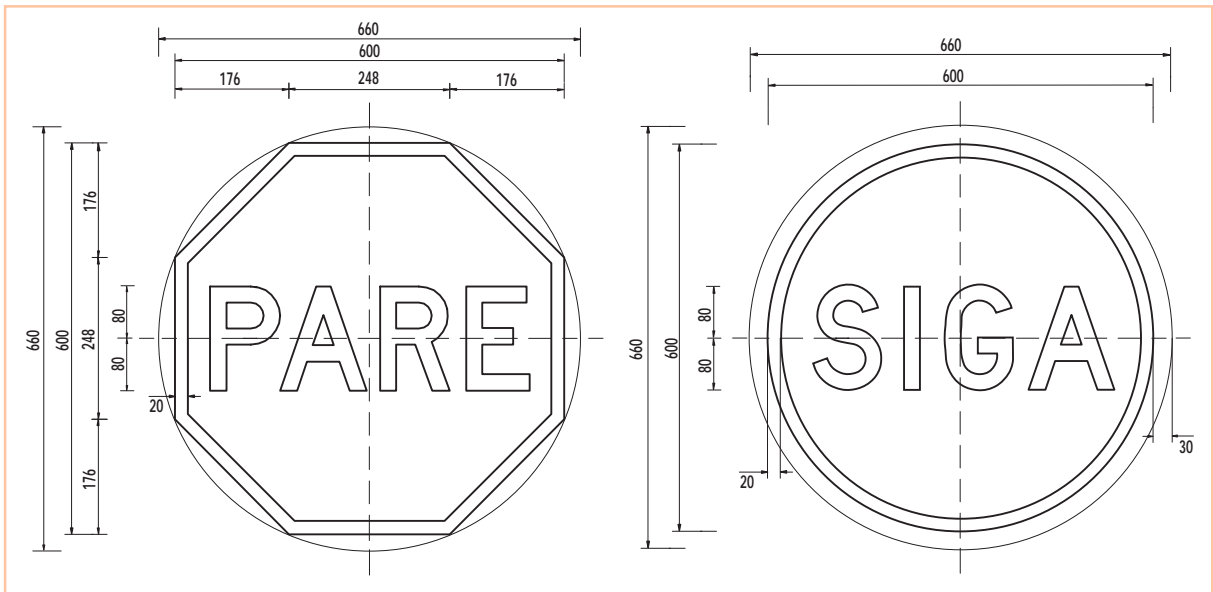
6.4 Control PARE / SIGA

En este sistema de control de tránsito, personal de la obra - trabajadores comúnmente llamados Bandereros - otorgan el derecho de paso alternado, utilizando la señal PARE / SIGA. Ver Figura 6-1.

Figura 6-1



6.4.1 Señal PARE / SIGA



Esta señal debe ser indeformable por la acción del viento u otros factores. Sus colores de fondo son verde en la cara donde se ubica la palabra SIGA y rojo en aquella que lleva la leyenda PARE, mientras que ambos textos son blancos. Estos colores deben cumplir **siempre** con los niveles mínimos de retrorreflexión que se entregan en la Tabla 6-1, cuyos ángulos de entrada y de observación corresponden a los definidos en la Norma ASTM D 4956 - 95, o en la Tabla 6-2, en la que los ángulos corresponden a los definidos en la Norma DIN 67 520 89.

Tabla 6-1

Niveles Mínimos de Retrorreflexión
(Cd / lx m²)

Ángulo		Colores		
Entrada	Observación	Blanco	Verde	Rojo
-4°	0,2°	112,0	14,4	22,4
-4°	0,5°	48,0	7,2	12,0
30°	0,2°	48,0	5,6	9,6
30°	0,5°	24,0	3,6	4,8

Tabla 6-2

Niveles Mínimos de Retrorreflexión
(Cd / lx m²)

Ángulo		Colores		
Entrada	Observación	Blanco	Verde	Rojo
5°	0,20°	128,0	14,4	23,2
5°	0,33°	96,0	11,2	16,0
5°	2,00°	6,4	1,0	1,2
30°	0,20°	54,4	5,6	9,6
30°	0,33°	46,4	4,8	6,4
30°	2,00°	3,8	0,4	0,6
40°	0,20°	17,6	2,4	1,2
40°	0,33°	17,6	1,6	1,8
40°	2,00°	2,2	0,4	0,4

6.4.2 Banderero

En el sistema de control PARE / SIGA el Banderero es responsable de la seguridad de los usuarios de la vía, por lo que debe ser seleccionado cuidadosamente, debiendo cumplir, a lo menos, con los siguientes requisitos:

- a) Haber aprobado la Educación Básica
- b) Haber aprobado un curso que lo habilite como Banderero, y
- c) Poseer visión y audición compatibles con sus labores, aceptándose que estos aspectos puedan estar corregidos por dispositivos tales como lentes o audífonos.

El banderero debe ser siempre visible para todos los conductores, por ello debe usar permanentemente la vestimenta especificada en la Sección 7 de este Capítulo.

Debe ubicarse frente al tránsito que se acerca al área de actividad. Su puesto de trabajo debe situarse fuera de la calzada y detrás de barreras u otros elementos de segregación, excluidos conos y cilindros.

Durante la noche el puesto de trabajo debe iluminarse apropiadamente.

La velocidad máxima permitida en la vía, en el sector donde se ubica el Banderero, nunca debe superar los 50 km/hr.

6.4.3 Operación del Sistema

La duración del derecho de paso en cada sentido de circulación debe ser determinada sólo por uno de los Bandereros, el que tiene la misión de coordinar los movimientos vehiculares y es responsable de la operación general. Cuando no exista visibilidad directa entre los Bandereros, lo que puede ocurrir durante la noche, ante la presencia de neblina y en otros casos de visibilidad reducida, se deben utilizar equipos de radiotelefonía u otros que garanticen la comunicación entre ellos.

Para indicar a los conductores si deben avanzar o detenerse, el Banderero debe realizar los siguientes pasos:

- **Detención del tránsito.** El Banderero debe ubicarse de frente a los conductores que deben detenerse, con la paleta en posición vertical enfrentando a éstos con la señal PARE. Cuando se hayan detenido los primeros vehículos, puede dejar la paleta en un soporte adecuado, que la mantenga siempre en posición vertical y con la señal PARE hacia dichos conductores.
- **Permitido avanzar.** El Banderero girará la paleta hasta que la señal SIGA enfrente a los conductores detenidos. Cuando los primeros vehículos hayan avanzado, puede dejar la paleta en un soporte adecuado que la mantenga siempre en posición vertical y con la señal SIGA hacia los conductores.

6.5 Semáforos

El sistema de control con semáforos se recomienda en aquellos tramos donde, por distancia u otras condiciones especiales, no exista contacto visual entre los extremos. También se utiliza para controlar intersecciones de la zona de trabajos con otras vías.

Los semáforos deben cumplir lo estipulado en el Capítulo 4 de este Manual, con las siguientes excepciones:

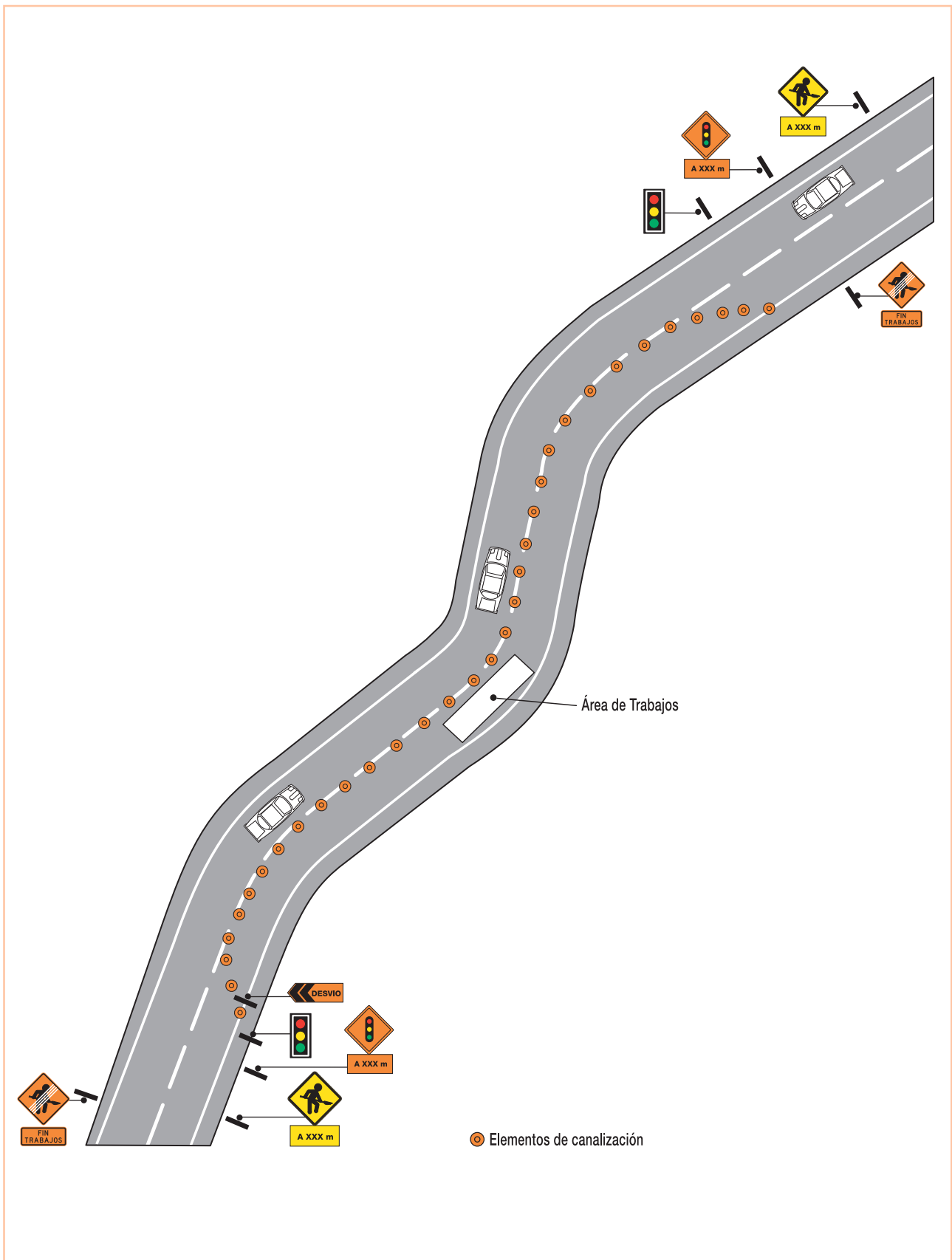
- a) Su instalación se justifica fundamentalmente en función de las características de la zona de trabajos, por lo que uno o más de los criterios definidos para justificar semáforos permanentes puede no aplicarse.
- b) La altura mínima –medida desde el nivel del terreno hasta la parte inferior del cabezal- es de 1.5 m.
- c) El semáforo debe desenergizarse cuando su operación no sea necesaria.

Para asegurar que el tramo se encuentra despejado de vehículos, antes de otorgar derecho de paso en un sentido, el sistema de control con semáforos también puede utilizar bandereros, los que en estos casos realizan labores de coordinación, control y operación del dispositivo.

Se recomienda instalar dos cabezales en cada extremo del tramo, esto asegura el correcto funcionamiento del sistema, aun cuando una de las lámparas deje de operar, por quema de sus luces u otras circunstancias.

En la Figura 6-2 se muestra, a modo de ejemplo, una zona de trabajos controlada por semáforo.

Figura 6-2



7 ELEMENTOS PARA AUMENTAR VISIBILIDAD DE TRABAJADORES Y VEHÍCULOS

En toda zona de trabajos, es necesario que el accionar de los trabajadores y vehículos de la obra sea percibido por los conductores con anticipación, especialmente en la noche y en períodos de visibilidad reducida. Esto exige la utilización de elementos luminosos o que retrorreflecten la luz proyectada por los focos de los vehículos y que garanticen un alto grado de contraste con el entorno.

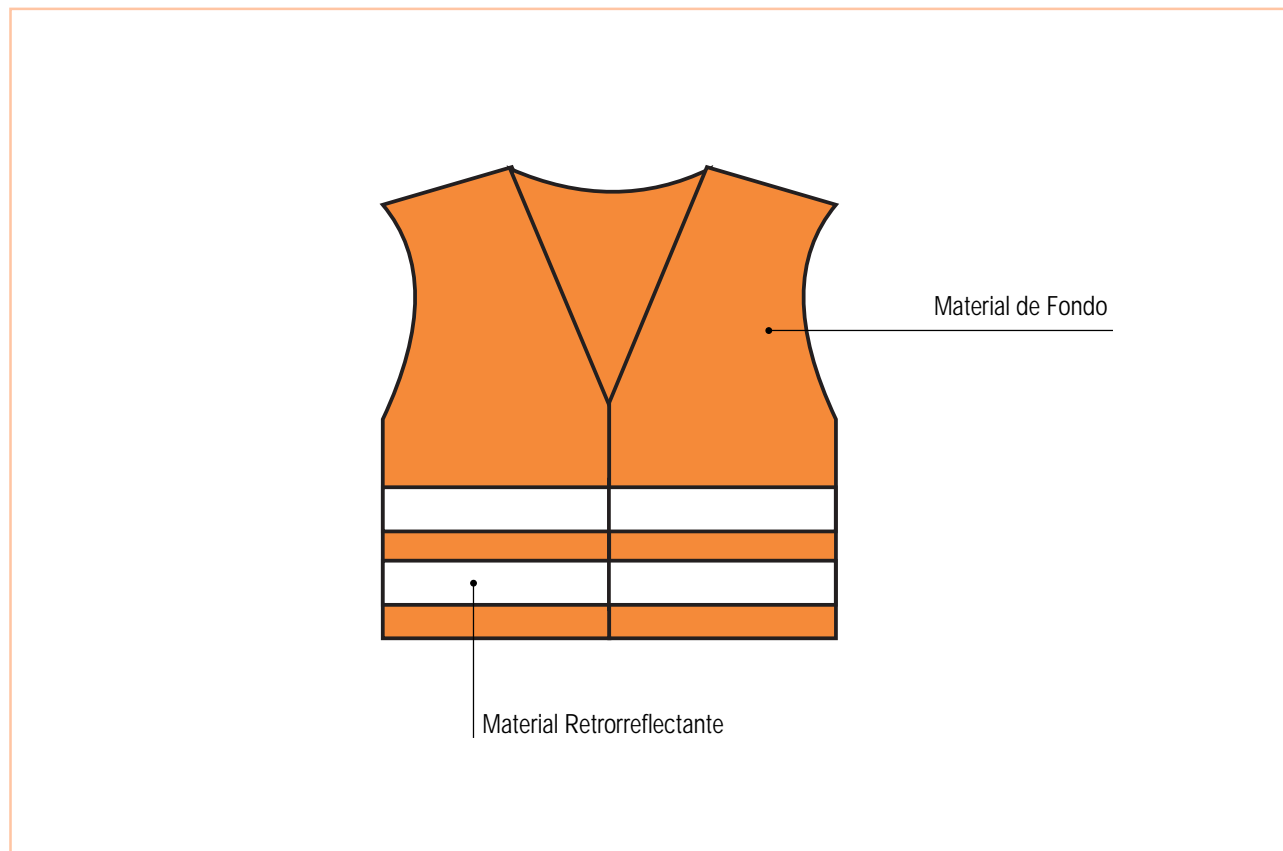
En esta sección se detallan los estándares mínimos requeridos para los materiales de alta visibilidad que se deben usar en la indumentaria de todo el personal y vehículos presentes en la obra.

7.1 Vestimenta de Trabajo de Alta Visibilidad

La vestimenta de trabajo de alta visibilidad está destinada a destacar visualmente la presencia de un trabajador, con el fin de que éste, en cualquier circunstancia, sea apropiada y oportunamente percibido.

Dicha vestimenta está compuesta por una parte fluorescente, o fondo, y otra de material retrorreflectivo. Ver Figura 7-1. La porción fluorescente de la prenda tiene la función de destacarla durante el día, cuando existe baja luminosidad y los vehículos pueden llevar sus focos apagados, como ocurre al amanecer, al atardecer, cuando llueve o nieva. La parte retrorreflectiva destaca la prenda cuando los vehículos llevan sus focos encendidos durante la noche y otros períodos de oscuridad.

Figura 7-1



7.1.1 Clasificación

Según el grado de visibilidad que otorga y el área que cubre, la vestimenta de trabajo que debe utilizar el personal que labora o permanece en la obra se clasifica en:

- a) **Clase I:** Corresponde a las vestimentas que se pueden utilizar en:
 - zonas de trabajos donde el entorno no sea complejo; esto es, que la visibilidad de la persona no se encuentre comprometida por otros elementos
 - donde exista una separación amplia entre el lugar en que se realizan los trabajos y el tránsito vehicular, o haya segregación física continua entre ellos
 - donde la velocidad máxima permitida en la zona de trabajos no supere los 40 km/hr, por ejemplo, trabajos en la acera

- b) **Clase II:** Esta clase de vestimenta se debe utilizar en:
 - situaciones en las cuales el entorno de la zona de trabajos sea complejo, como ocurre en regiones de clima lluvioso o con frecuente neblina
 - sectores de trabajos donde la velocidad máxima permitida sea superior a 40 km/hr e inferior a 80 km/hr
 - en trabajos que tengan lugar en o muy cerca del tránsito vehicular y no exista segregación física continua entre ellos

- c) **Clase III:** Esta vestimenta se debe utilizar en:
 - zonas de trabajos con velocidades máximas permitidas superiores a 80 km/hr
 - donde los vehículos que operan en la obra sean de tal dimensión y peso que constituyan un riesgo para el resto de los trabajadores de la obra
 - labores de control de tránsito en la obra, vale decir por los Bandereros

Según su clase, la indumentaria de alta visibilidad debe tener incorporadas a la prenda las superficies mínimas de material de fondo y retrorreflectivo que se indican en la Tabla 7-1. Alternativamente, se puede optar, en vestimentas Clase I, por la superficie exigida de material combinado, entendiéndose éste como aquel que es fluorescente y retrorreflectante a la vez.

Tabla 7-1

Superficies mínimas de cada material visible (en m²)

Material	Clase III	Clase II	Clase I
de Fondo	0,80	0,50	0,14
Retrorreflectivo	0,20	0,13	0,10
Combinado	—	—	0,20

Estas superficies mínimas deben estar distribuidas uniformemente en la prenda.

7.1.2 Características

7.1.2.1 Color

Se han definido sólo tres colores de fondo para la vestimenta: verde limón, naranja y rojo. Los tres confieren, durante el día, visibilidad en la mayor parte de los ambientes rurales y urbanos. Sin embargo, se debe tener en cuenta el entorno específico en el que se desarrolla la obra para determinar la protección requerida y así seleccionar el color que proporcione el mejor contraste con el medio. Por ejemplo, en lugares con abundante vegetación el color naranja es más apropiado que el verde.

No obstante, los Bandereros deben usar siempre prendas cuyo color de fondo sea naranja.

Los colores deben corresponder a los especificados en el Anexo B.

7.1.2.2 Retrorreflexión

Niveles más altos de retrorreflexión aseguran mayor contraste y mejor visibilidad de la vestimenta de trabajo en la oscuridad, bajo las luces de un vehículo. Por lo tanto, cuando se requiera mayor visibilidad se deben utilizar materiales con mayores coeficientes de retrorreflexión.

Por lo anterior, se han definido dos niveles mínimos para el material retrorreflectante o combinado que se debe utilizar en la vestimenta de trabajo de alta visibilidad, los que se detallan en las Tablas 7-2a y 7-2b.

Tabla 7-2a

Valores mínimos del coeficiente de retrorreflexión
(cd / lux m²) Nivel 1

Ángulo de iluminación (o de entrada) Ángulo de observación	5°	20°	30°	40°
12'	250	220	135	50
20'	120	100	75	30
1°	25	15	12	10
1° 30'	10	7	5	4

Tabla 7-2b

Valores mínimos del coeficiente de retrorreflexión
(cd / lux m²) Nivel 2

Ángulo de iluminación (o de entrada) Ángulo de observación	5°	20°	30°	40°
12'	330	290	180	65
20'	250	200	170	60
1°	25	15	12	10
1° 30'	10	7	5	4

7.1.3 Diseño

La vestimenta de trabajo de alta visibilidad incluye, entre otras prendas, arneses, pecheras, petos, chalecos, chaquetas, overoles y pantalones.

7.1.3.1 Material de Fondo

Con la excepción de los arneses, pecheras y petos, el material de fondo debe rodear horizontal y totalmente el torso, las mangas y la parte inferior del pantalón.

7.1.3.2 Material Retrorreflectante

El material retrorreflectante se debe disponer en bandas de ancho no menor a 50 mm, excepto para los arneses, en los que no será menor que 30 mm.

a) Chaquetas, chalecos, pecheras y petos

Estas prendas deben presentar alguna de las siguientes configuraciones de material retrorreflectante:

i) Configuración 1

- dos bandas horizontales de material retrorreflectante alrededor del torso, espaciadas como mínimo 50 mm una de otra
- dos bandas verticales del mismo material, que unan la parte frontal (pecho) y posterior (espalda) de la banda horizontal superior, pasando por encima de cada hombro y cruzándose en la espalda

La parte baja de la banda horizontal inferior no debe estar a menos de 50 mm del borde inferior de la prenda.

ii) Configuración 2

- una banda horizontal de material retrorreflectante alrededor del torso
- dos bandas del mismo material, que unan la parte frontal (pecho) y posterior (espalda) de la banda horizontal, pasando por encima de cada hombro y cruzándose en la espalda.

La parte baja de la banda horizontal no debe estar a menos de 50 mm del borde inferior de la prenda.

iii) Configuración 3

- dos bandas horizontales de material retrorreflectante alrededor del torso, espaciadas como mínimo 50 mm

La parte baja de la banda horizontal inferior no debe estar a menos de 50 mm del borde inferior de la prenda.

Las pecheras y petos deben ser confeccionados de forma tal que una persona de la talla para la que están diseñados, pueda usarlos con aberturas laterales no mayores a 50 mm medidas horizontalmente.

b) Overol y chaquetas de manga larga

Estas prendas deben considerar:

- dos bandas de material retrorreflectante en las mangas, situadas a la misma altura y alineadas con las del torso
- que la banda superior debe rodear la parte superior de las mangas, entre el codo y el hombro
- que la parte baja de la banda inferior no deberá estar a menos de 50 mm del borde inferior de la manga

c) Overol y pantalones con o sin pechera

Esta vestimenta debe considerar:

- dos bandas de material retrorreflectante espaciadas 50 mm como mínimo, rodeando horizontalmente cada pierna
- que la parte alta de la banda superior debe estar a menos de 350 mm del borde inferior del pantalón
- que la parte baja de la banda inferior debe estar a más de 50 mm del borde inferior del pantalón
- que cuando se trate de pantalón con pechera, ésta debe tener una banda de material retrorreflectante alrededor del torso

d) Arnese

Estas prendas deben considerar:

- una banda retrorreflectante o de material combinado rodeando la cintura
- dos bandas retrorreflectante o de material combinado uniendo la banda de la cintura desde atrás (la espalda) al frente pasando sobre los hombros
- que el ancho de las bandas debe ser superior a 30 mm

e) Sistema de cierre

Este no debe tener aberturas horizontales mayores a 50 mm.

7.1.4 Uniforme del Banderero

Los trabajadores que desempeñen labores de Banderero deben usar vestimenta Clase III, con materiales retrorreflectantes al menos iguales al Nivel 2, más las siguientes prendas:

- Casco de color naranja, con una franja horizontal retroreflectante blanca en la parte trasera y delantera. Estas franjas serán de 10 cm de largo por 5 cm de ancho.
- Capa impermeable de color naranja, la que se utiliza en caso de lluvia o cuando las condiciones climáticas lo requieran. Ésta debe llevar una franja retrorreflectante blanca, de 15 cm de ancho, colocada horizontalmente en el tercio superior a la altura del tórax.

7.1.5. Ejemplos

En la figura 7-2 se presentan ejemplos típicos de vestimentas de trabajo de alta visibilidad.

Figura 7-2

Ejemplos Vestimentas

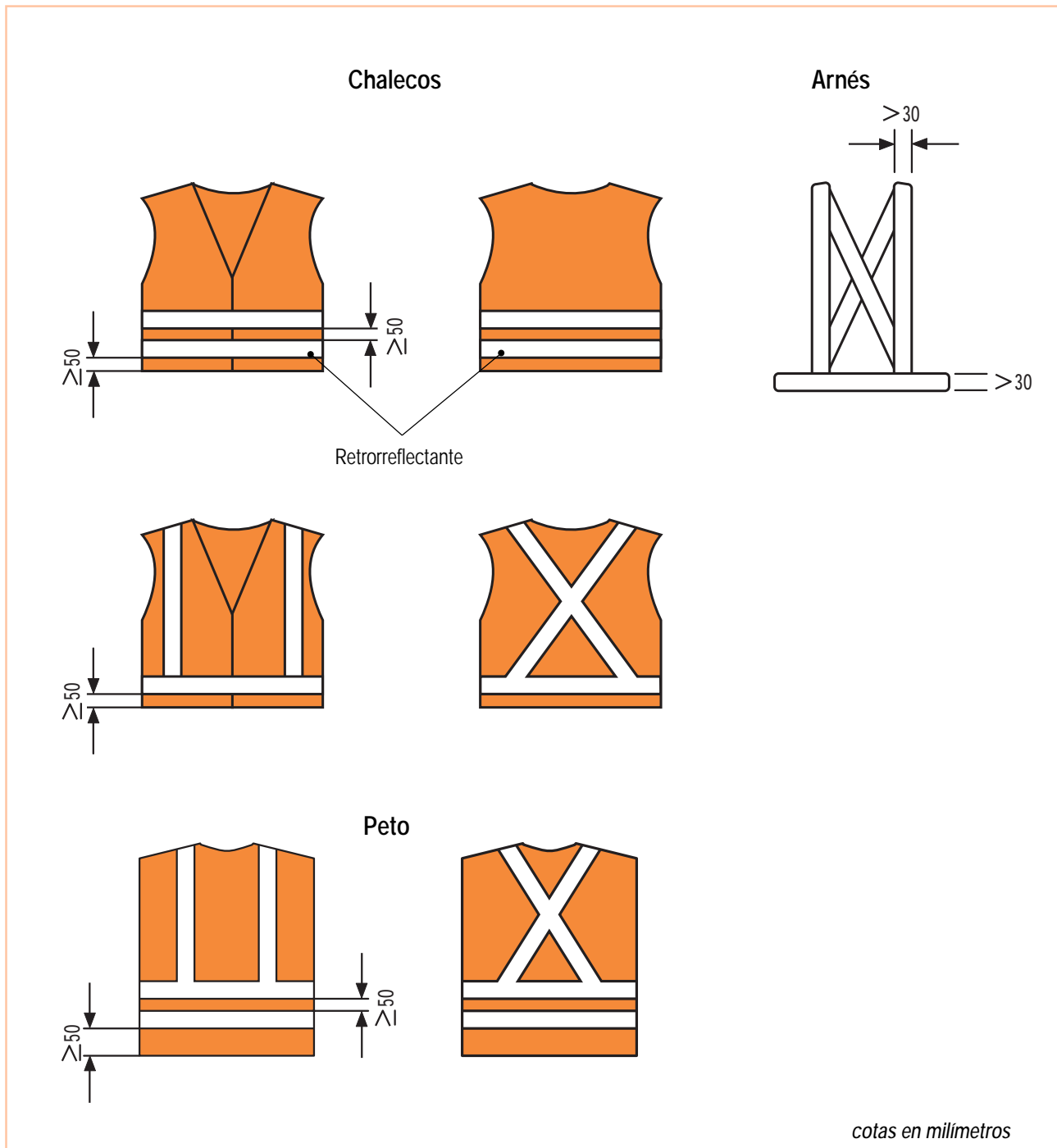
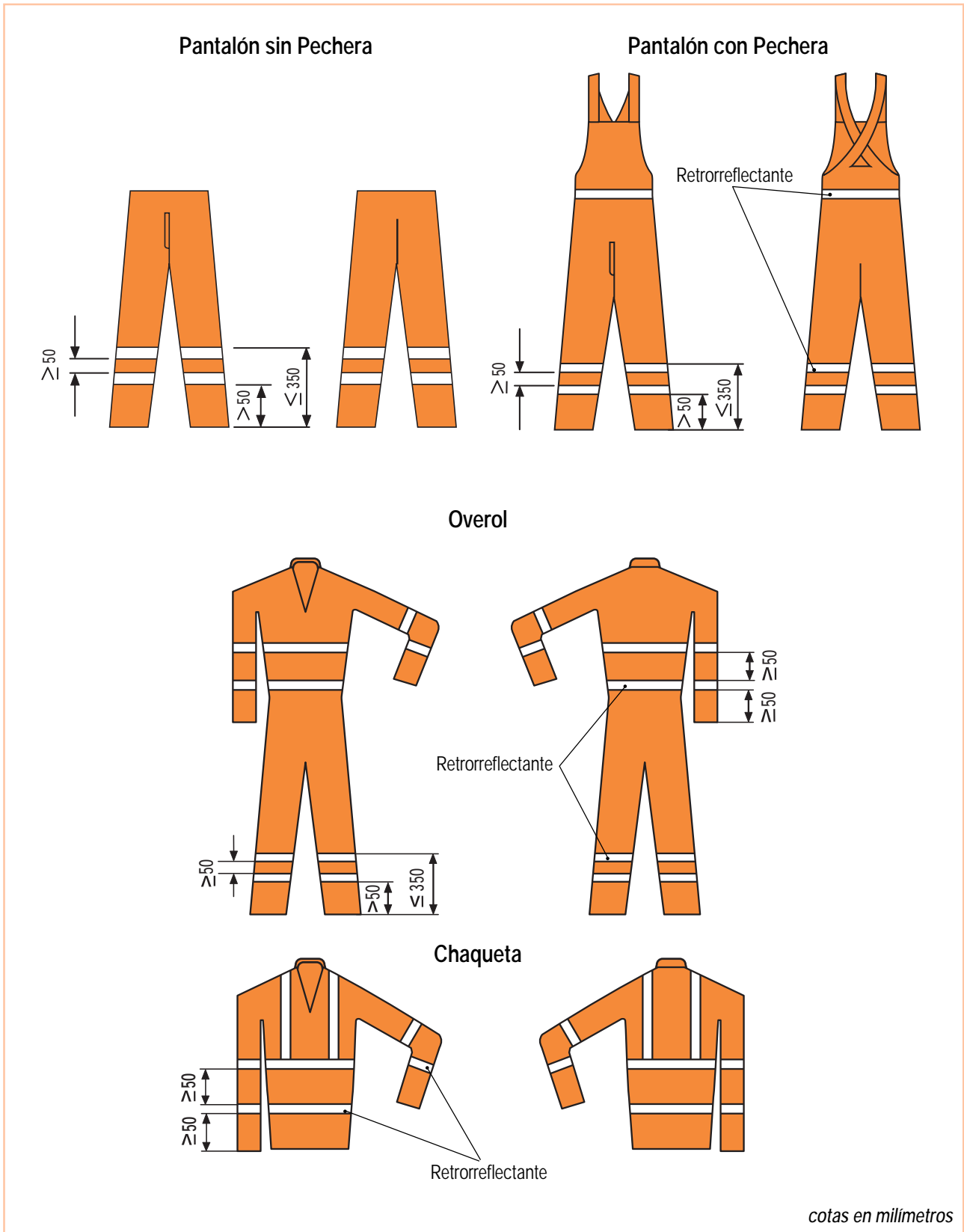


Figura 7-2

Ejemplos Vestimentas (Continuación)



7.2 Elementos Retrorreflectantes para Vehículos

En este punto se abordan los elementos retrorreflectantes con que deben contar todos los vehículos, livianos y pesados, que participen en los trabajos. Con esto se busca asegurar que en toda condición, incluso cuando dichos vehículos no hacen uso de sus luces, sean percibidos oportunamente por los usuarios de la vía y por otros vehículos que participan en la obra.

7.2.1 Forma y Color

Los elementos retrorreflectantes utilizados en los vehículos de obras son cintas de color rojo y blanco alternadas, de las siguientes dimensiones:

Cinta	Largo Retrorreflectante	Ancho Mínimo Retrorreflectante
Color rojo	280 mm ± 20 mm	50 mm
Color blanco	180 mm ± 20 mm	50 mm

7.2.2 Ubicación

Las cintas se ubican en la parte posterior y en los costados de los vehículos, de acuerdo a los siguientes criterios:

7.2.2.1 Parte Posterior

La cinta retrorreflectiva de colores rojo y blanco alternados se debe ubicar en forma horizontal a todo lo ancho del vehículo, a una altura sobre el suelo de 1,25 m, como se muestra a modo de ejemplo en la Figura 7-3. Cuando por las características del vehículo ello no sea posible, se debe ubicar a una altura lo más cercana posible a la indicada.

En los vértices superiores traseros de la carrocería, se deben ubicar dos pares de cintas retrorreflectivas de color blanco, de 300 mm. de largo y 50 mm. de ancho mínimo cada una, formando un ángulo recto cuando sea posible para indicar la forma del vehículo, como lo muestra la figura 7-3.

7.2.2.2 Costados

A cada costado del vehículo se deben ubicar cintas retrorreflectantes de color rojo y blanco alternado, cubriendo al menos la mitad de cada costado. Estas cintas deben originarse en los extremos delanteros y posteriores del vehículo, y se deben distribuir lo más equitativamente posible, como lo muestra la Figura 7-3. Su altura sobre el suelo debe ser lo más cercana posible a 1,25 m.

7.2.3 Retrorreflexión

Las referidas cintas retrorreflectantes deben cumplir con lo detallado en la Tabla 7-3.

TABLA 7-3

Niveles de Retrorreflexión Mínimos
(cd/lux m²)

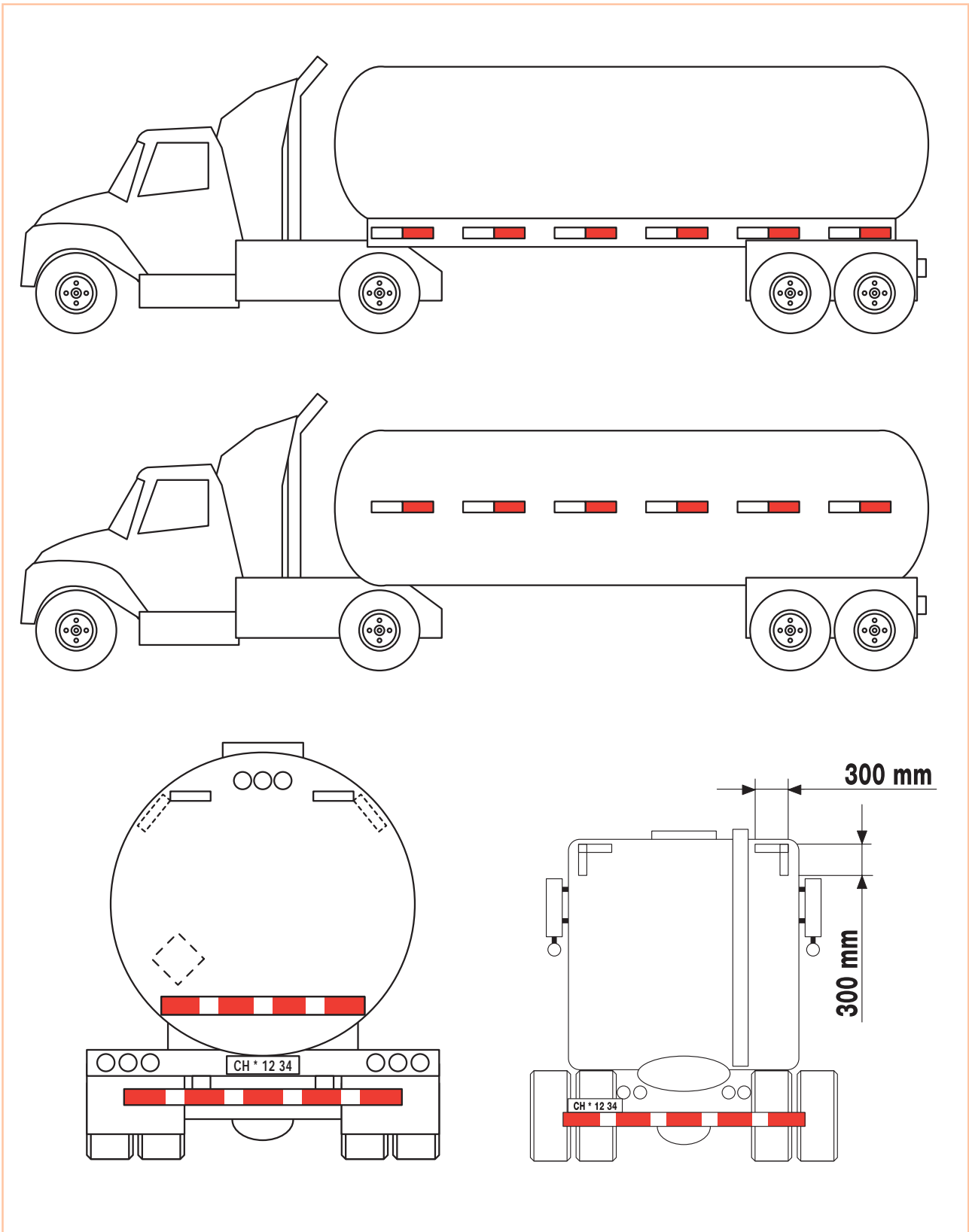
Angulo de Entrada	Angulo de Observación			
	0,2°		0,5°	
	Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
-4°	250	60	65	15
30°	250	60	65	15
45°	60	15	15	4

Este desempeño fotométrico mínimo se acreditará mediante la inscripción de los caracteres DOT-C2 en las cintas, con lo que el fabricante certificará que éstas cumplen con los niveles de retrorreflectancia exigidos. Los caracteres se ubicarán entre el elemento retrorreflectante y la película que lo cubra en su parte frontal, no podrán tener menos de 3 mm de alto y deberán estar permanentemente estampados, grabados, moldeados o impresos con tinta indeleble.

La inscripción DOT-C2 deberá aparecer al menos una vez en la superficie expuesta de cada segmento de color rojo o blanco de la cinta retrorreflectante alternada, y al menos una vez cada 300 mm en la cinta de color blanco.

Figura 7-3

Ejemplos Ubicación Retroreflectantes



8 ESQUEMAS TIPO

En esta sección se presentan esquemas tipo de señalización y de medidas de seguridad, tanto para vías urbanas como rurales, a través de los cuales se ilustra cómo aplicar los criterios enunciados en las secciones anteriores.

En la práctica, se debe incorporar el criterio profesional para adaptar estos esquemas a las características y condiciones de cada caso en particular. Asimismo, es probable que en algunos casos las señales y medidas de seguridad que en definitiva deban implementarse correspondan a combinaciones de uno o más esquemas de los aquí presentados.

8.1 Nomenclatura

En los siguientes esquemas se utiliza la siguiente nomenclatura:

As: Ancho de Seguridad

Tabla 8-1

Ancho Mínimo de Seguridad

Velocidad (km/hr)	As (m)
40	0,5
50	1,2
60	1,2
70	1,2
80	2,0
90	2,0
100	2,0

D: Distancia entre Primera Señal TRABAJOS EN LA VÍA (PT-1) e Inicio Área de Transición

Tabla 8-2a

Distancias Mínimas Recomendadas

Velocidad Máxima antes Zona de Trabajos (Km/hr)	Distancia Mínima entre Señal TRABAJOS EN LA VIA (PT-1) e Inicio Área de Transición (m)	
	Vías Rurales	Vías Urbanas
Menor o igual a 40	100	30
50	150	60
60	200	150
70	270	250
80	350	350
90	400	400
100	500	500
110	550	-
120	650	-

En vías urbanas que tengan características de autopistas, la distancia mínima deberá regirse por lo establecido para vías rurales. Estos valores mínimos pueden ser aumentados según las características físicas y operacionales de la vía.

C: Trabajos de Corta Duración y/o Móviles

Tabla 8-2b

Distancias Mínimas Recomendadas en Trabajos de Corta Duración y/o Móviles

Velocidad Máxima Antes Zona de Trabajos (km/hr)	Distancia entre Vehículo y Área de Trabajos (m)
Menor o igual 50	20 a 40
60	30 a 50
70	50 a 80
80	70 a 100
90	100 a 120
100	120 a 140
110	140 a 160
120	150 a 180

Lt: Longitud de Transición

Tabla 8-3a

Longitud Mínima de Transición en Vías con $V \geq 60$ km/hr.

		"Lt" Longitud mínima de transición (m)						
v(km/hr) \ a(m)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	
60	20	40	60	75	95	115	135	
70	25	45	70	90	110	135	155	
80	25	50	75	100	125	150	175	
90	30	60	85	115	145	170	200	
100	35	65	95	125	160	190	220	
110	35	70	100	135	170	200	240	
120	40	75	110	145	180	220	260	

Nota: Los valores están aproximados a múltiplos de 5.

Tabla 8-3b

Longitud Mínima de Transición en Vías con $V < 60$ km/hr.

		"Lt" Longitud mínima de transición (m)						
v(km/hr) \ a(m)	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	
40	10	15	20	25	30	35	40	
50	10	20	25	35	45	50	60	

Nota: Los valores están aproximados a múltiplos de 5.

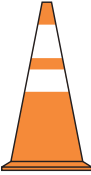
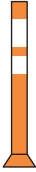




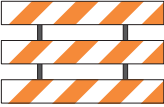






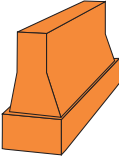

Ls: Longitud de Seguridad

Tabla 8-4

Longitud Mínima de Seguridad

Velocidad (km/hr)	Ls (m)
40	20
50	30
60	45
70	70
80	90
90	110
100	130

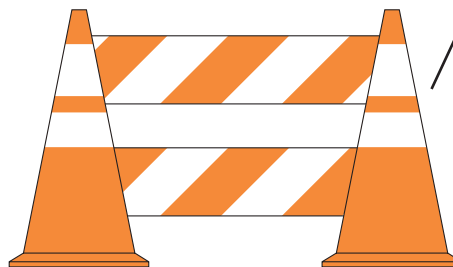
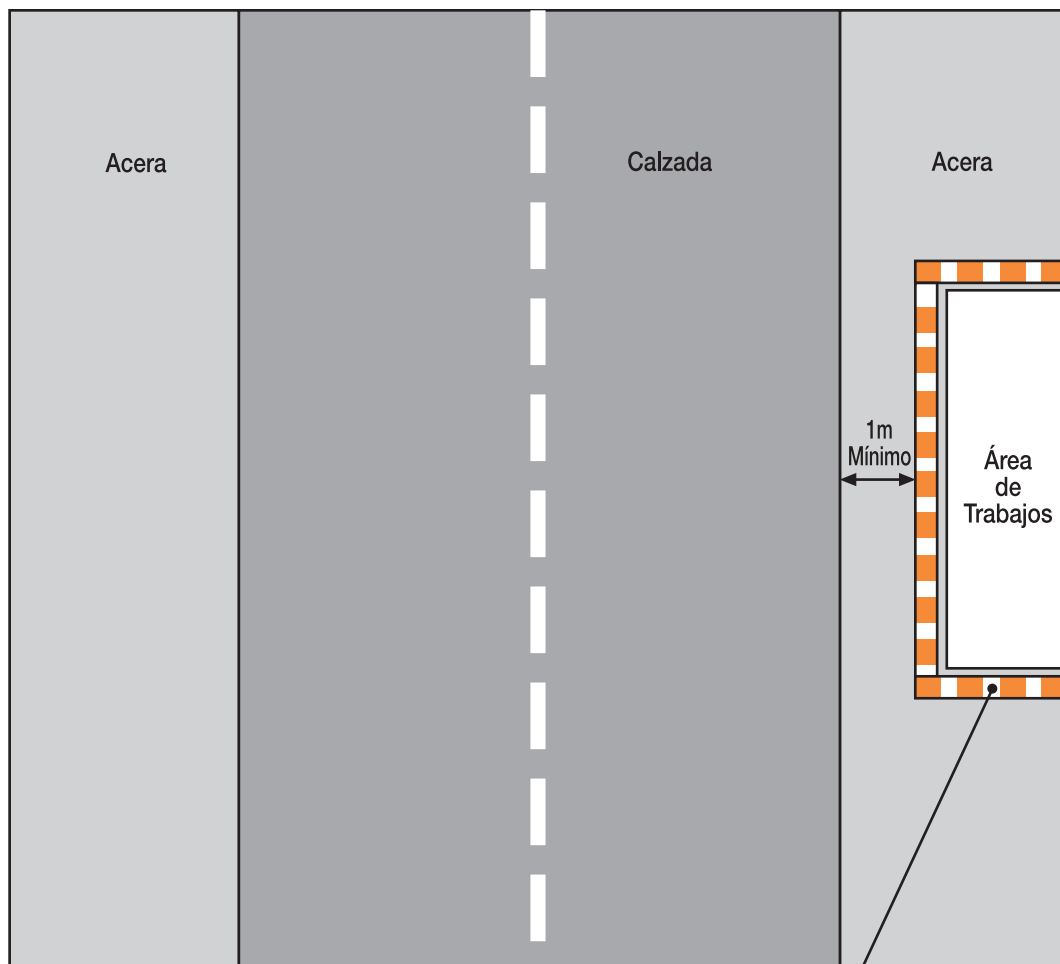
8.2 Simbología

	Cono		Cilindro
	Delineador Vertical		Tambor
	Barrera Tipo I		Barrera Tipo II
	Barrera Tipo III		Barrera Peatonal
	Banderero		Semáforo
	Delineador Direccional		Hito de Vértice
	Faro o Baliza		Barrera Articulada
	Flecha Direccional Luminosa		

8.3 ESQUEMAS TIPO - VÍAS URBANAS

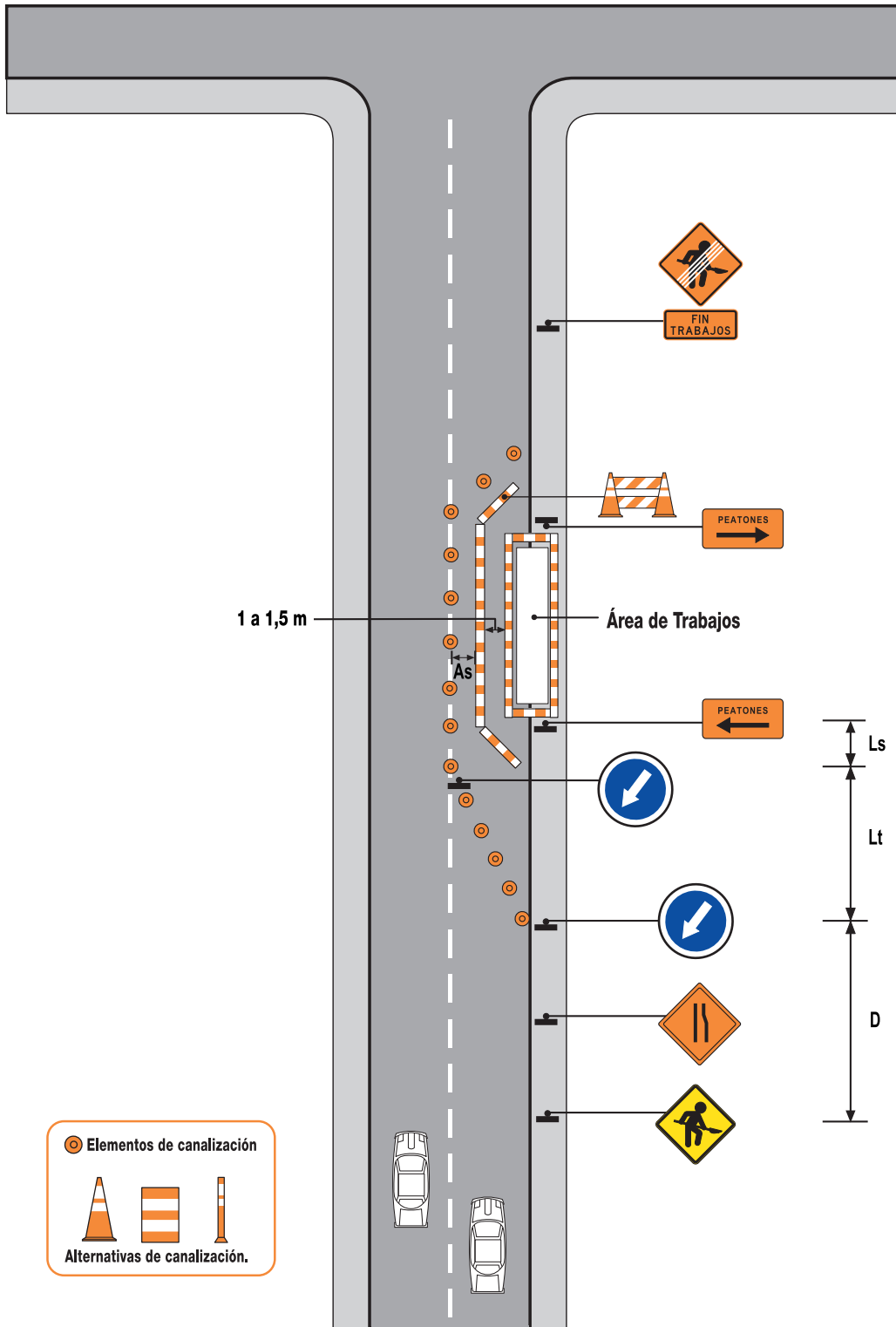
Trabajos en Aceras

8.3.1



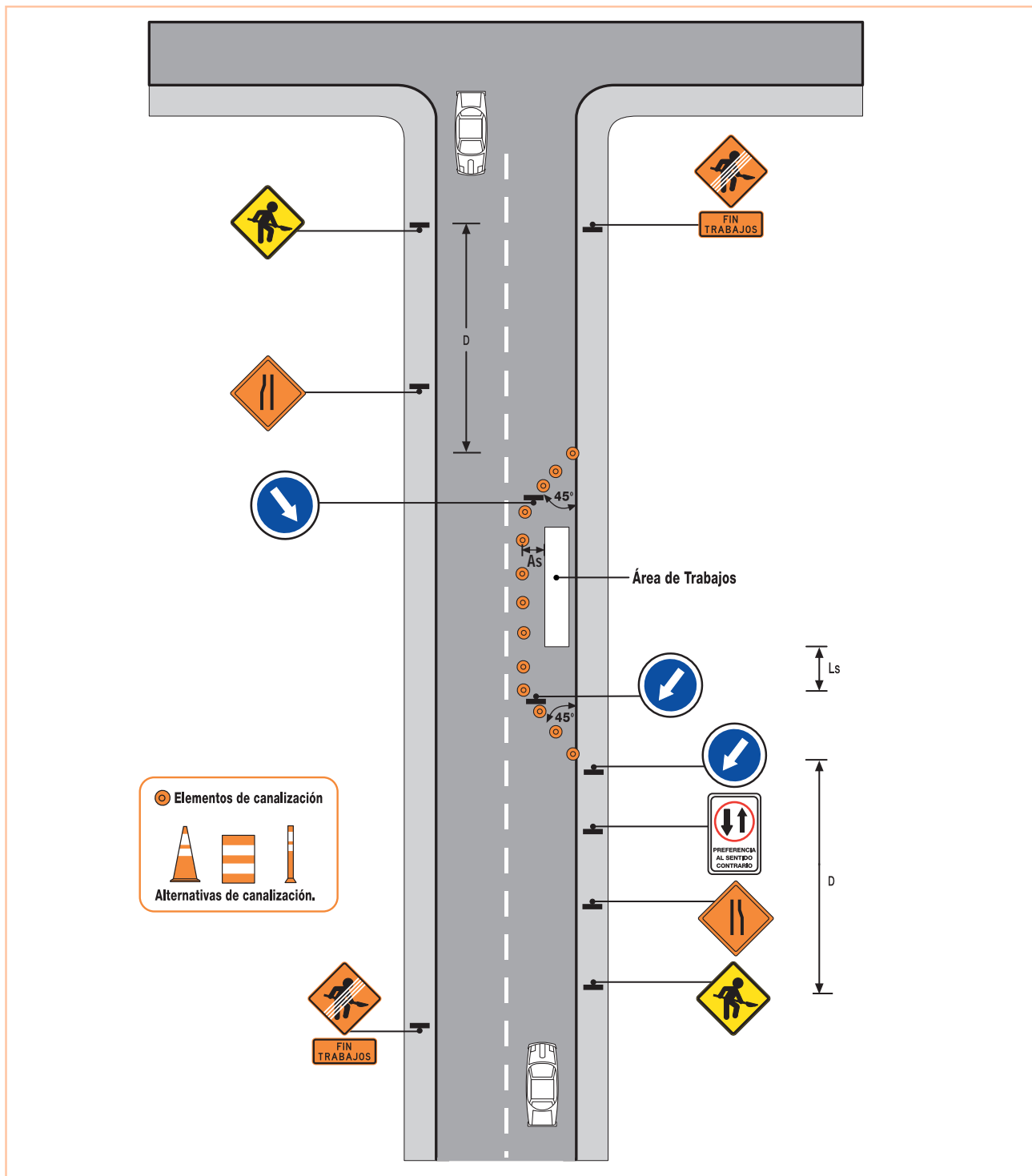
Trabajos en Aceras con Paso Temporal de Peatones por la Calzada

8.3.2



Control Vehicular por Medio de Señales que Indiquen Preferencia en el Uso de las Vías

8.3.3

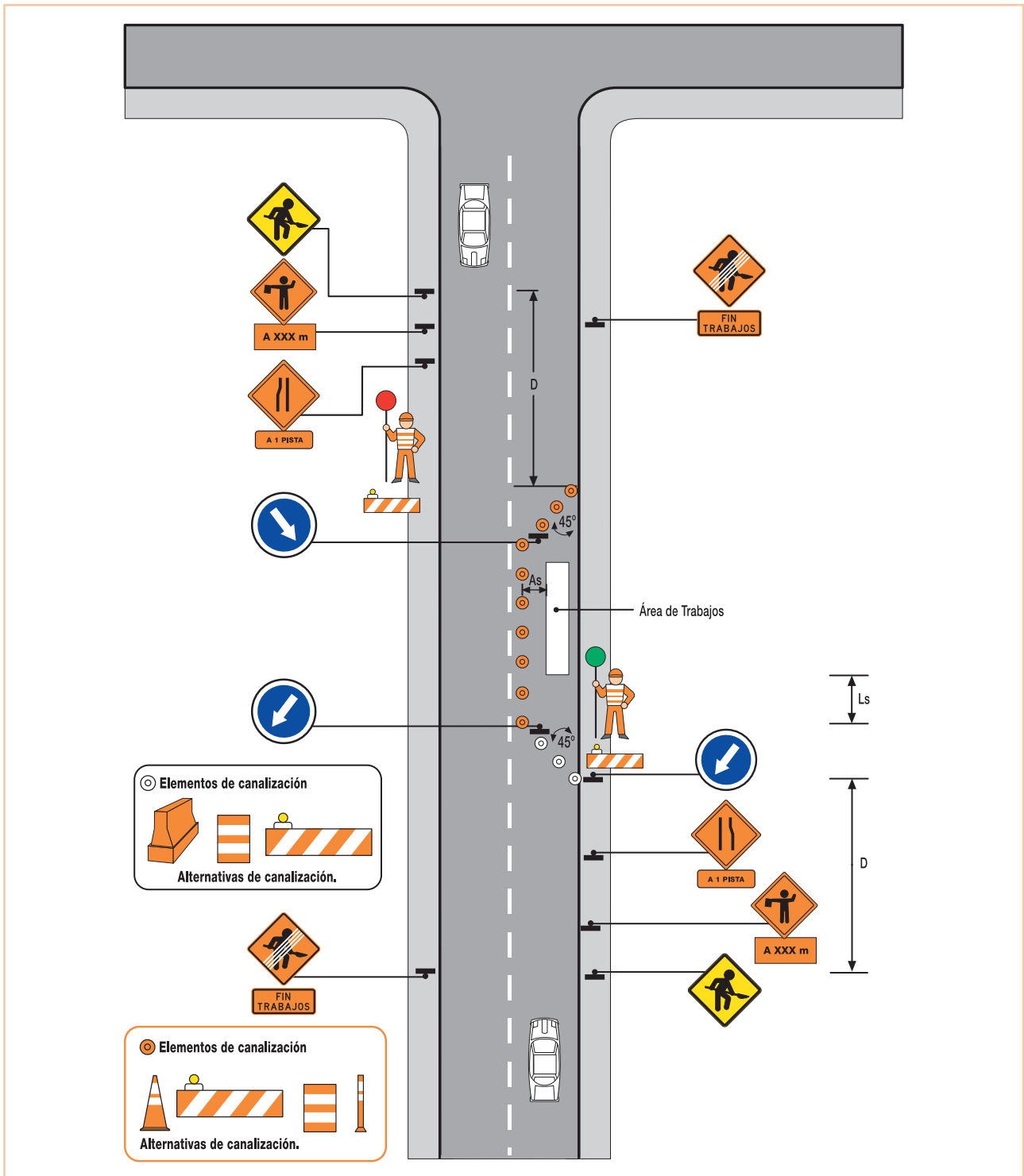


Este esquema es aplicable, siempre y cuando se cumplan cada una de las siguientes condiciones:

- El flujo bidireccional es menor a 800 vehículos/día.
- La distancia L_s + Largo de Trabajo es menor a 75 m.
- Los conductores que se aproximan por ambos sentidos tienen una visibilidad de al menos 100 m. desde el lugar donde se ubica la señal TRABAJOS EN LA VÍA (PT-1).

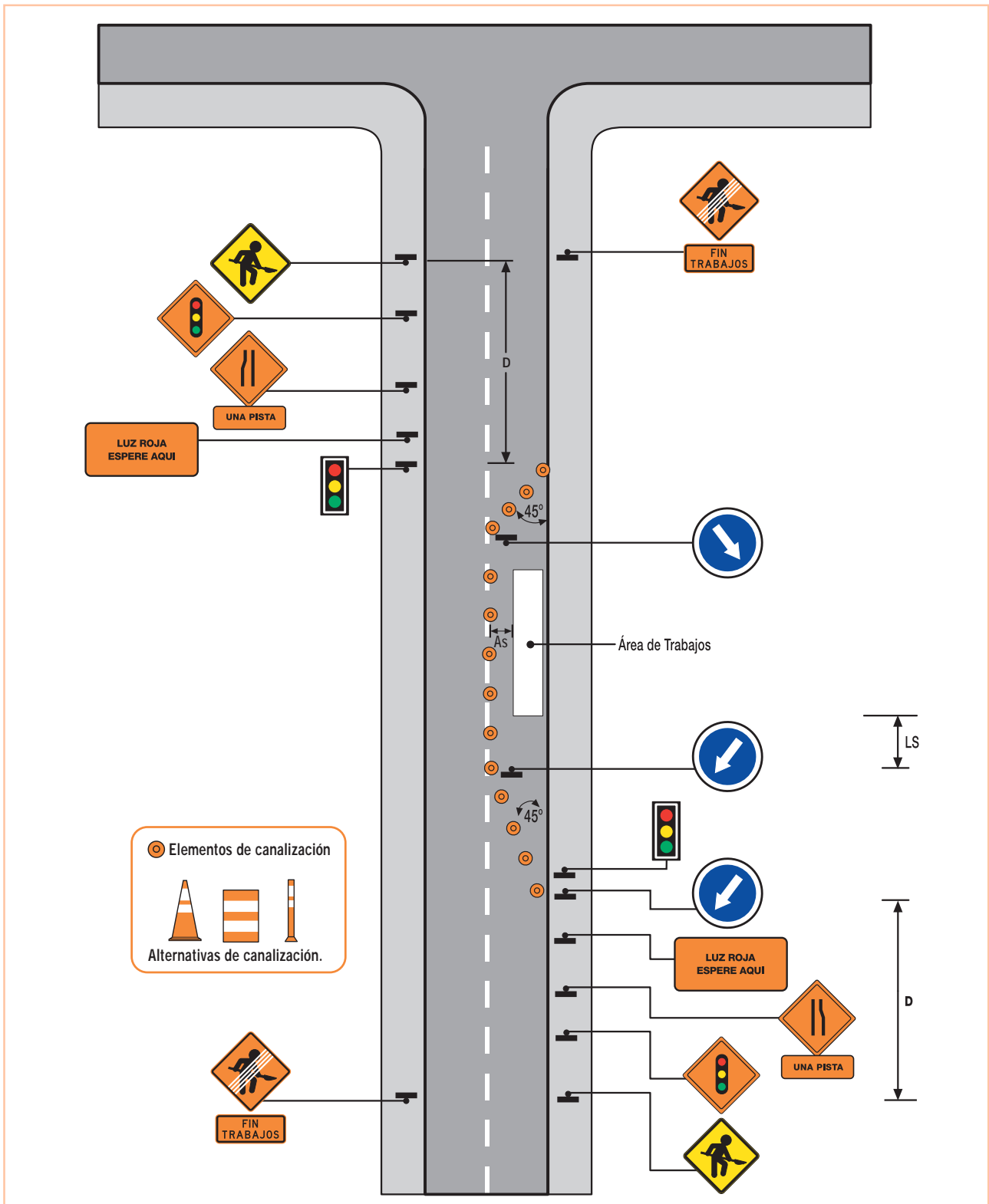
Control Vehicular por Medio de Letreros Pare/Siga y Banderero

8.3.4



Este esquema es aplicable, siempre y cuando se cumplan cada una de las siguientes condiciones:

- El flujo bidireccional es menor a 1400 veh/hr.
- La distancia L_s + Largo Trabajo es mayor a 100 m.



Este esquema se puede aplicar cuando el Largo de Trabajo + L_s supere los 200 m.