

# Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito

Anexo del Acuerdo Centroamericano sobre Señales Uniformes

**TOMO II:**  
**Anexos C y D**

**2000** AÑO

**SIECA**

**INGETrans Consultores**

Ingeniería del Transporte



---

# **MANUAL CENTROAMERICANO DE DISPOSITIVOS UNIFORMES PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO**

---

## **Especificaciones de Letras, Figuras y Materiales**

**Secretaría de Integración**

**Económica Centroamericana**

*Convenio de Donación No. 596-0181.20*

*U.S. AID Guatemala*



Diciembre del 2000

**Durán Ortiz, Mario Roberto**

**Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito: Catálogo de Señales**

**Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA**

**Primera Edición. Ciudad Guatemala, Guatemala, Diciembre 2000**

El Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito es una adaptación ampliada y actualizada del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito de Costa Rica de 1998. A su vez, el Manual de Costa Rica, es una traducción parcial ampliada y adaptada de las normas y recomendaciones de la versión 1988 del MUTCD de E.U.A. Dicha adaptación toma en cuenta las condiciones climatológicas, geográficas, socioeconómicas, culturales y operativas de Costa Rica, las cuales son similares a las del resto de países del istmo. También considera la revisión de la Parte VI del MUTCD publicada en 1993, así como las revisiones en trámite de aprobación publicadas en el "Federal Registry" hasta 1997. Como complemento se utilizaron las recomendaciones del Manual Interamericano de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de 1991, y las de algunos otros países latinoamericanos, en particular México y Chile. Otra referencia básica utilizada fue el Manual de Señalamiento de Tránsito del ITE, publicado en 1997. También se adaptaron algunos aspectos innovadores o no cubiertos por la práctica estadounidense o latinoamericana, de la convención de señalamiento europea. Para efectos del presente Manual Centroamericano además se introdujeron conceptos más actualizados del borrador de la próxima versión del año 2001 del MUTCD, así como del Manual de Caltrans de 1999, el Manual de Señales del Reino Unido de 1995, el Manual de Chile de 1999, el Manual Mexicano para Zonas Urbanas, el Manual de Honduras de 1996 y el borrador de 1999 del Manual de España. Asimismo, se ajustó el alcance del manual para considerar las condiciones legales y de operación existentes en cada país de Centroamérica. Por su volumen y naturaleza especializada se publican en un tomo separado el Catálogo y los presentes Anexos C y D, que respectivamente presentan los iconos patrones de las señales y las especificaciones técnicas de los materiales.

Este Manual fue preparado por el Ing. Mario R. Durán Ortiz, M.Sc., M.P.A. bajo Contrato de Consultoría SIECA/USAID No. 26-00, financiado mediante Convenio de Donación No. 596-0181.20 por el USAID de Guatemala. Para realizar esta tarea el Ing. Durán contó con la colaboración del siguiente equipo técnico:



Dirección Técnica:

**Ing. Mario R. Durán Ortiz**

Equipo Técnico Profesional de Apoyo:

**Ing. Diana Jiménez Romero, Coordinadora**

**Ing. Hadda Muñoz Sibaja**

**Ing. German E. Valverde González**

**Ing. Dinia Valenzuela Carvajal**

Diseño Gráfico de Portada:

**Sr. Mario Lafuente Marchena**

Diseño Gráfico de Nuevas Señales:

**Ing. Mario R. Durán Ortiz**

**Ing. German E. Valverde González**

Dibujo AutoCAD LT 2000® y otras labores de apoyo:

**Srta. María Jesús Valverde González**

**Sr. Marco Herrera Durán**

**Sra. Josefa Torres Leitón y Sr. Esteban Oconitrillo Torres**

Fotografías:

**Ing. Mario R. Durán Ortiz**

Coordinadores de la Consultoría por parte de SIECA y responsables del trámite de aprobación formal del Manual:

**Lic. Ernesto Torres Chico, Ing. Rafael Pérez Riera y Lic. Raúl Trejo Esquivel**

Representantes de los cinco países del Centroamérica, responsables de la aprobación formal del Manual:

**Arq. Noé Barrios Pineda, Guatemala**

**Ing. Roberto Flores Acosta, El Salvador**

**Ing. Ricardo Larios Hernández, Honduras**

**Ing. Alvaro Sandoval Chávez, Nicaragua**

**Ing. Junior Araya Villalobos, Costa Rica**

También colaboraron los Ingenieros **Cindy Hernández** y **Kenneth Quirós**, funcionarios de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica, quienes suministraron observaciones y correcciones a la versión en uso del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito de Costa Rica de 1998, las cuales fueron en su mayoría incorporadas a la presente edición del Manual Centroamericano.

# Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito

## Índice de Contenidos

<b>Anexo C</b>	<b>ESPECIFICACIONES DE LETRAS Y FIGURAS</b>	C.1
C.1	Alfabeto estándar para señales verticales	C.2
C.1.1	Letras mayúsculas y números	C.2
C.1.2	Series	C.3
C.1.3	Rasgos	C.3
C.1.4	Alturas	C.3
C.1.5	Dimensiones para dibujo	C.3
C.1.2	Espacio entre letras	C.4
C.1.3	Combinaciones de claves de espacios	C.4
C.1.4	Formación de palabras y leyendas	C.4
C.1.1	Letras minúsculas y números	C.38
C.2	Íconos patrón de las señales verticales	C.49
	Señales de Reglamentación	C.49
	Señales de Prevención	C.337
	Señales de Identificación	C.538
	Señales de Información de Destinos	C.604
	Señales de Información de Servicios y Turísticos	C.656
	Señales de Información Recreativas, Silvestres y Parques Nacionales	C.882
	Señales de Información de Defensa Civil y Emergencia	C.990
	Señales de Información General	C.1038
	Señales de Prevención para la Ejecución de Trabajos en las Vías	C.1078
	Señales de Información para la Ejecución de Trabajos en las Vías	C.1170
	Señales en Zonas Escolares	C.1186
	Señales en Rutas de Bicicletas	C.1208
C.3	Alfabeto Estándar para Demarcación en el Pavimento	C.1227
<b>Anexo D</b>	<b>RESUMEN SELECTO DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE MATERIALES</b>	D.1
D.1	Materiales Retroreflectivos	D.2
D.1.1	Principios Básicos de Retroreflexión	D.2
D.1.2	Tipos de Materiales Retroreflectivos	D.3
D.1.3	Durabilidad de Materiales Retroreflectivos	D.4
D.1.4	Especificaciones y Ensayos de Prueba para Materiales Retroreflectivos	D.5
D.2.	Paneles o Materiales de Soporte del Retroreflectivo	D.9
D.2.1	Tipos de Paneles	D.9
D.2.1.1	Páneles Planos	D.9
D.2.1.2	Paneles Reforzados	D.9



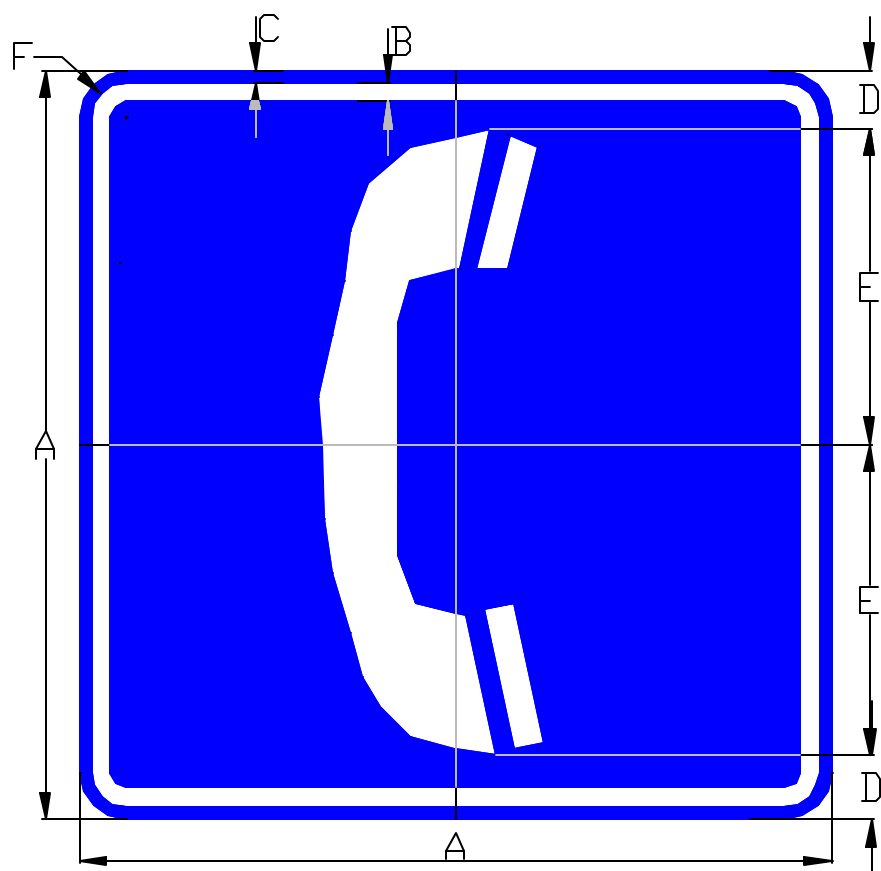
D.2.2 Materiales Utilizados en la Fabricación de Páneles .....	D.10
D.2.2.1 Aluminio .....	D.10
D.2.2.2 Acero .....	D.10
D.2.2.3 Plywood .....	D.11
D.2.2.4 Plásticos .....	D.11
D.2.3 Métodos de Preparación de los Páneles .....	D.11
D.2.3.1 Aluminio .....	D.11
D.2.3.2 Plywood y Productos de Madera .....	D.12
D.2.3.3 Plásticos .....	D.12
D.3 Aplicación de las Láminas .....	D.13
D.4 Leyendas .....	D.13
D.4.1 Aplicación de la Leyenda .....	D.14
D.4.1.1 Impresión Utilizando una Pantalla de Seda .....	D.14
D.4.1.2 Copia Aplicada Directamente .....	D.15
D.4.1.3 Copia Abotonada .....	D.15
D.4.1.4 Copia Desmontable .....	D.16
D.4.1.5 Películas Cortables Electrónicamente .....	D.16
D.4.1.6 Copia Estampada con Troquel .....	D.16
D.4.2 Especificaciones de la FHWA para Letras, Números, Flechas, Símbolos y Bordes en Señales .....	D.16
D.5 Postes para Señales .....	D.17
D.5.1 Criterios de Ruptura .....	D.17
D.5.2 Montaje de Señales con Postes Pequeños .....	D.19
D.5.3 Montaje de Señales con Postes Largos .....	D.20
D.5.4 Señales Elevadas .....	D.21
D.5.5 Selección del Tamaño de los Soportes de Señales .....	D.21
D.5.6 Especificaciones de la FHWA para Soportes de Señales .....	D.23
D.6 Demarcaciones en el Pavimento .....	D.23
D.6.1 Pintura de Tránsito .....	D.23
D.6.1.1 Características Generales .....	D.23
D.6.1.2 Características de Almacenamiento .....	D.23
D.6.1.3 Características de Aplicación .....	D.24
D.6.1.4 Características de la Pintura Aplicada .....	D.24
D.6.1.5 Recomendaciones de Aplicación .....	D.24
D.6.1.6 Preparación de Superficie .....	D.24
D.6.1.7 Operación de Máquinas .....	D.25
D.6.1.8 Protección de Líneas Aplicadas .....	D.25
D.6.1.9 Condiciones Atmosféricas Inmediatas .....	D.25
D.6.1.10 Condiciones Locales del Suelo .....	D.25
D.6.1.11 Tipos de Pintura para Demarcación .....	D.25
D.6.2 Demarcaciones Epóxicas .....	D.27
D.6.3 Demarcaciones de Poliester .....	D.29
D.6.4 Demarcaciones Termoplásticas .....	D.29
D.6.4.1 Usos .....	D.29
D.6.4.2 Propiedades .....	D.29
D.6.4.3 Aplicación .....	D.30
D.6.4.4 Espesor de Aplicación .....	D.30
D.6.4.5 Acondicionamiento de la Superficie .....	D.30

D.6.5 Demarcaciones Plásticas Preformadas .....	D.30
D.7 Esferas de Vidrio .....	D.30
D.7.1 Requisitos Generales .....	D.31
D.8 Capitaluces .....	D.33
D.8.1 Especificaciones Detalladas .....	D.33
D.8.2 Supervialetas o Viales .....	D.36
D.9 Pegamento Epóxico .....	D.36
D.10 Adhesivo Bituminoso para Marcadores de Capitaluces del Pavimento .....	D.41
D.11 ASTM-Designación: D 4956-Especificación estándar para láminas retrorreflectivas para el control del tránsito .....	D.45
D.11.1 Alcance .....	D.45
D.11.2 Documentos de Referencia .....	D.45
D.11.3 Terminología .....	D.45
D.11.4 Clasificación .....	D.45
D.11.5 Información al ordenar .....	D.47
D.11.6 Requisitos Generales .....	D.47
D.11.7 Requisitos de Desempeño .....	D.48
D.11.8 Métodos de Prueba .....	D.53
D.11.9 Precisión y Riesgo .....	D.54
D.11.10 Empaquetado y Demarcación de los Paquetes .....	D.55
D.11.11 Palabras Clave .....	D.55
D.11.12 Requisitos Suplementarios .....	D.55
D.11.12.1 Resistencia a los Hongos .....	D.55
D.11.12.2 Requisitos para láminas de rebote .....	D.57
D.12 ASTM-Designación: B 209-92-Especificación para láminas y placas de aluminio y aleaciones de aluminio .....	D.59
D.12.1 Alcance .....	D.59
D.12.2 Documentos de Referencia .....	D.59
D.12.3 Terminología .....	D.60
D.12.4 Información para pedidos .....	D.61
D.12.5 Responsabilidad en el control de calidad .....	D.62
D.12.6 Calidad General .....	D.62
D.12.7 Composición Química .....	D.63
D.12.8 Tratamiento con calor .....	D.63
D.12.9 Propiedades en tensión de materiales como se suministran .....	D.64
D.12.10 Confirmación del fabricante de la respuesta del tratamiento con calor .....	D.64
D.12.11 Tratamiento con calor y capacidad de tratamiento de recalentamiento .....	D.64
D.12.12 Propiedades de Doblado .....	D.66
D.12.13 Resistencia a la Presión de Corrosión .....	D.66
D.12.14 Resistencia a la Exfoliación y Corrosión .....	D.67
D.12.15 Recubrimiento .....	D.68
D.12.16 Tolerancias Dimensionales .....	D.68
D.12.17 Calidad Interna .....	D.69
D.12.18 Fuente de Inspección .....	D.70
D.12.19 Pruebas y Rechazo .....	D.70
D.12.20 Identificación de material marcado .....	D.70

D.12.21 Empaque y marcado de empaques .....	D.70
D.12.22 Certificación .....	D.70
D.12.23 ASTM-Designación B209-92 (ANEXOS) .....	D.118
D.12.23.1 Base para la inclusión de los límites de propiedad .....	D.118
D.12.23.2 Criterio de aceptación para la inclusión de aleaciones de aluminio en esta especificación .....	D.118
D.12.24 ASTM-Designación B209-92 (Apéndice: Equivalentes ISO de aleaciones y temple ANSI) ....	D.120
D.13 Especificación Federal: Pintura, Tráfico (autopista, blanco y amarillo) .....	D.121
D.13.1 Alcance y Clasificación .....	D.121
D.13.2 Documentos aplicables .....	D.121
D.13.3 Requisitos .....	D.122
D.13.4 Provisiones de control de calidad .....	D.124
D.13.5 Preparación para la entrega .....	D.127
D.13.6 Notas .....	D.128

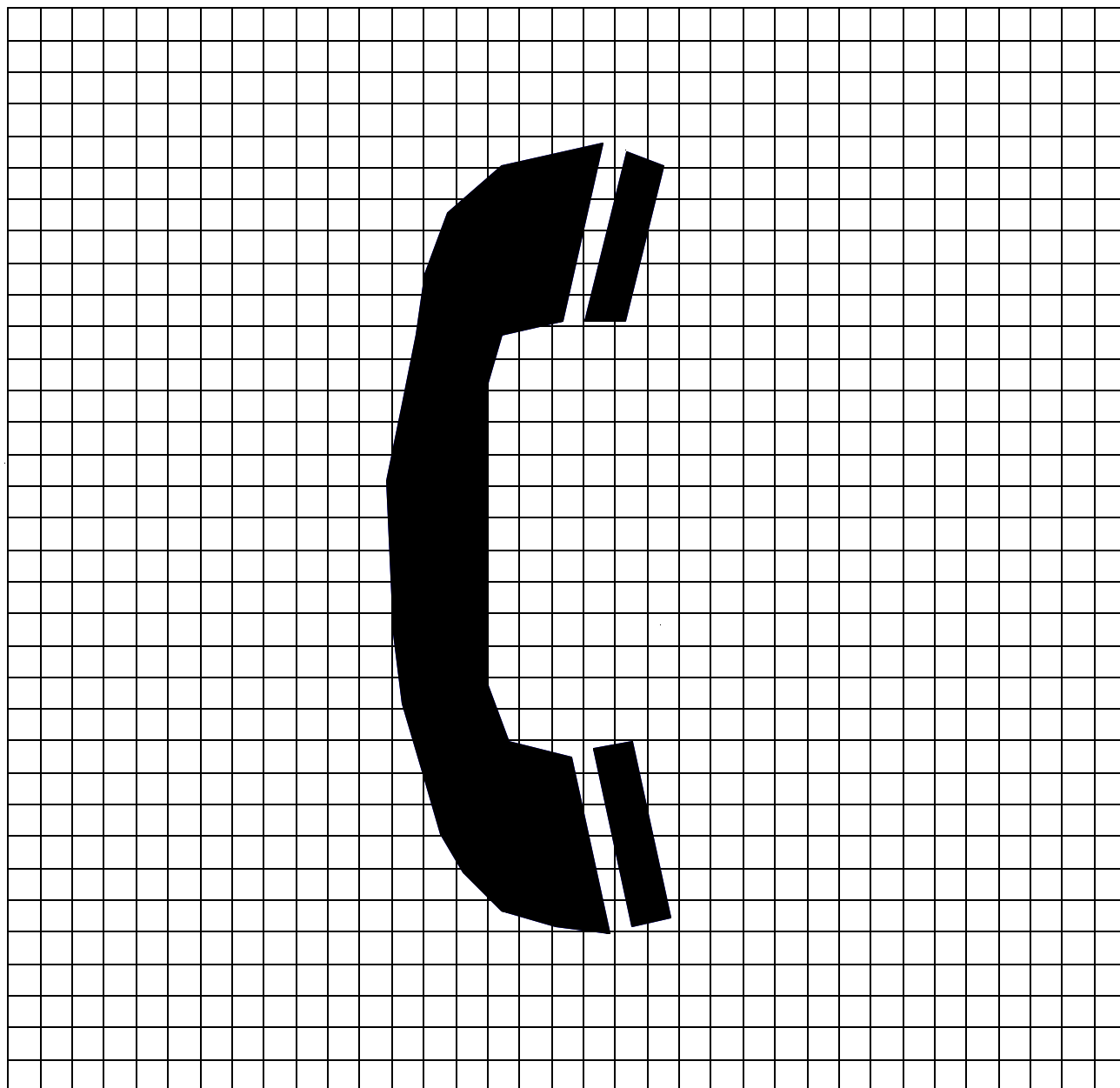
## **Señales de Información de Servicios y Turísticas**

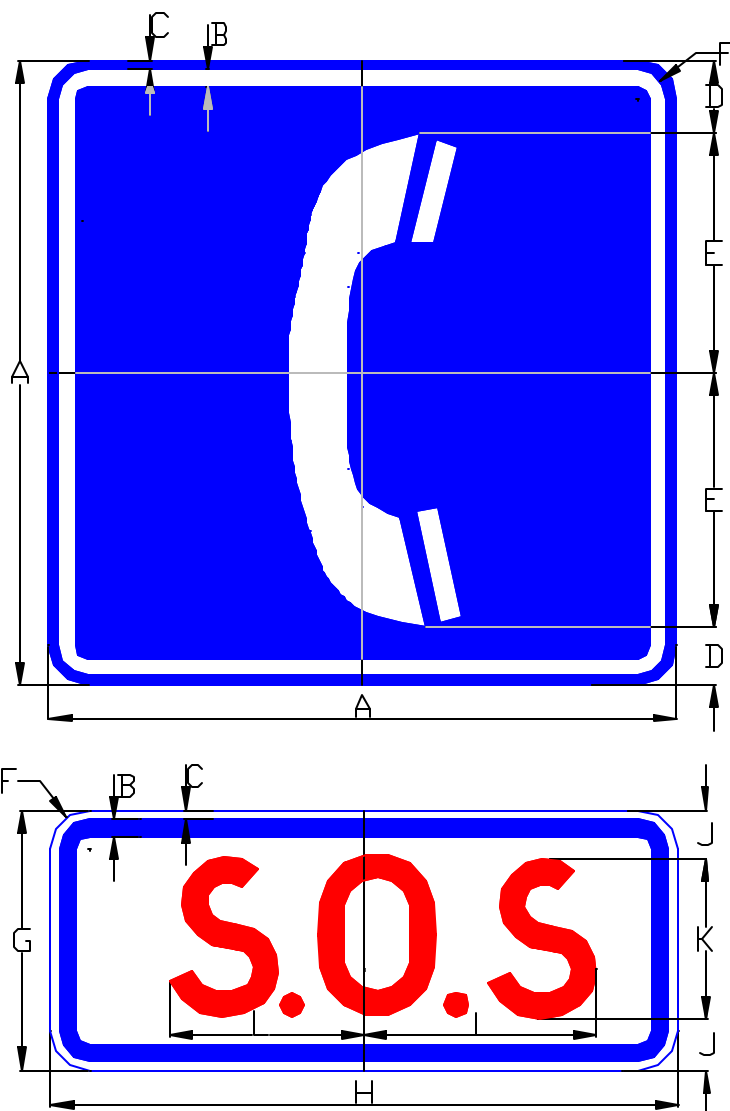




IS-1-1

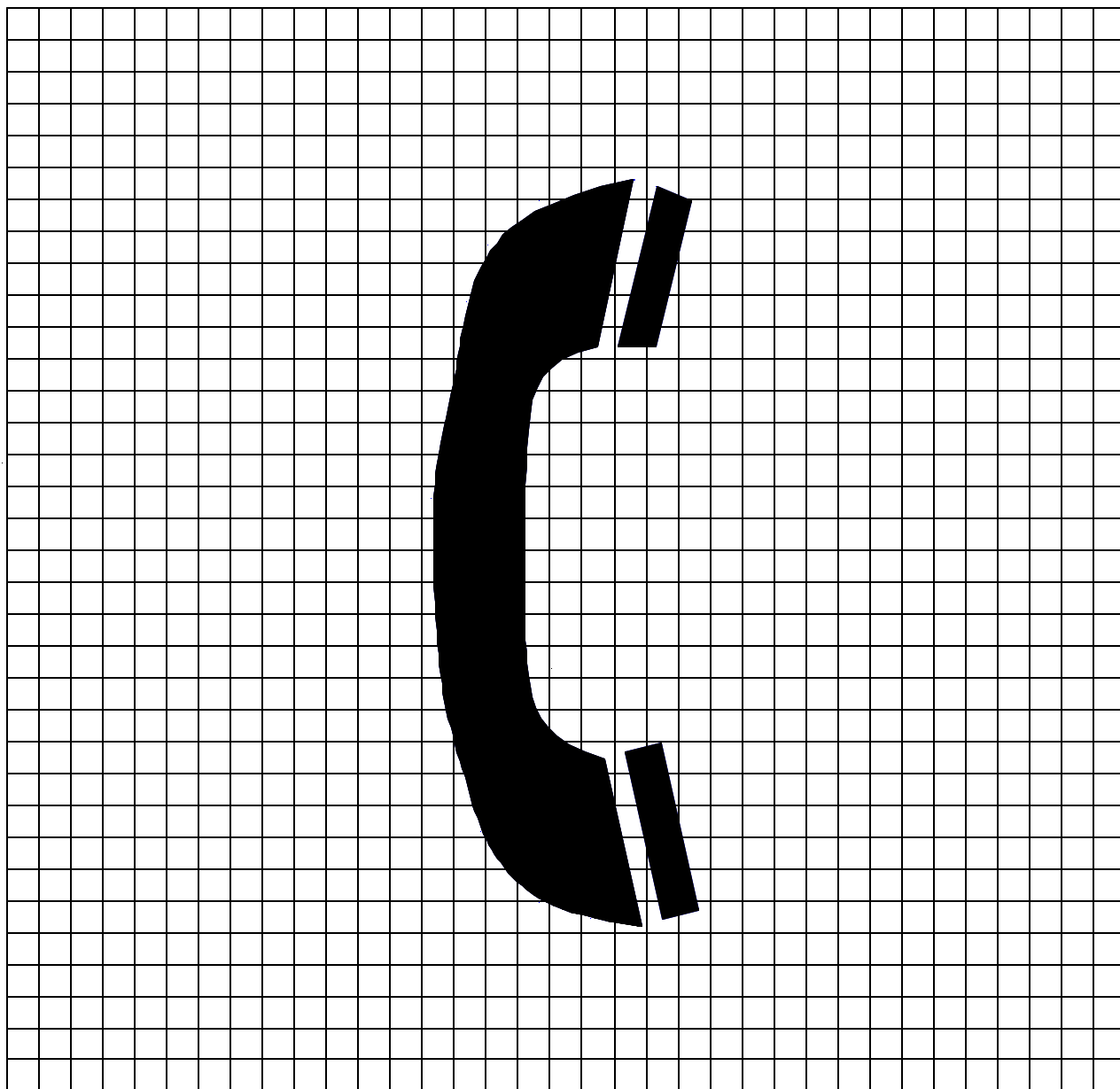
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	3.9	19	3.8
EST.	61	1.6	1.0	5.2	25.2	3.8



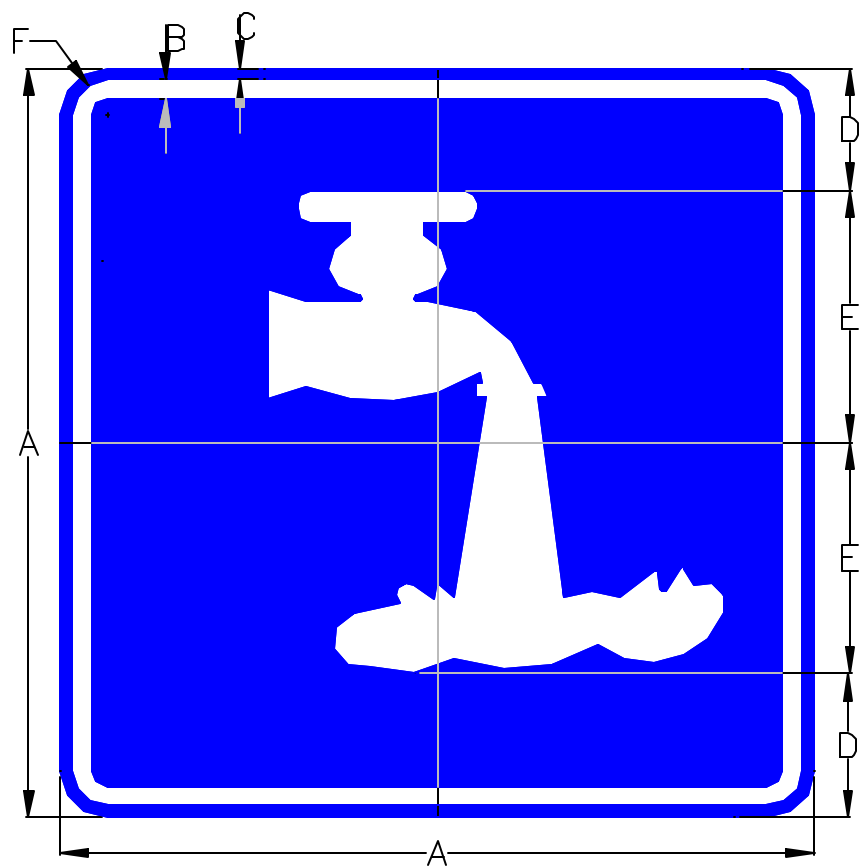


IS-1-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
MIN	46.0	1.3	1.0	5.4	18.1	3.0	20.0	46.0	4.0	12.5D	18.9
EST.	61.0	1.6	0.9	7.1	24.1	3.8	25.0	61.0	5.0	15D	22.8

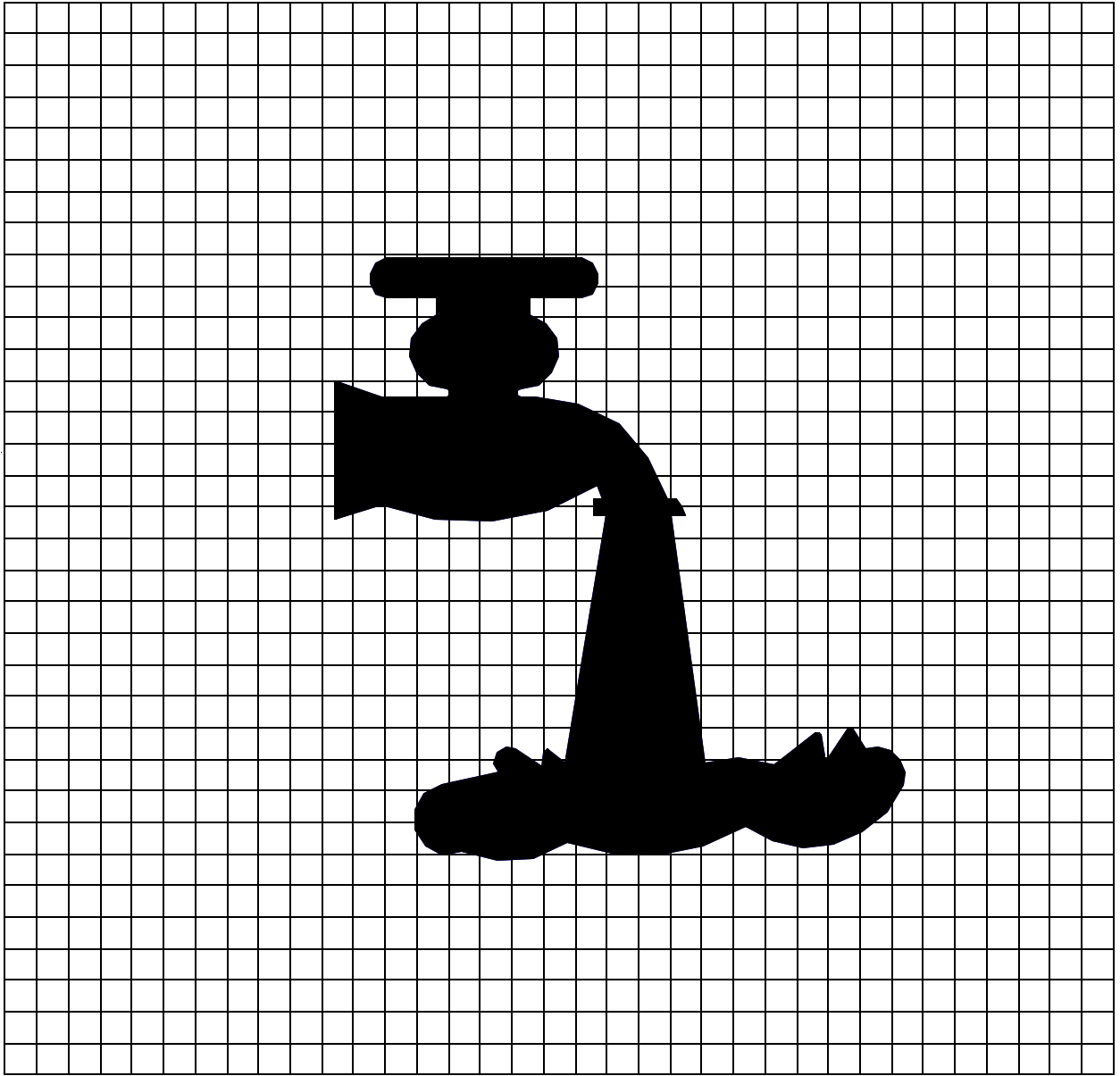


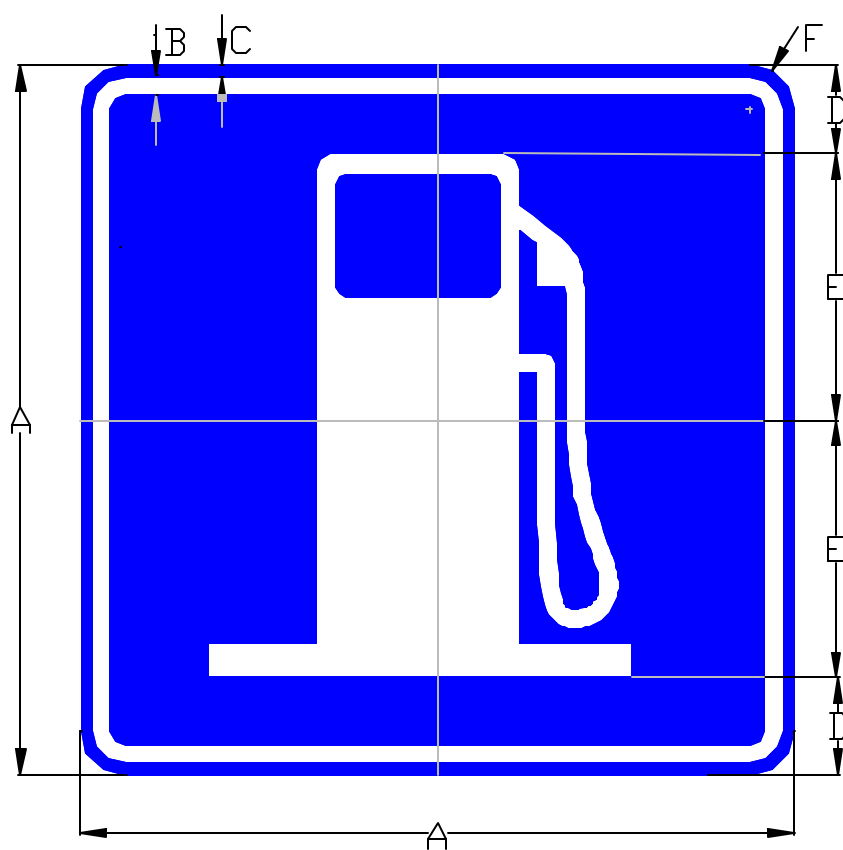




IS-1-3

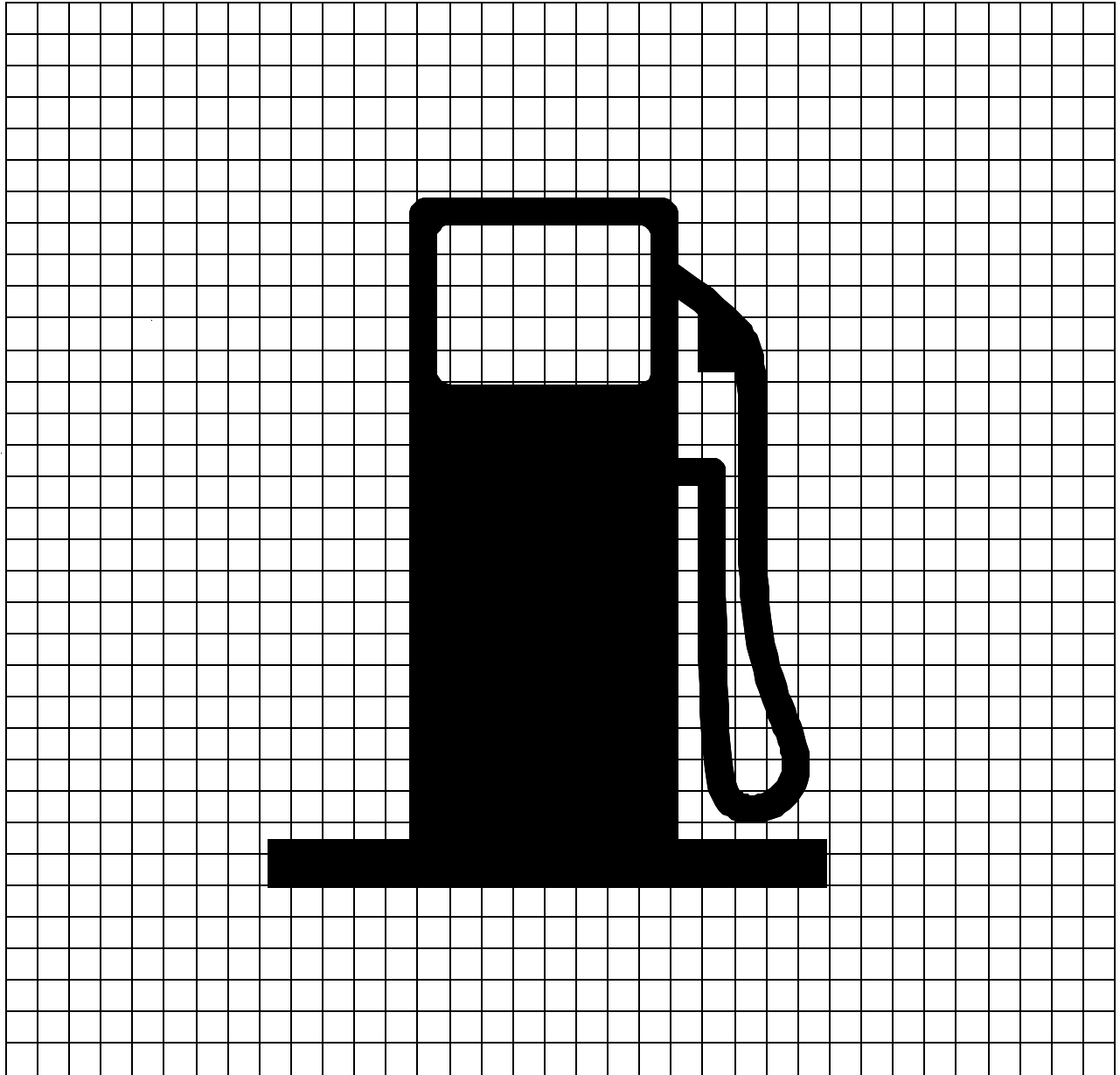
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.8	7.5	15.5	2.9
EST.	61.0	1.6	1.0	10.5	20	3.8



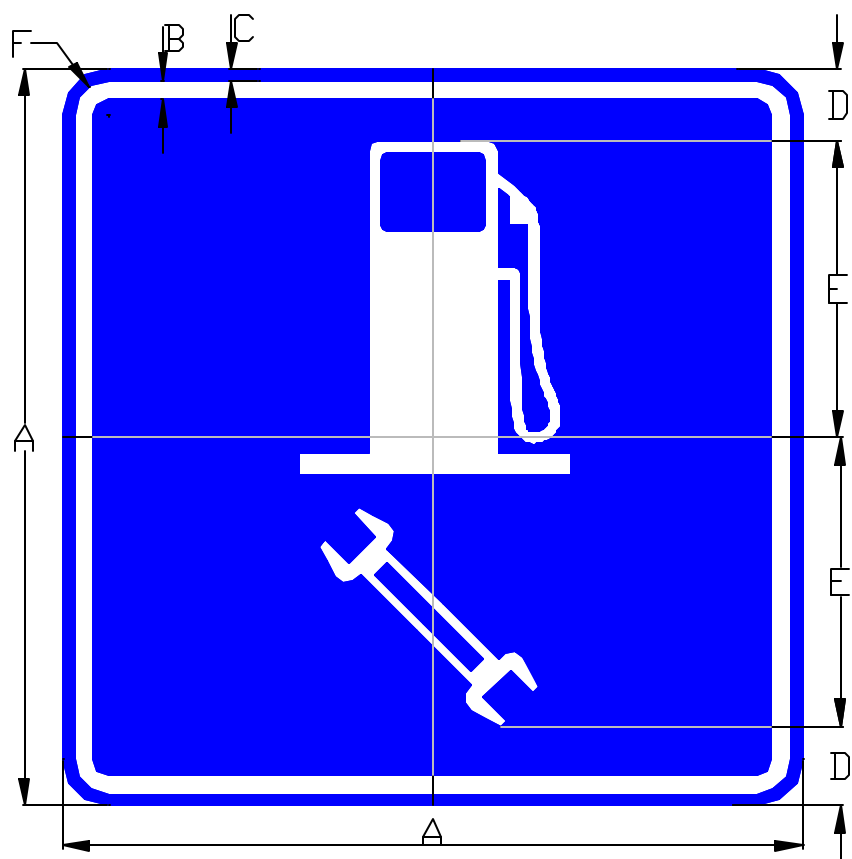


IS-1-4

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.8	16.9	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.7	22.4	3.8

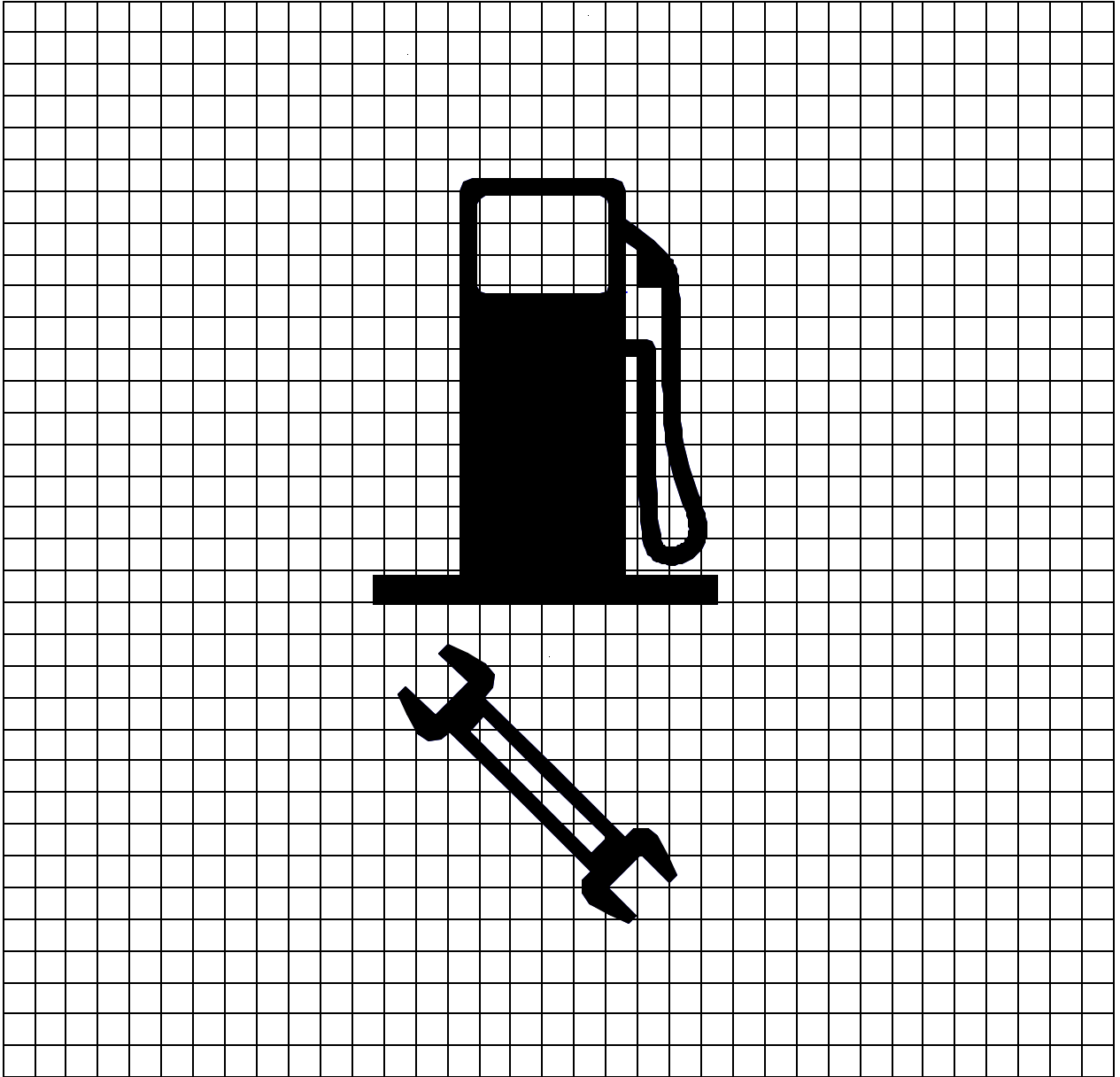


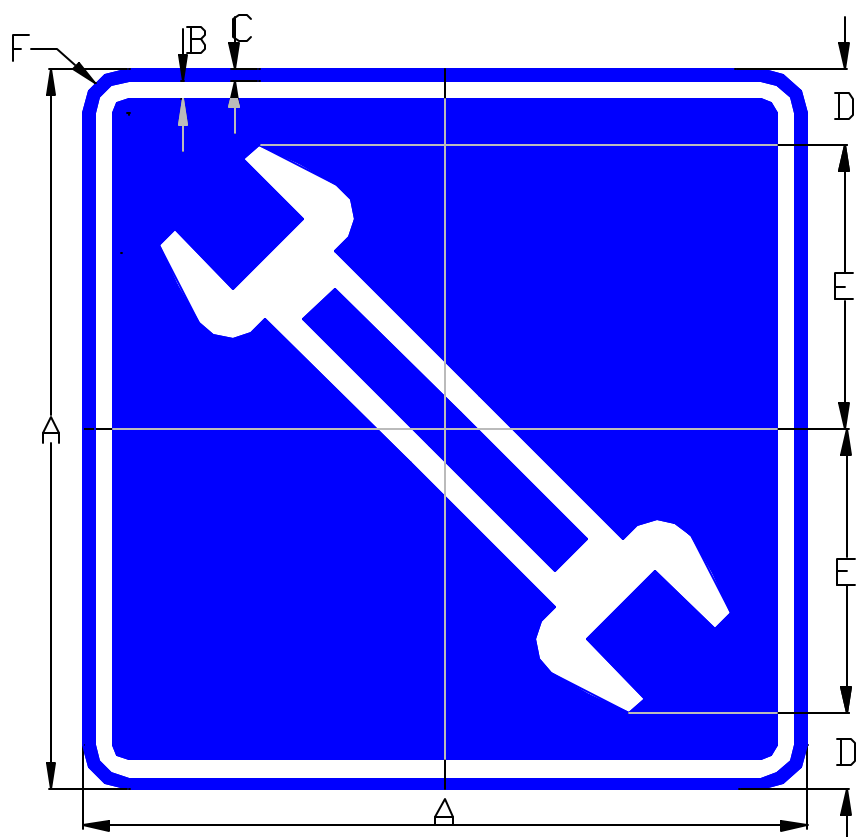




IS-1-5

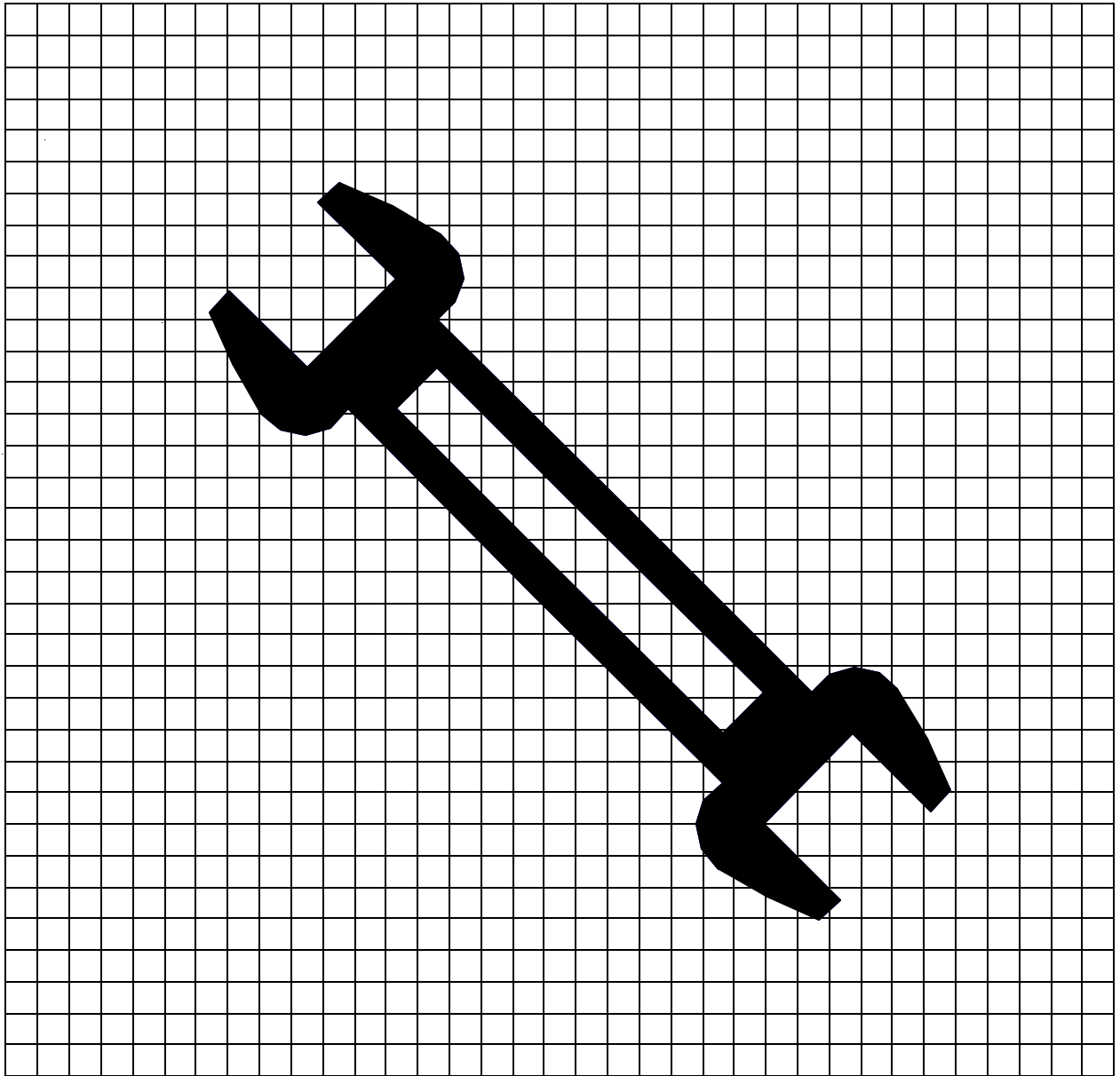
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.5	18.2	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.0	24.2	3.8

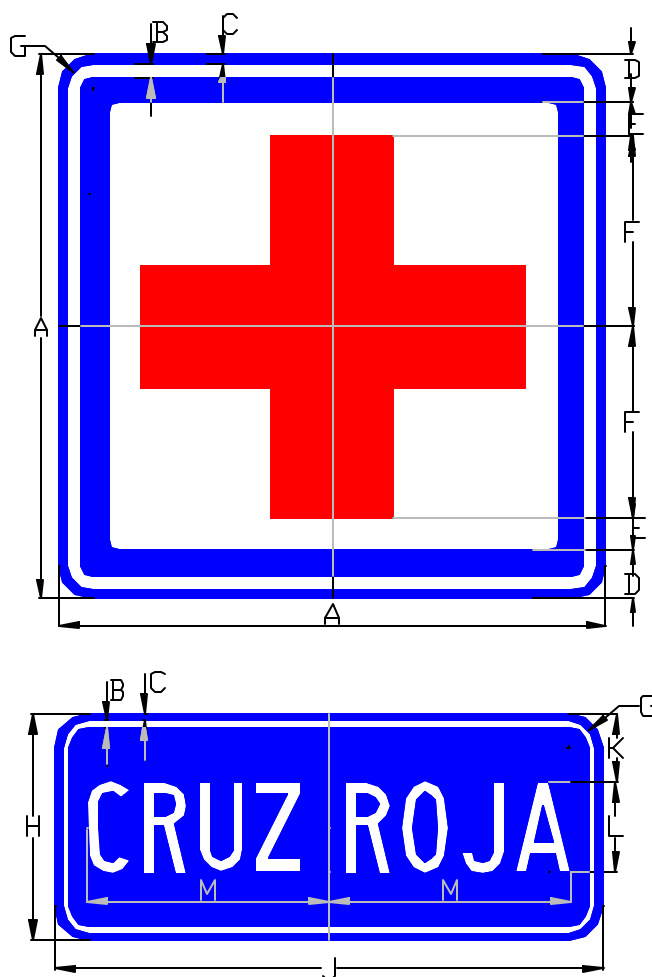




IS-1-6

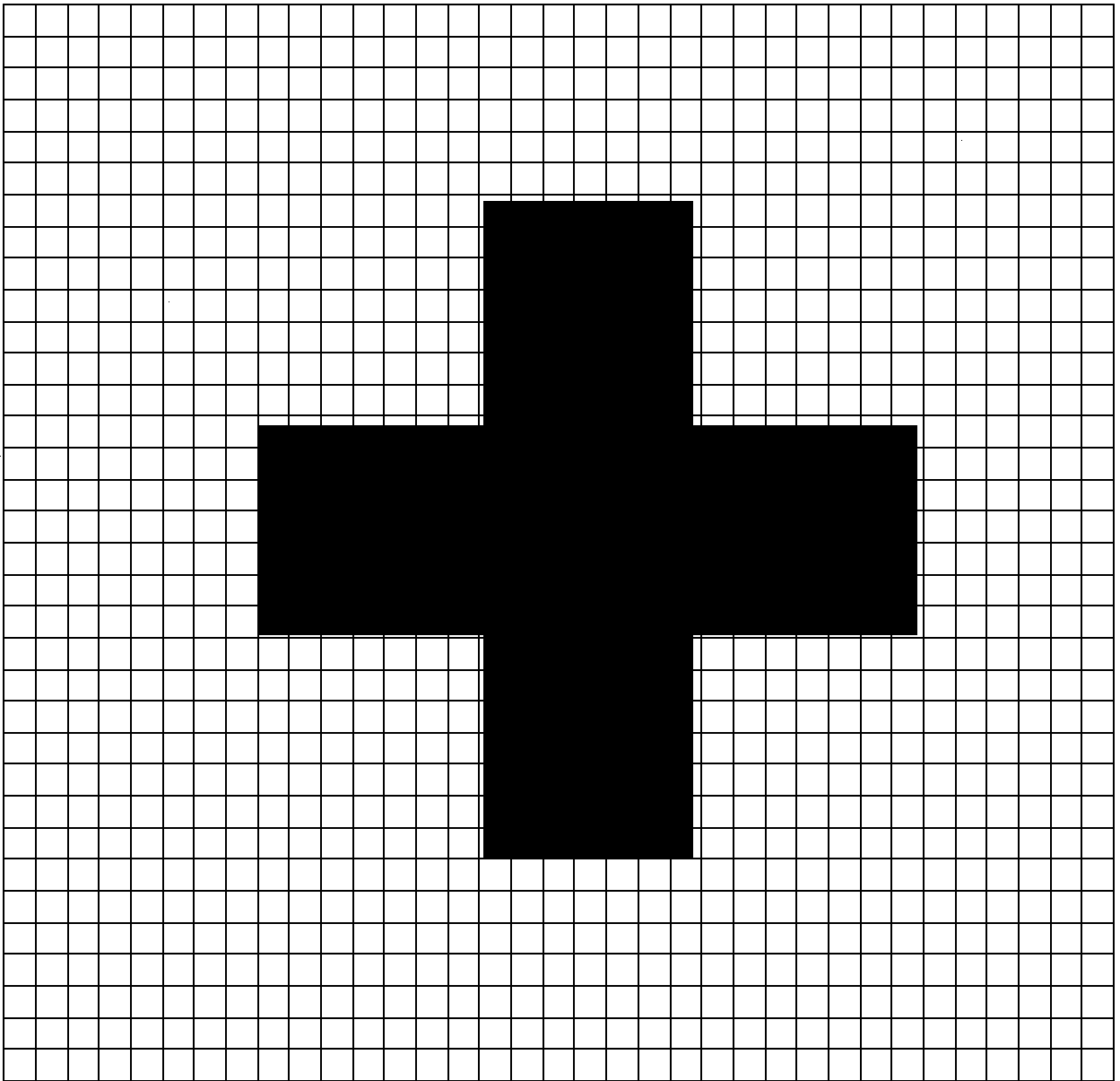
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.8	18.2	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.4	24.1	3.8

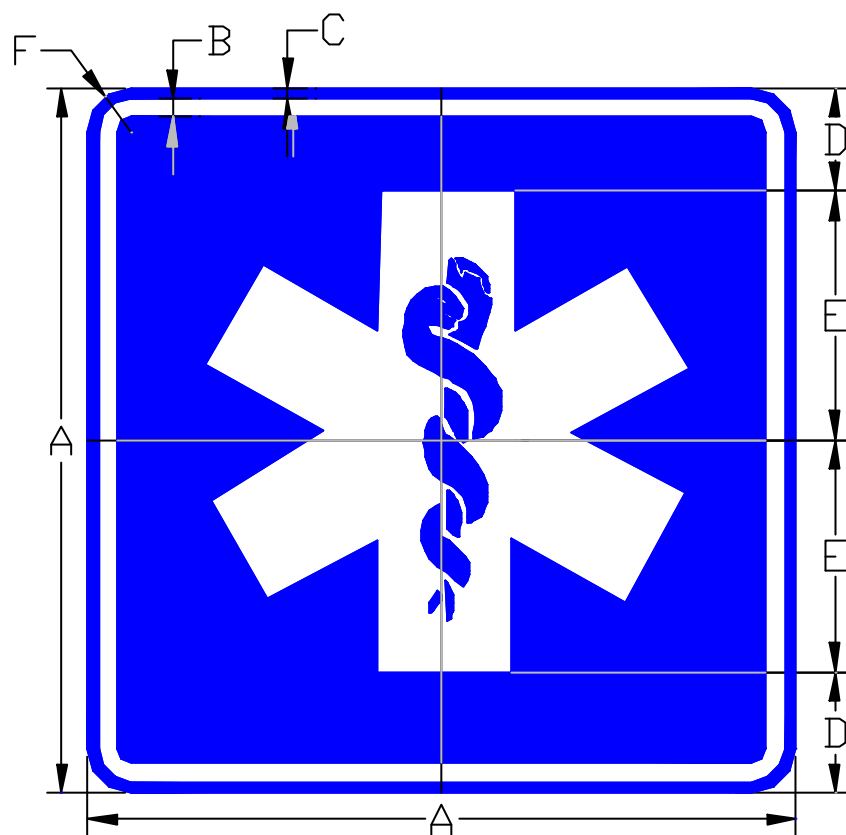




IS-1-7

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
MIN	46	1.2	0.8	3.9	2.9	16.1	2.9	20	46	6.3	7.5B	17.5
EST.	61	1.6	1.0	5.2	3.9	21.4	3.8	25	61	7.5	10B	23.3

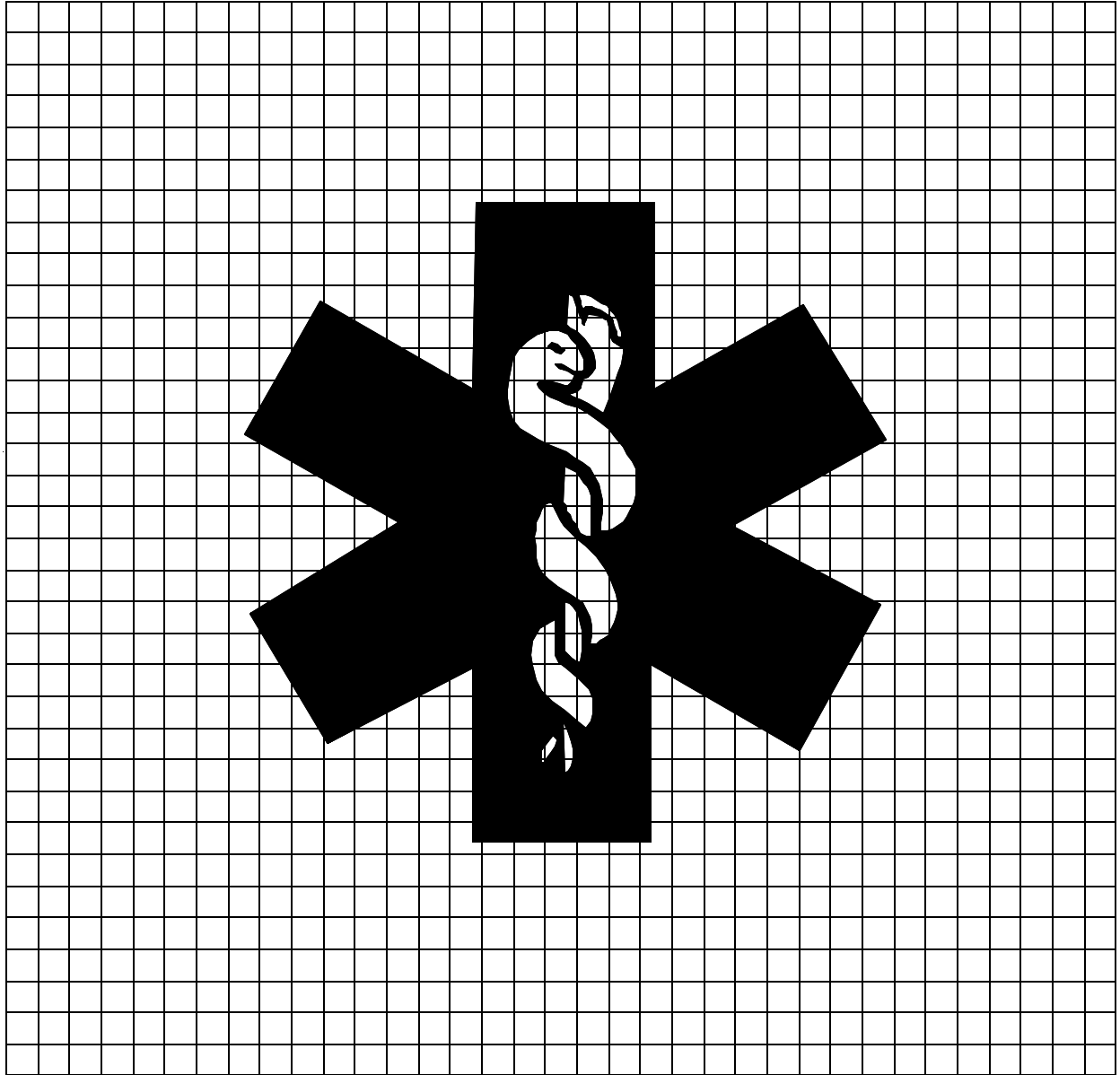




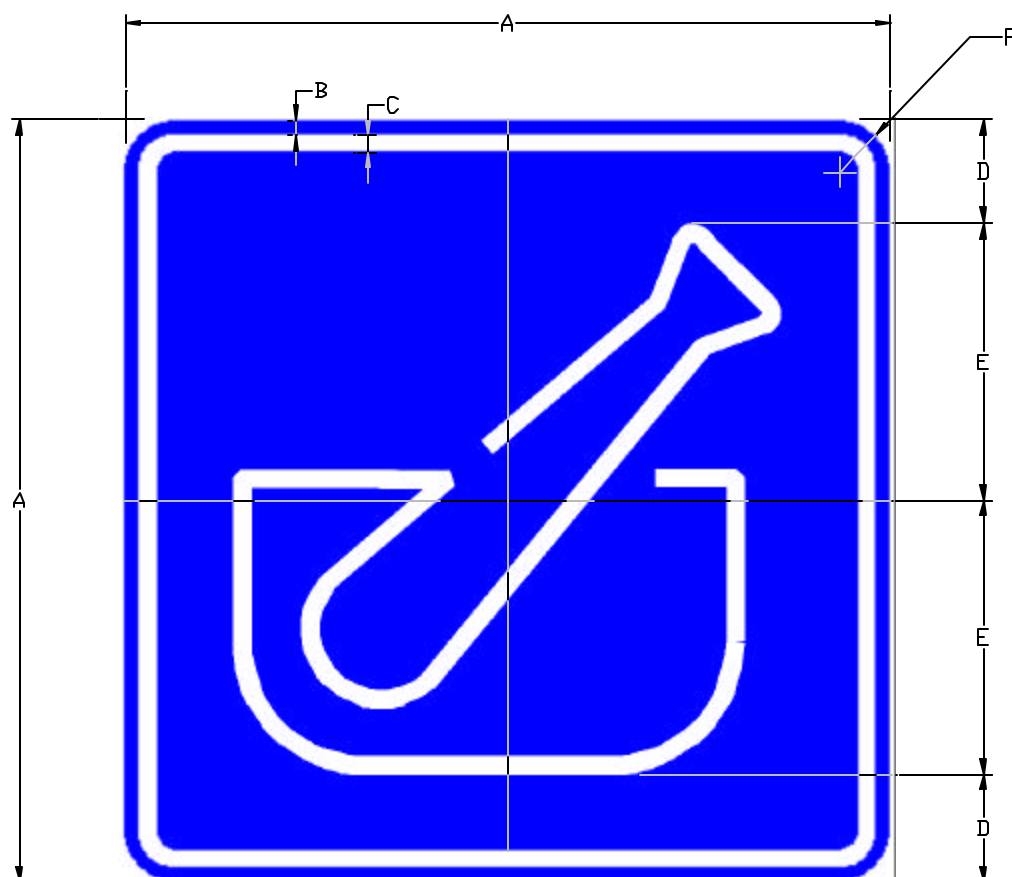
IS-1-8

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	7.5	15.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	10.0	20.6	3.8

C.671

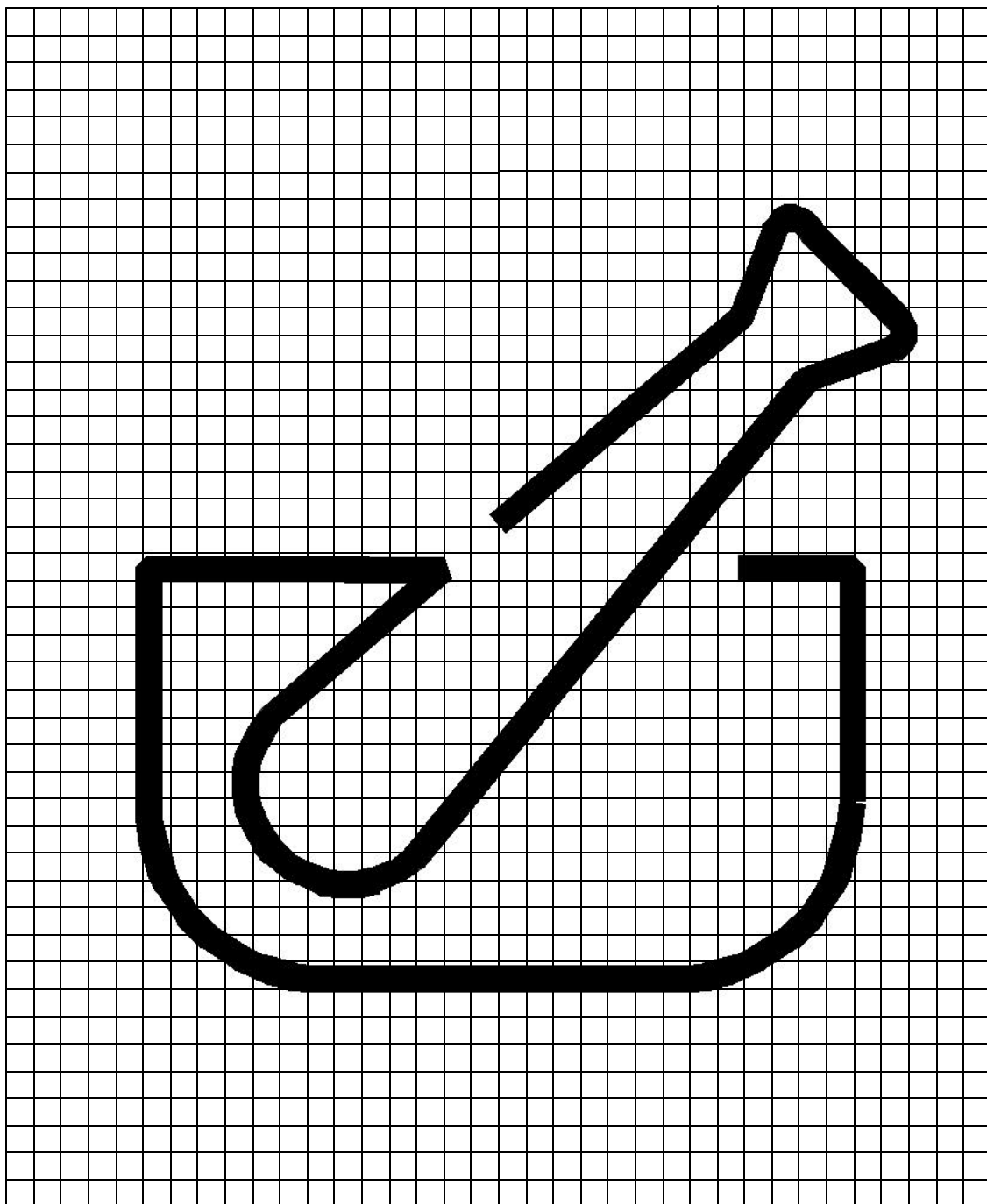


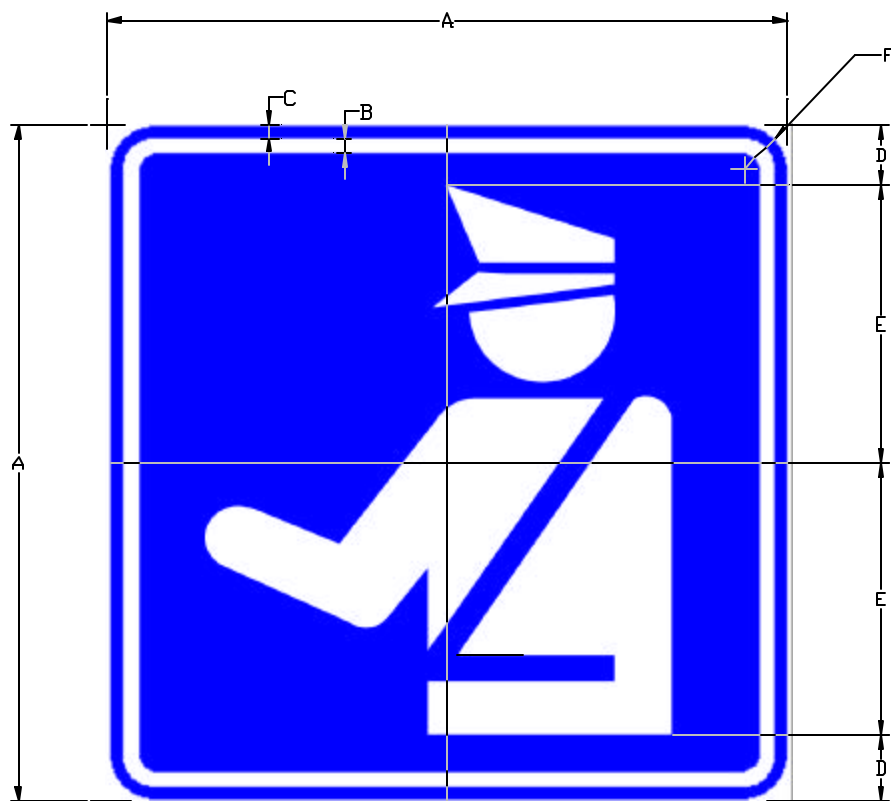




IS-1-9

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46	1.2	0.8	6.2	16.7	2.9
EST	61	1.6	1.0	8.3	22.1	3.8

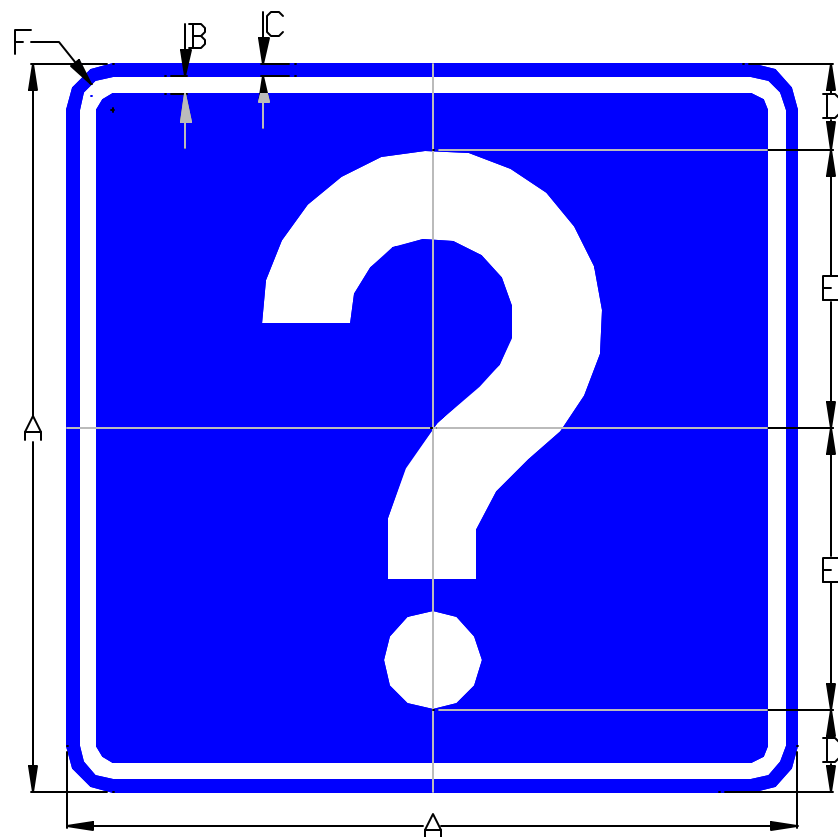




IS-1-10

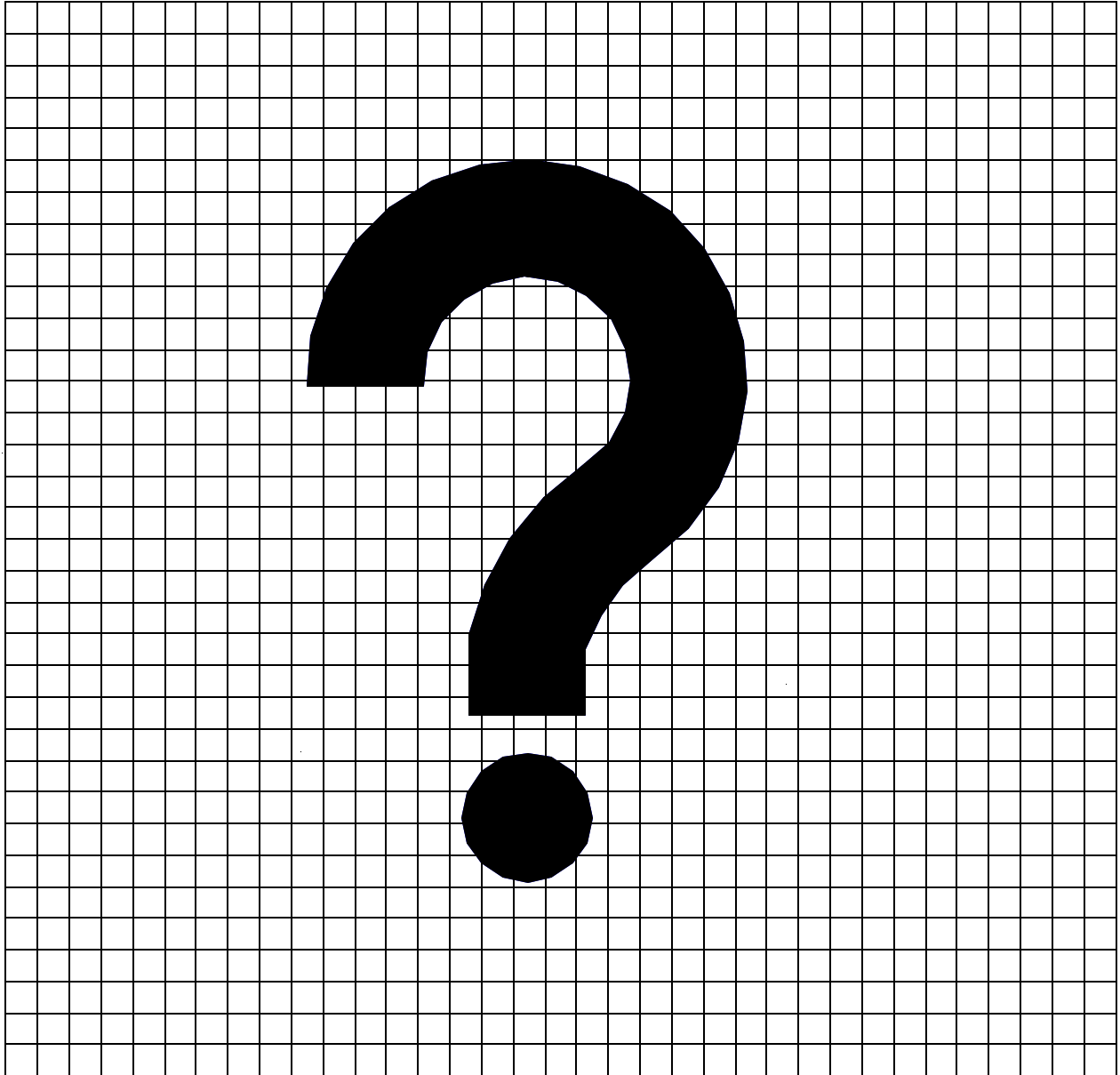
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46	1.2	0.8	4.4	18.6	2.9
EST.	61	1.6	1.0	5.8	24.7	3.8

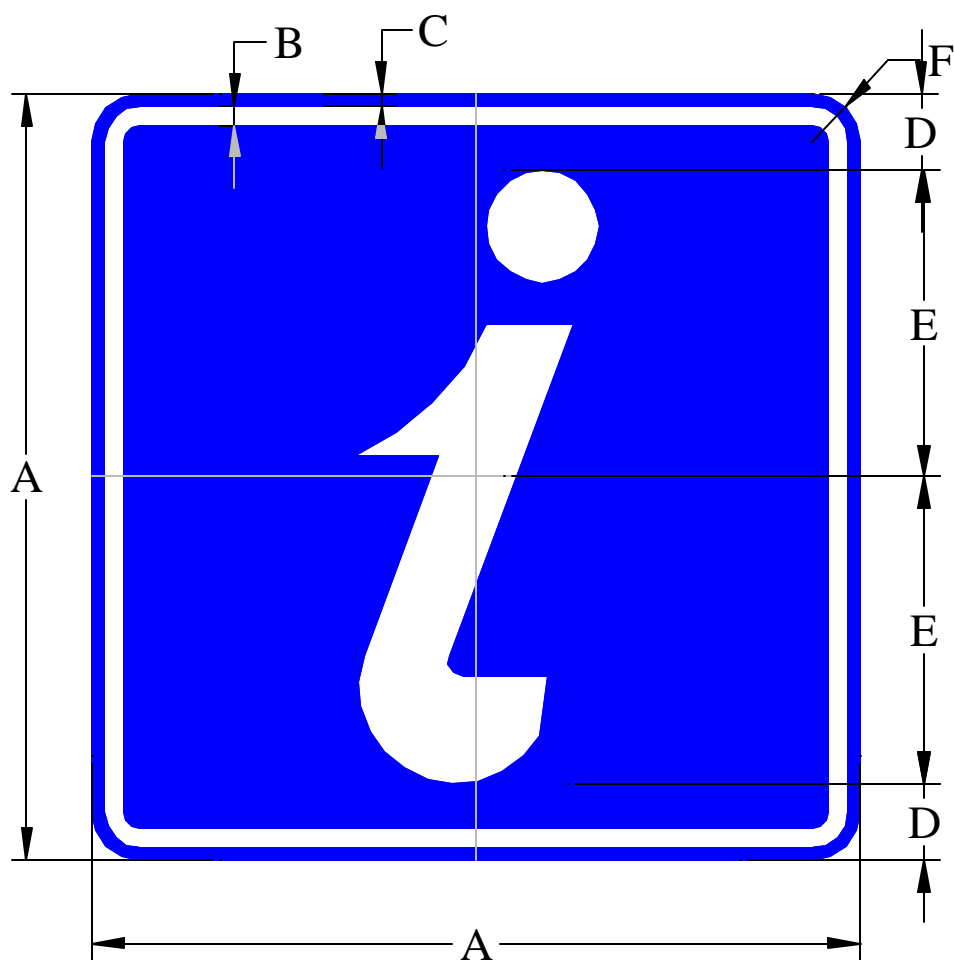




IS-1-11

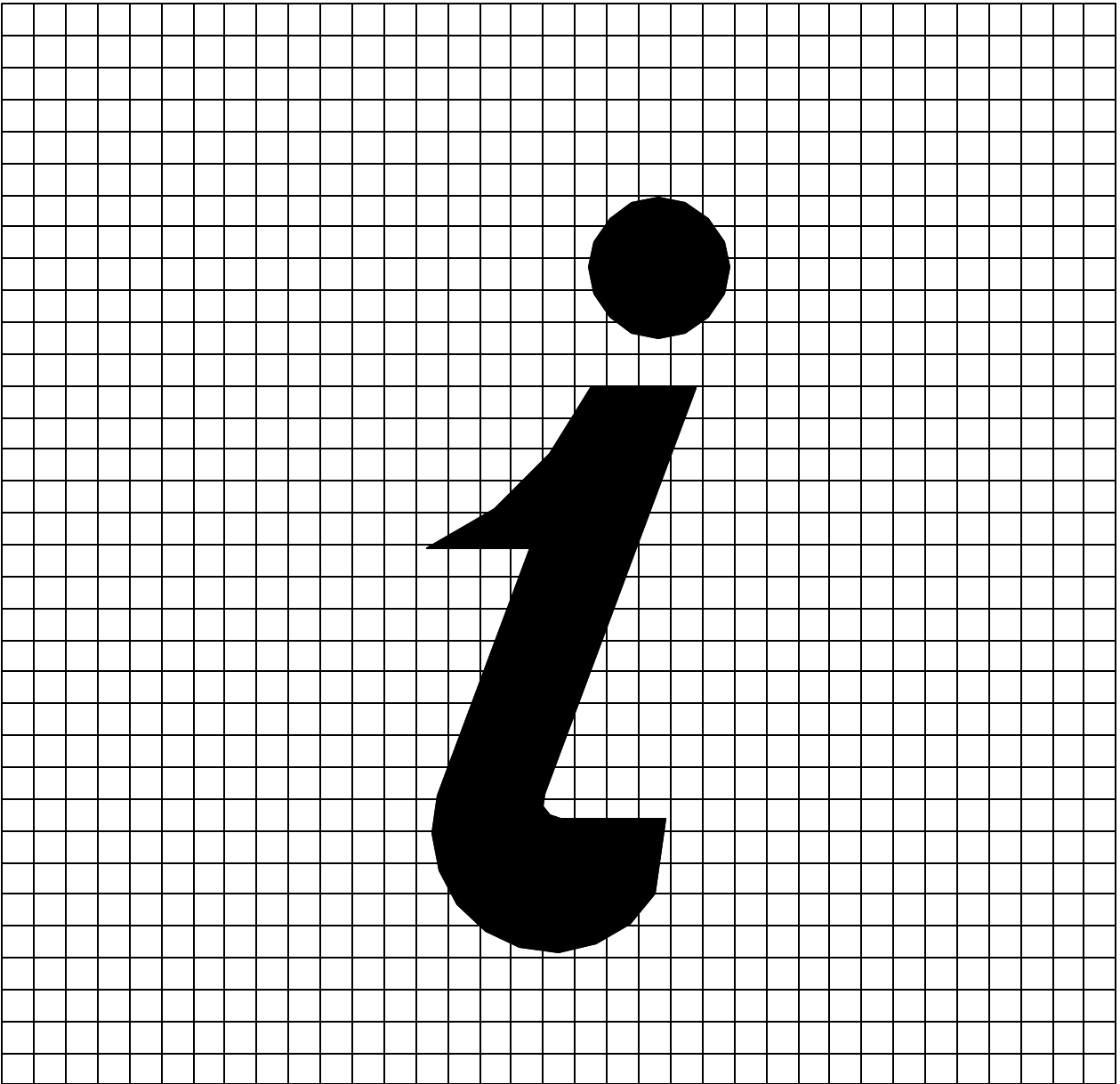
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	E	D	F
MIN.	46	1.2	0.8	18	5.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	23.5	7.0	3.8



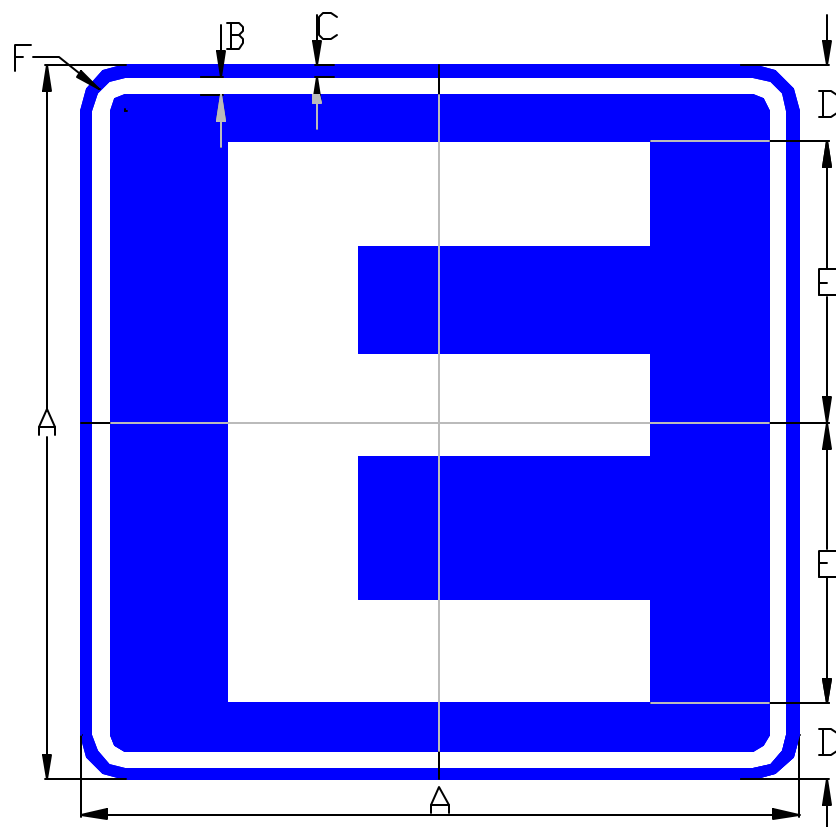


IS-1-11-GUA

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.8	4.5	18.5	2.9
EST.	61.0	1.6	1.0	6.0	24.5	3.8

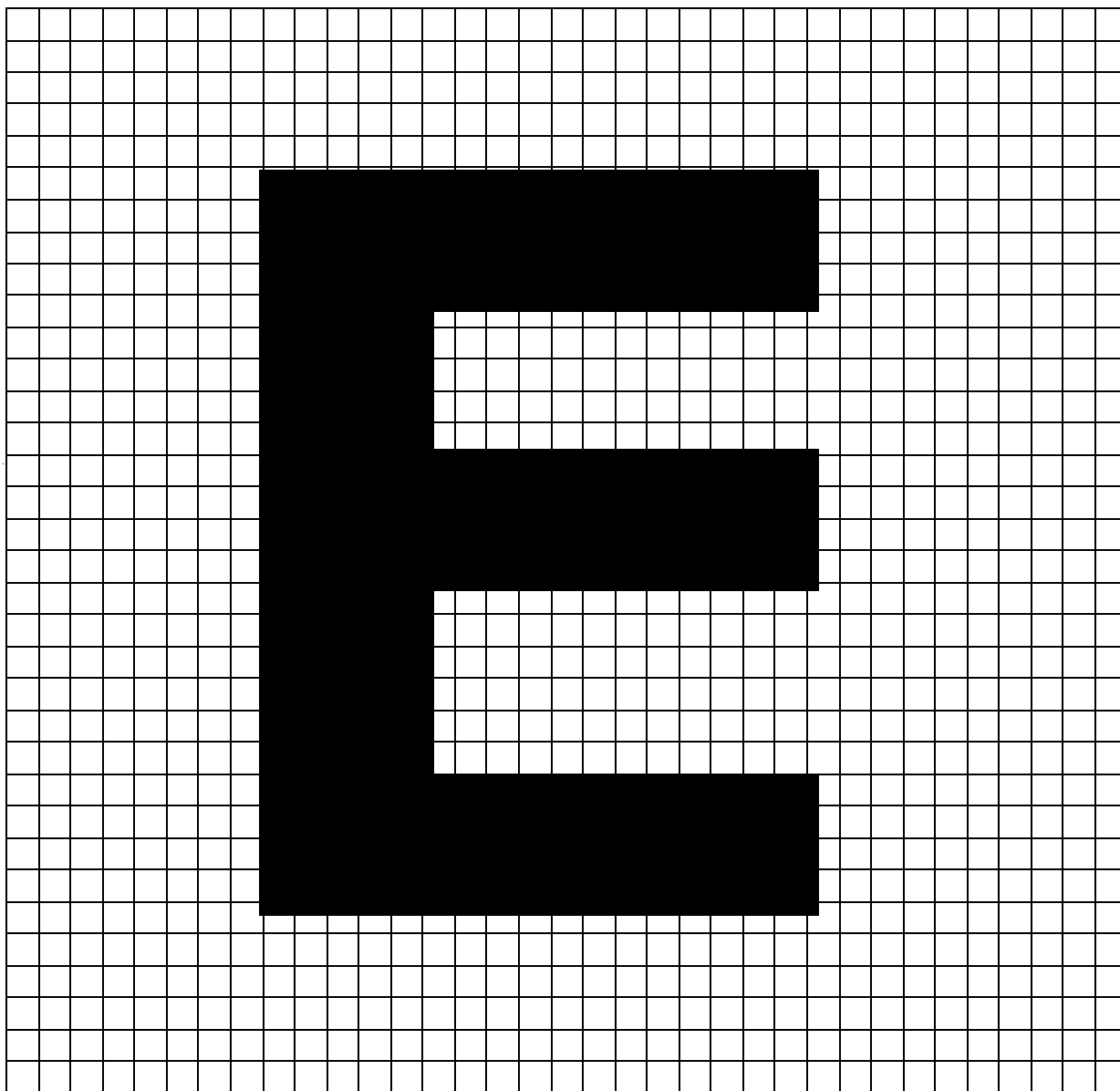


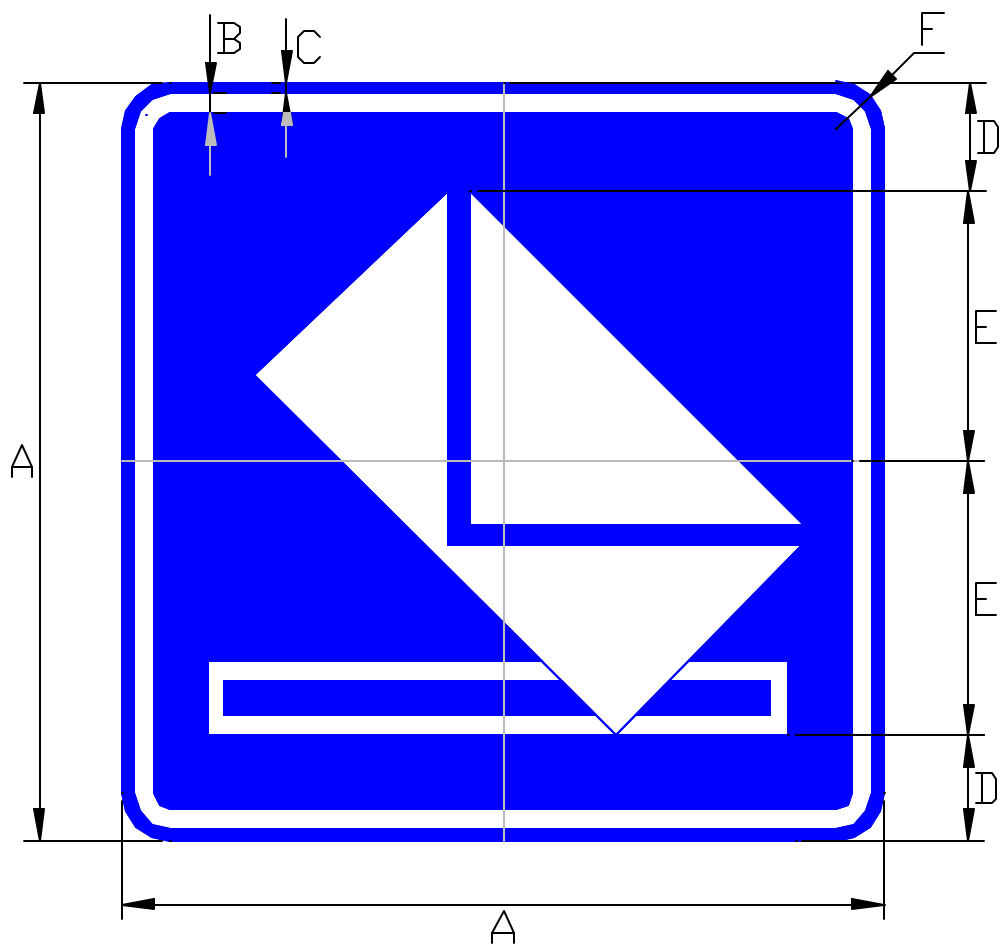




IS-1-12

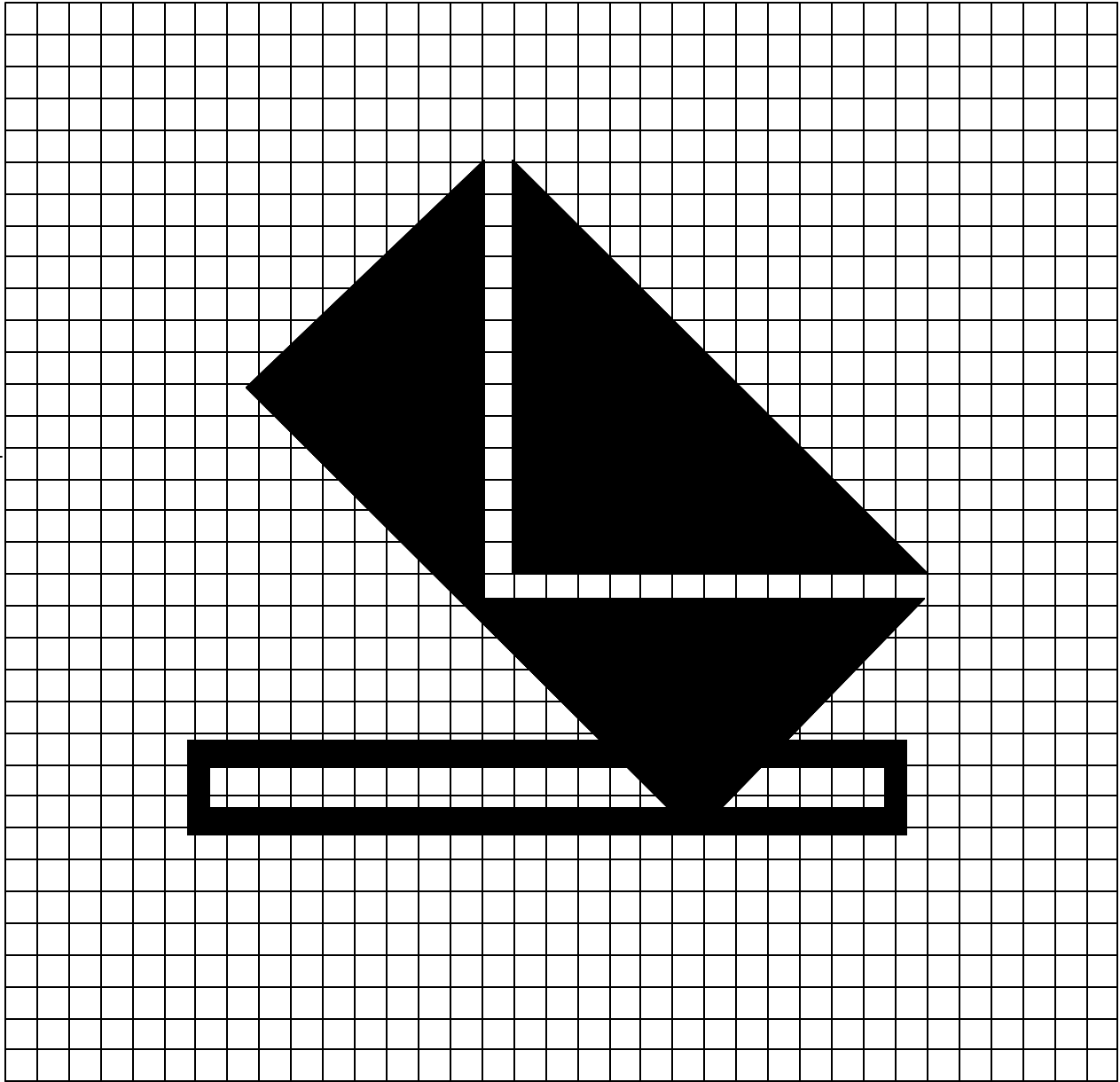
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.8	18.1	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.4	24.0	3.8

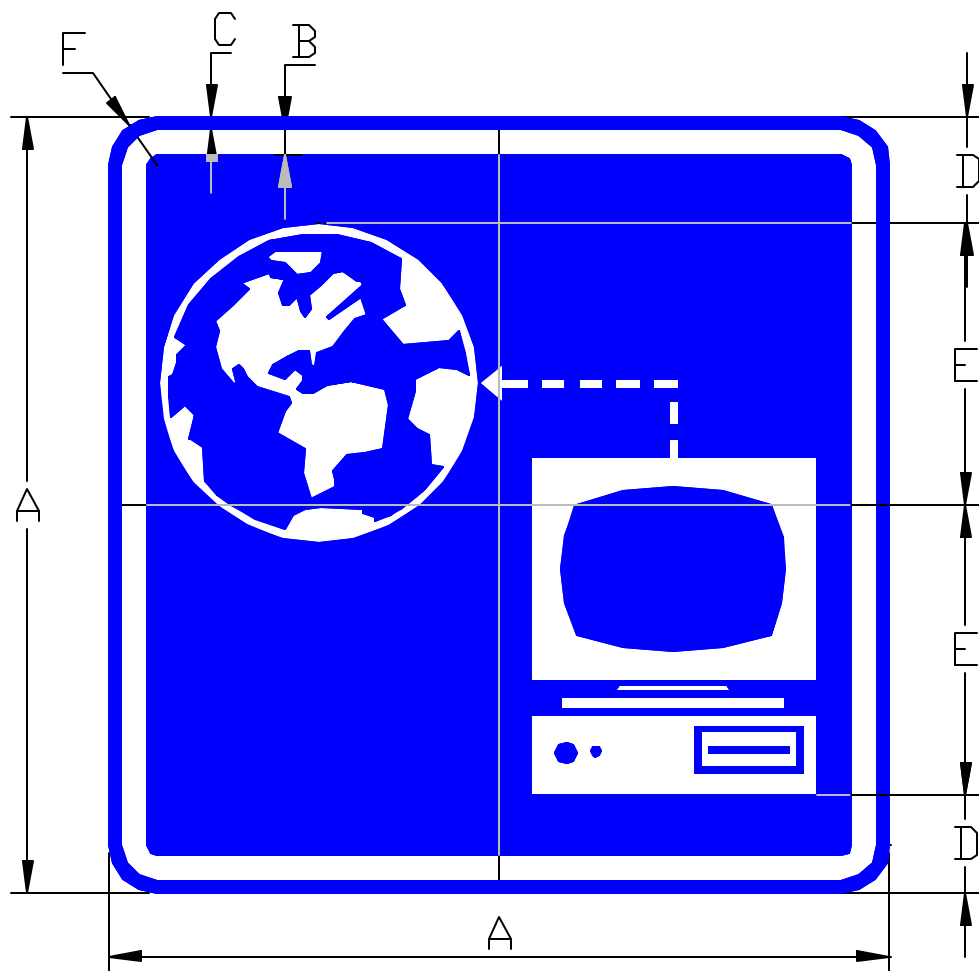




IS-1-13

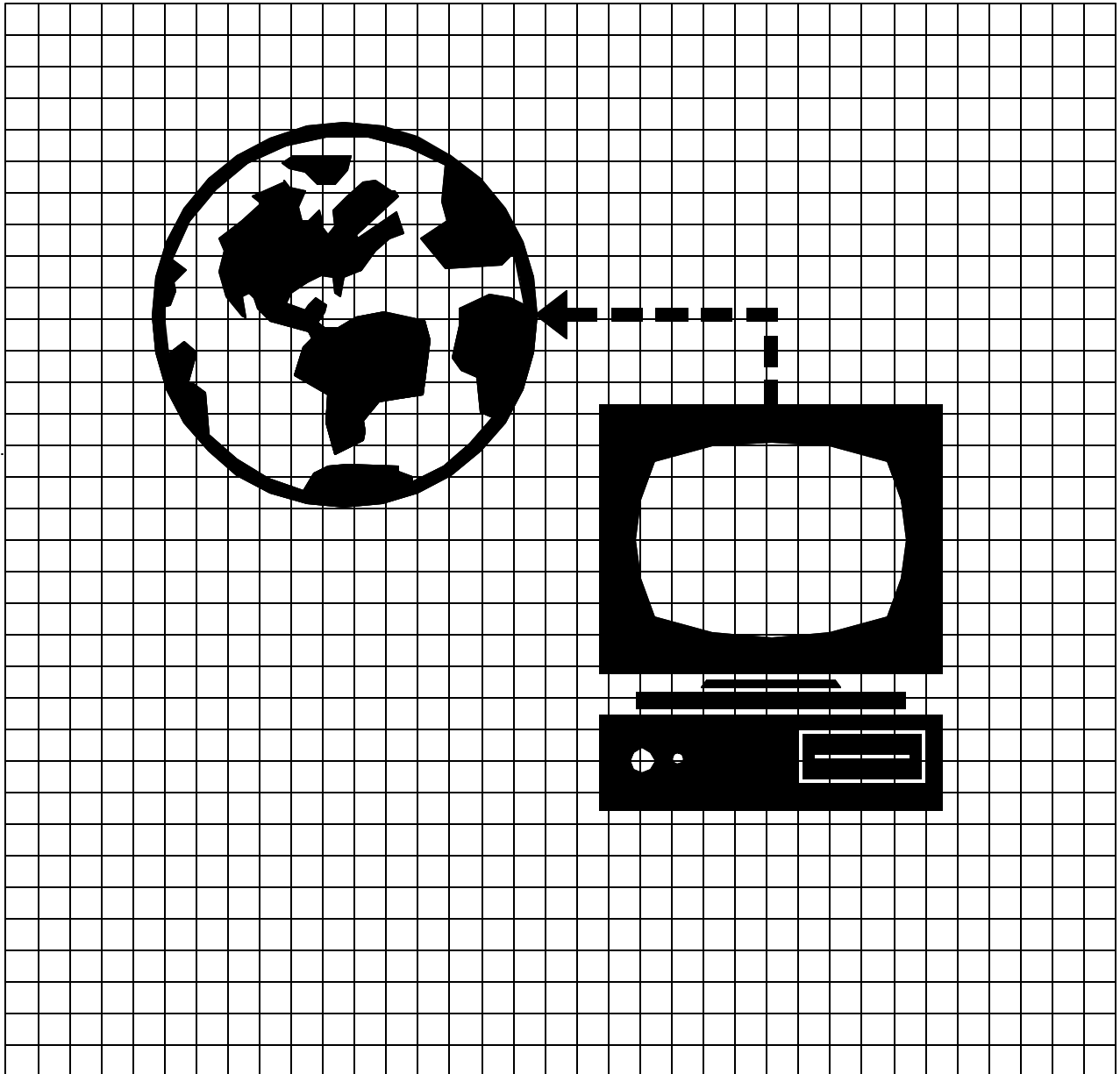
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.8	6.5	16.5	2.9
EST.	61.0	1.6	1.0	8.5	22	3.8

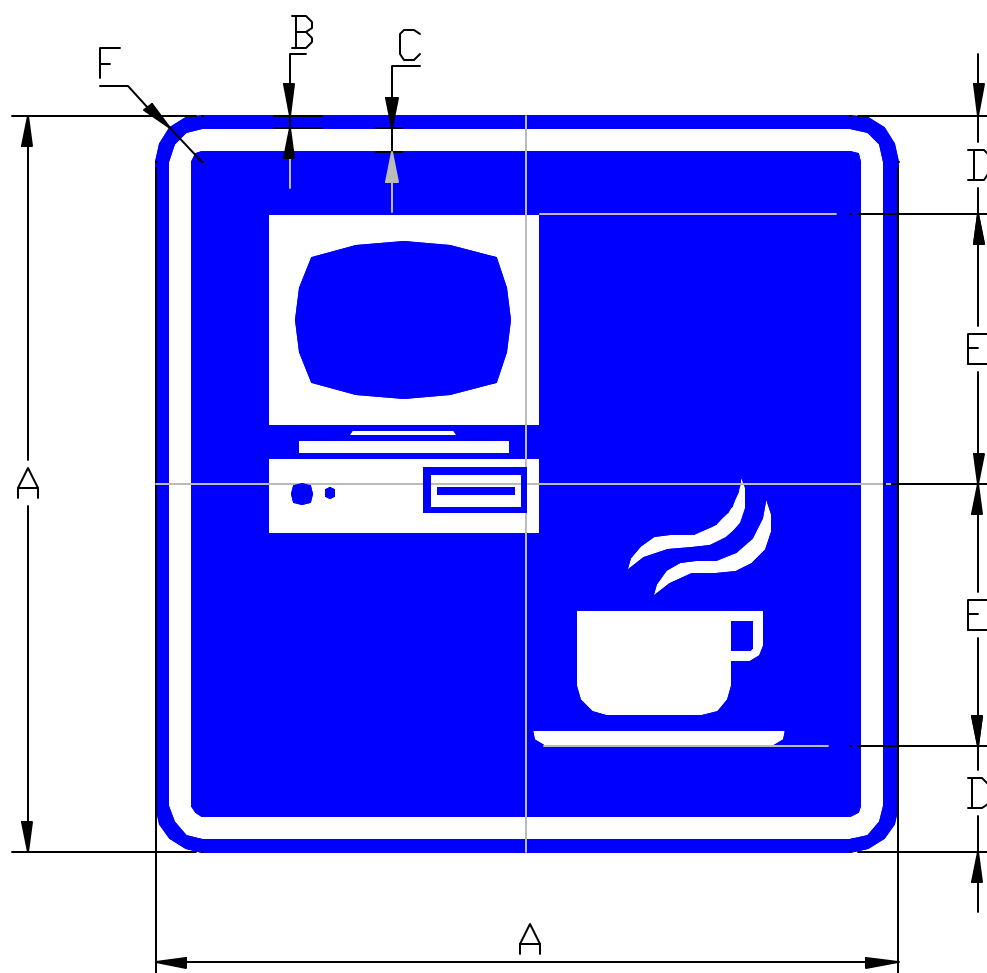




IS-1-14

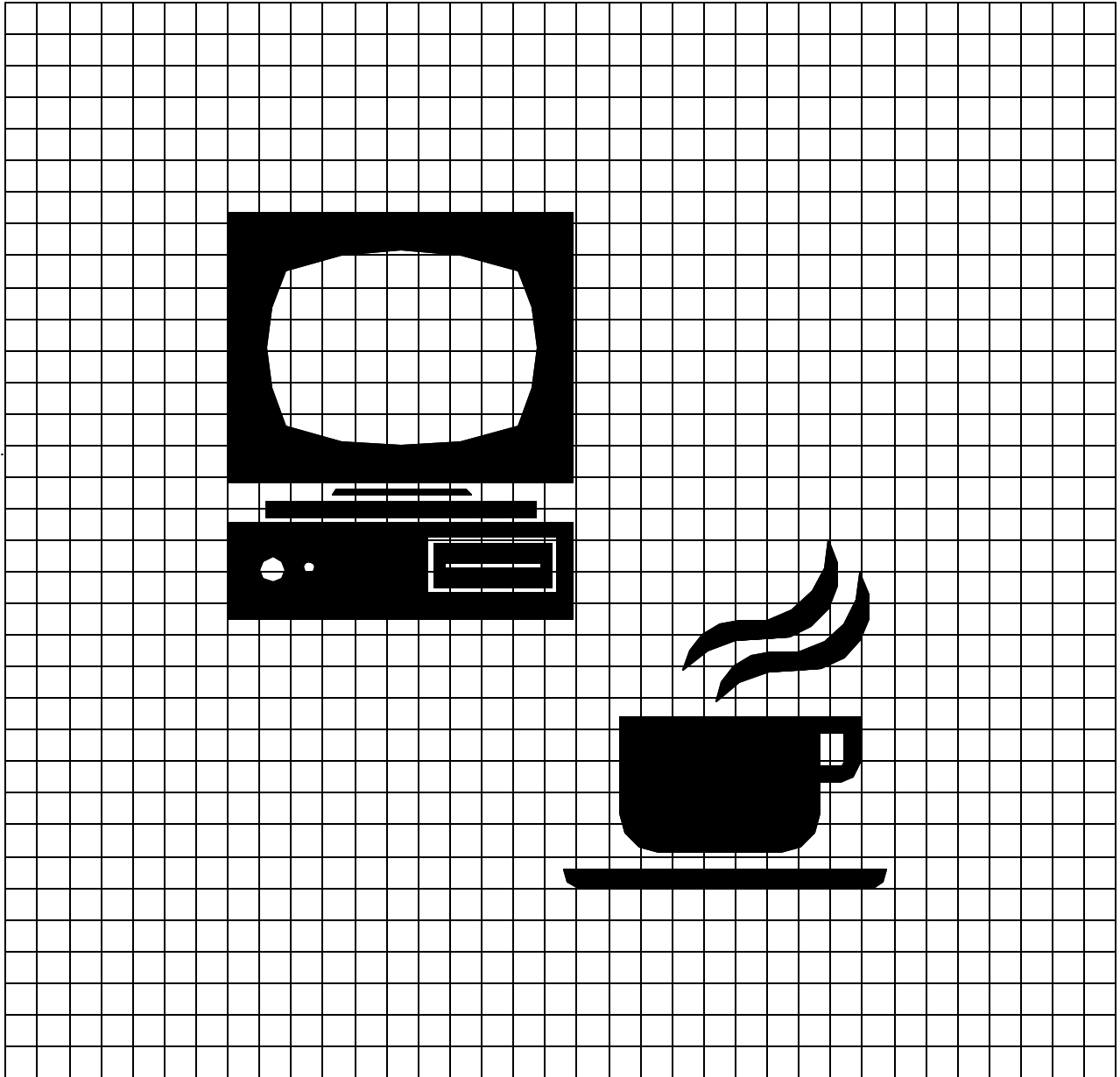
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.8	6.0	17.0	2.9
EST.	61.0	1.6	1.0	8.0	22.5	3.8



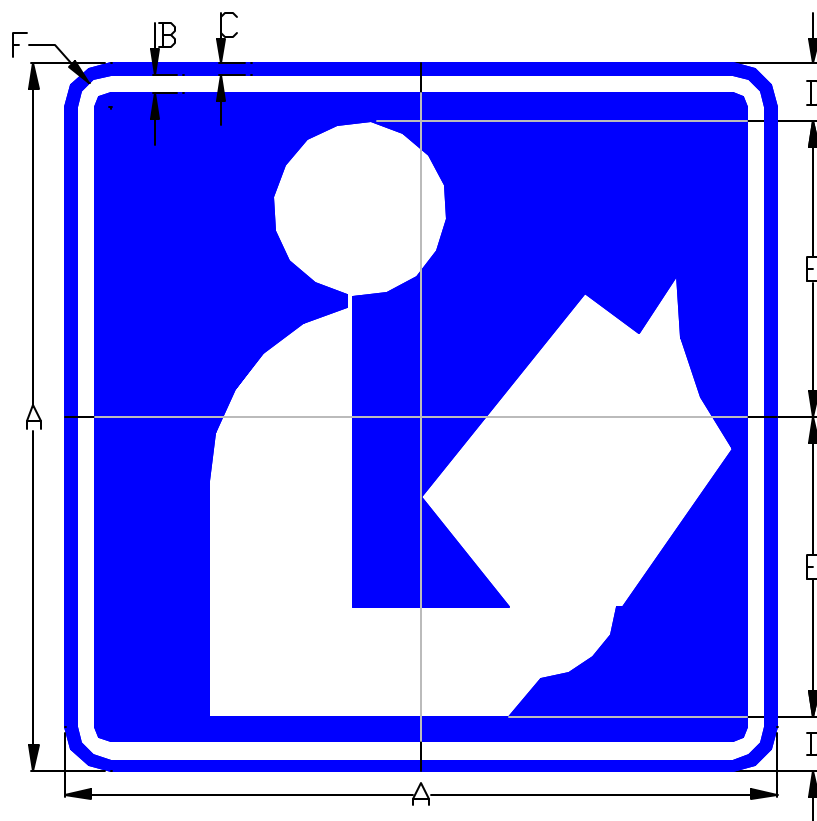


IS-1-15

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.8	6.5	16.5	2.9
EST.	61.0	1.6	1.0	8.5	22	3.8

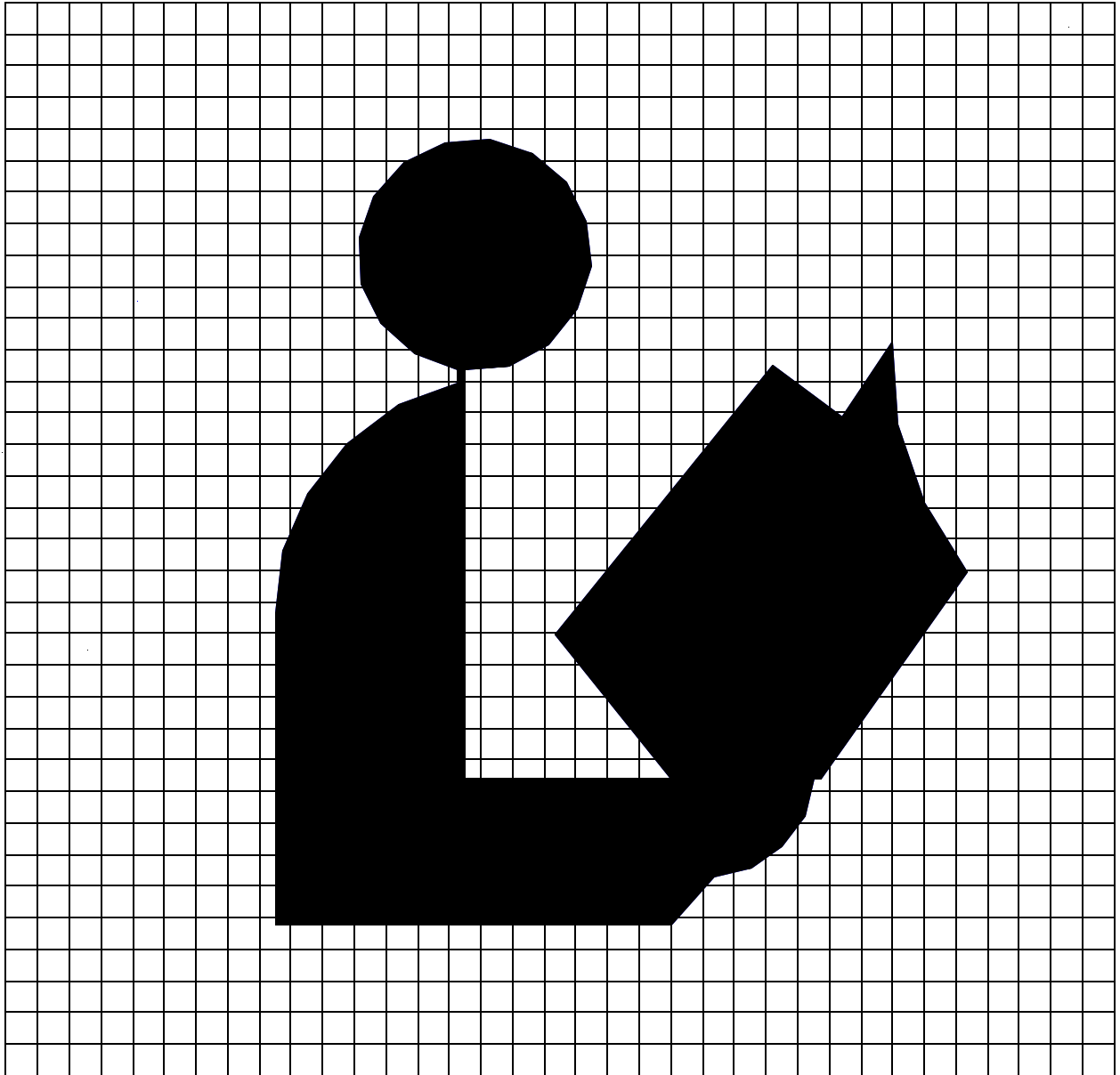


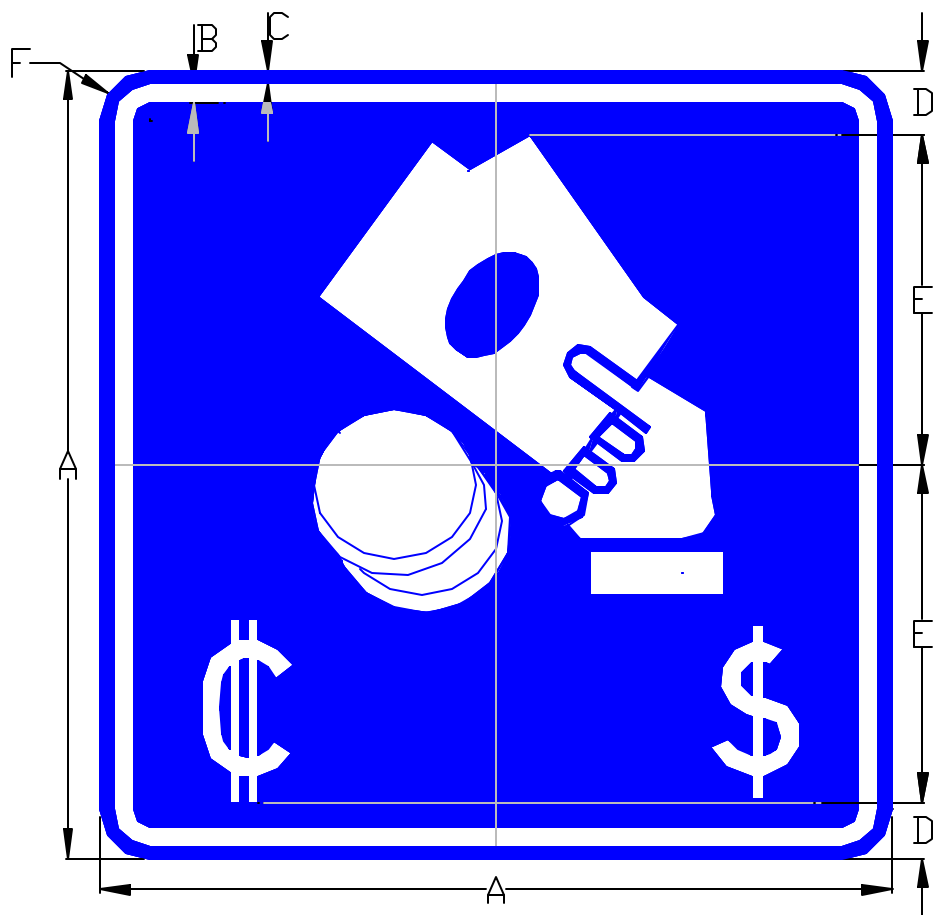




IS-1-16

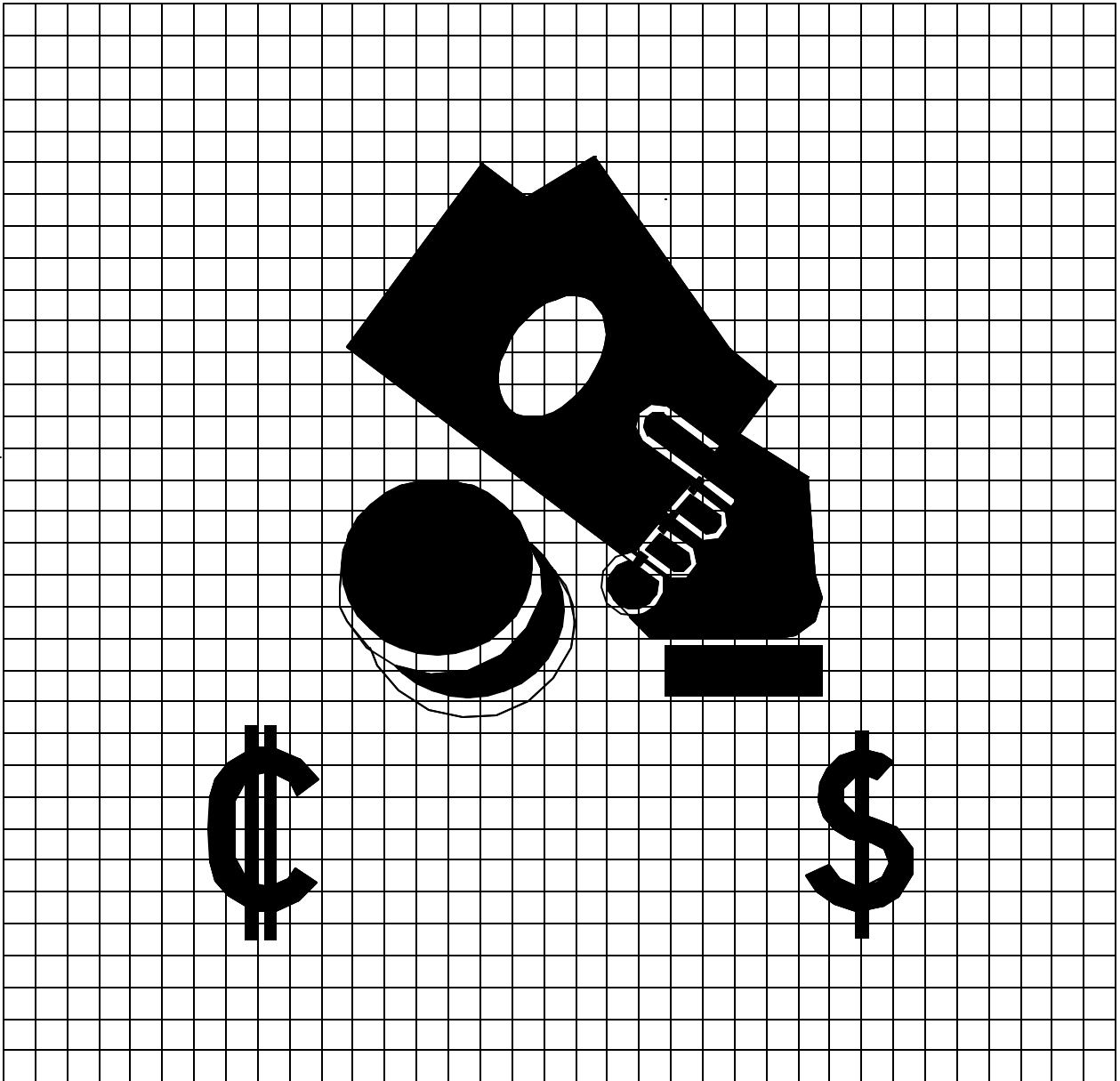
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	3.9	19.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	5.2	25.2	3.8

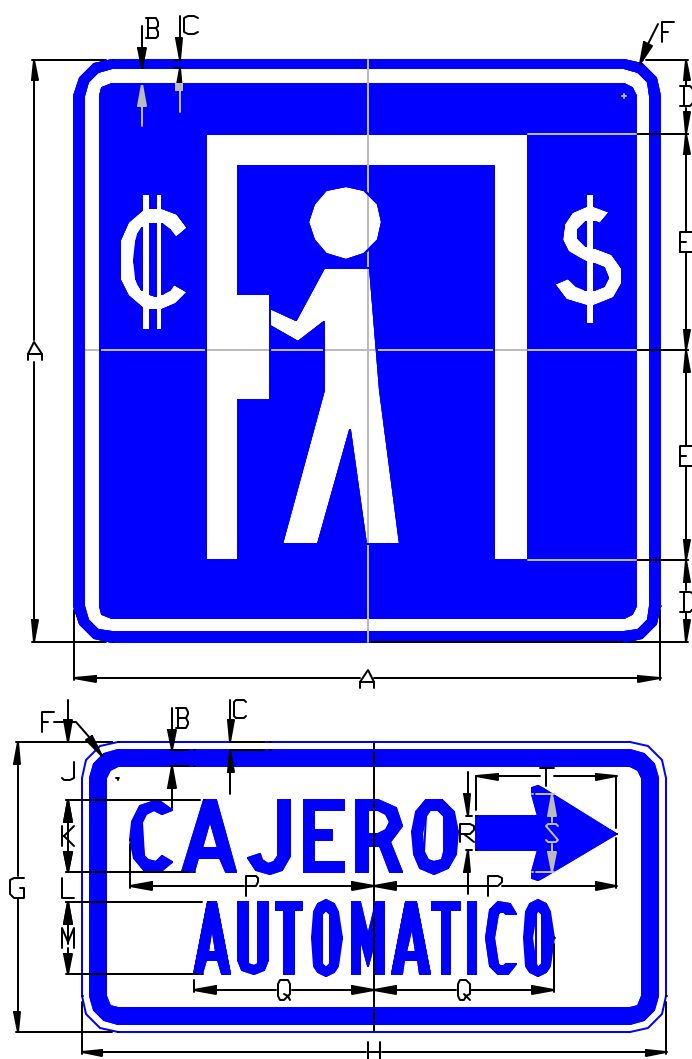




IS-1-17

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	3.4	19.6	2.9
EST.	61	1.6	1.0	4.5	26.0	3.8

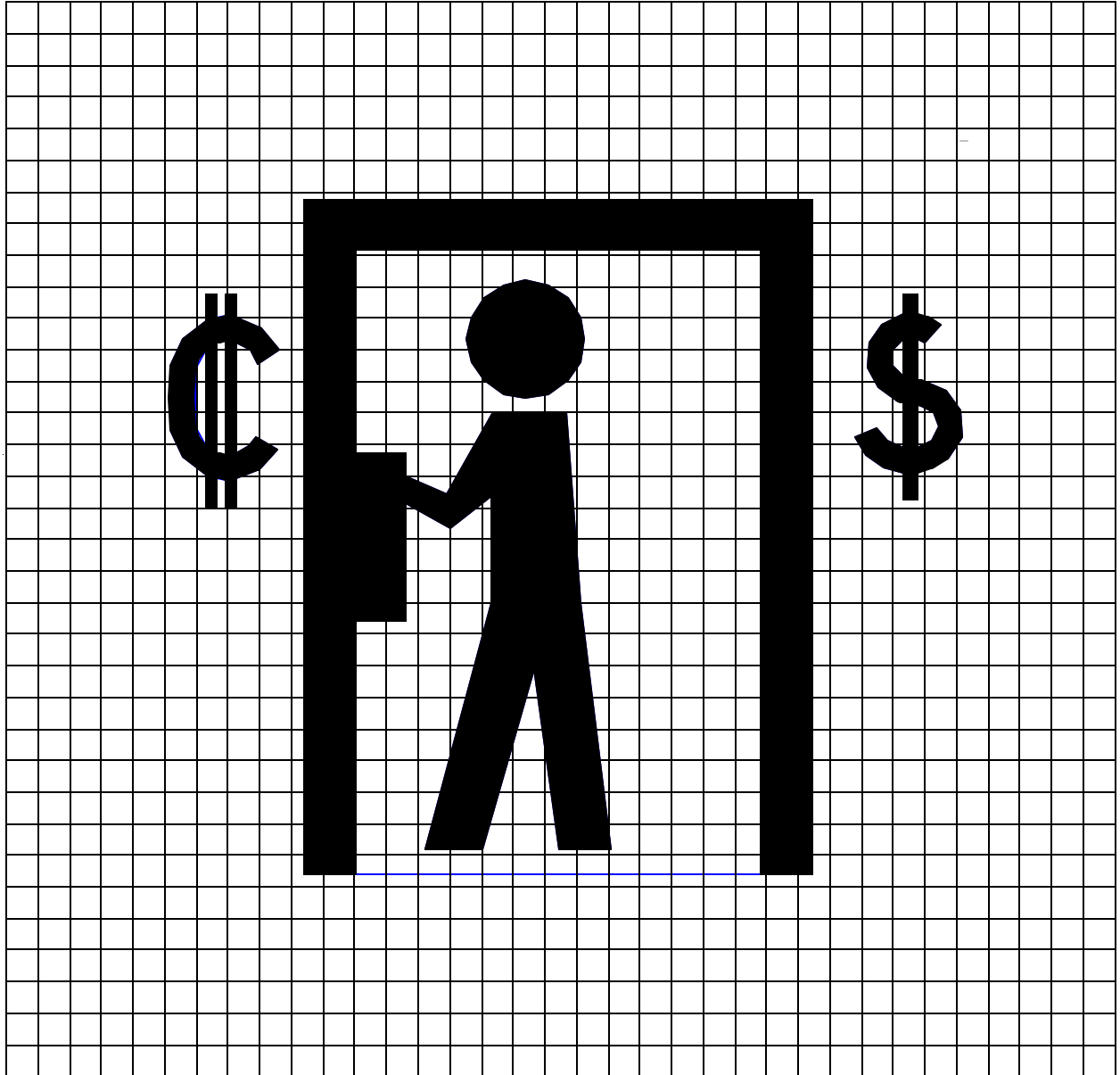


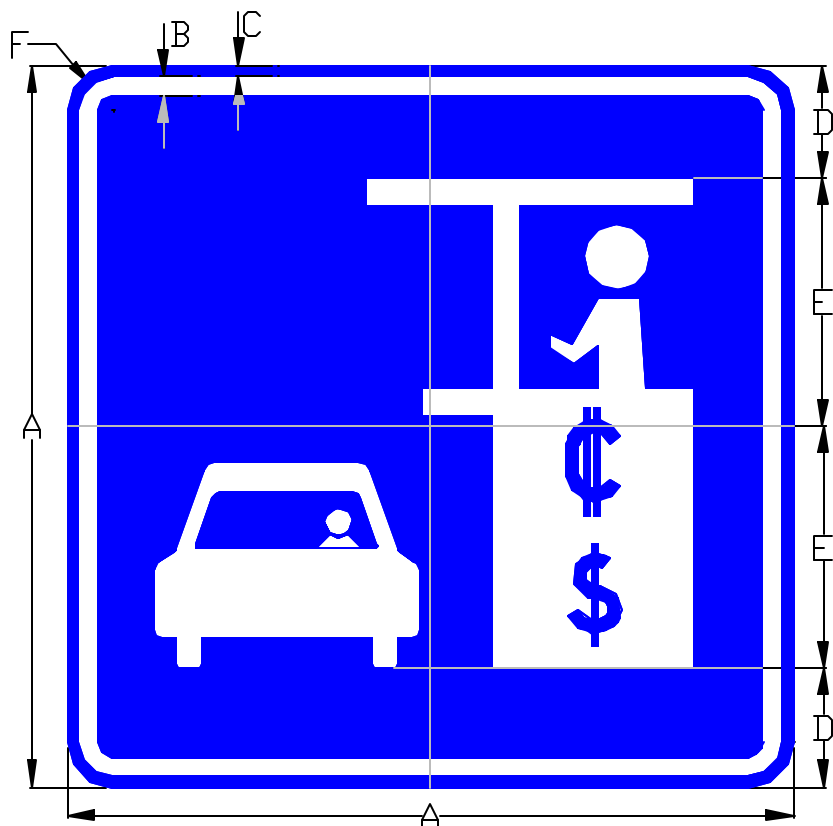


IS-1-18

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	46.0	1.2	0.8	6.3	16.7	2.9	23.0	46.0	5.0	5C
EST.	61.0	1.6	1.0	8.4	22.1	3.8	30.5	61.0	6.0	7.5C

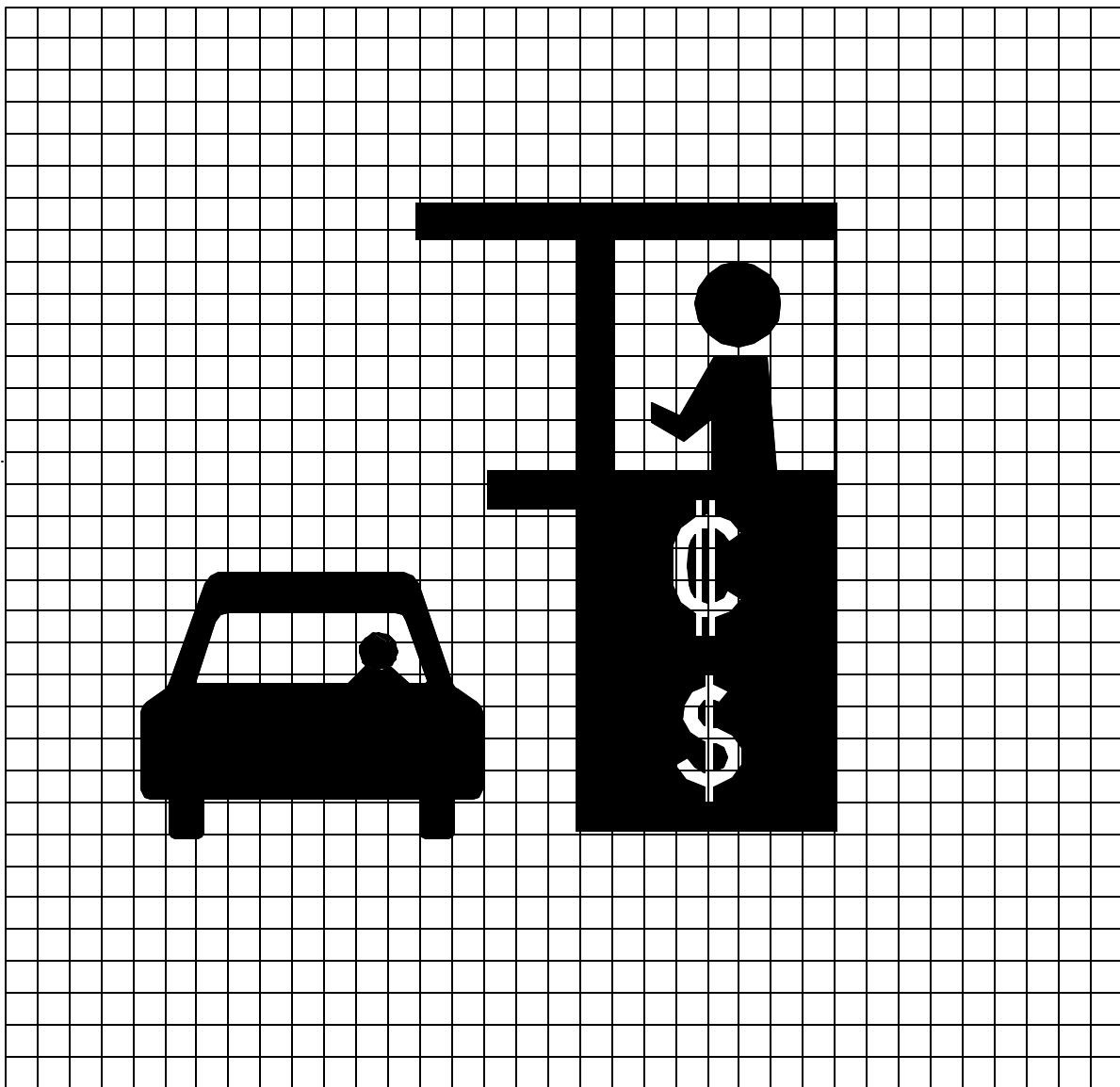
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)						
	L	M	P	Q	R	S	T
MIN.	3.0	5B	18.9	12.7	3.0	2.3	10.6
EST.	3.0	7.5B	25.0	18.7	4.0	8.0	14.0



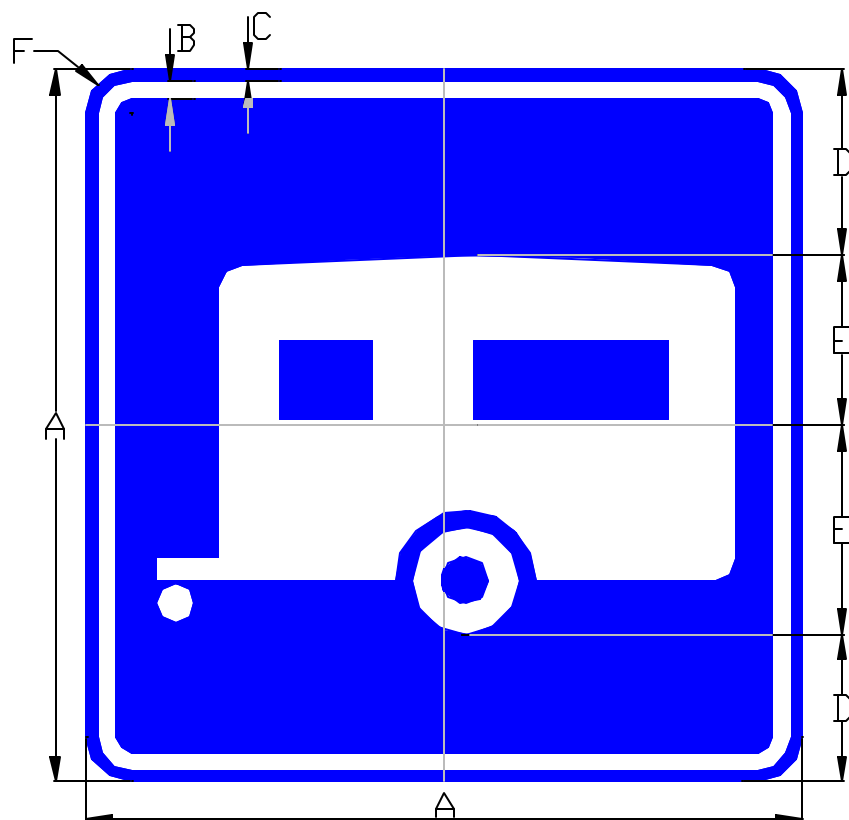


IS-1-19

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	7.5	15.6	2.9
EST.	61	1.6	1.0	9.9	20.6	3.8

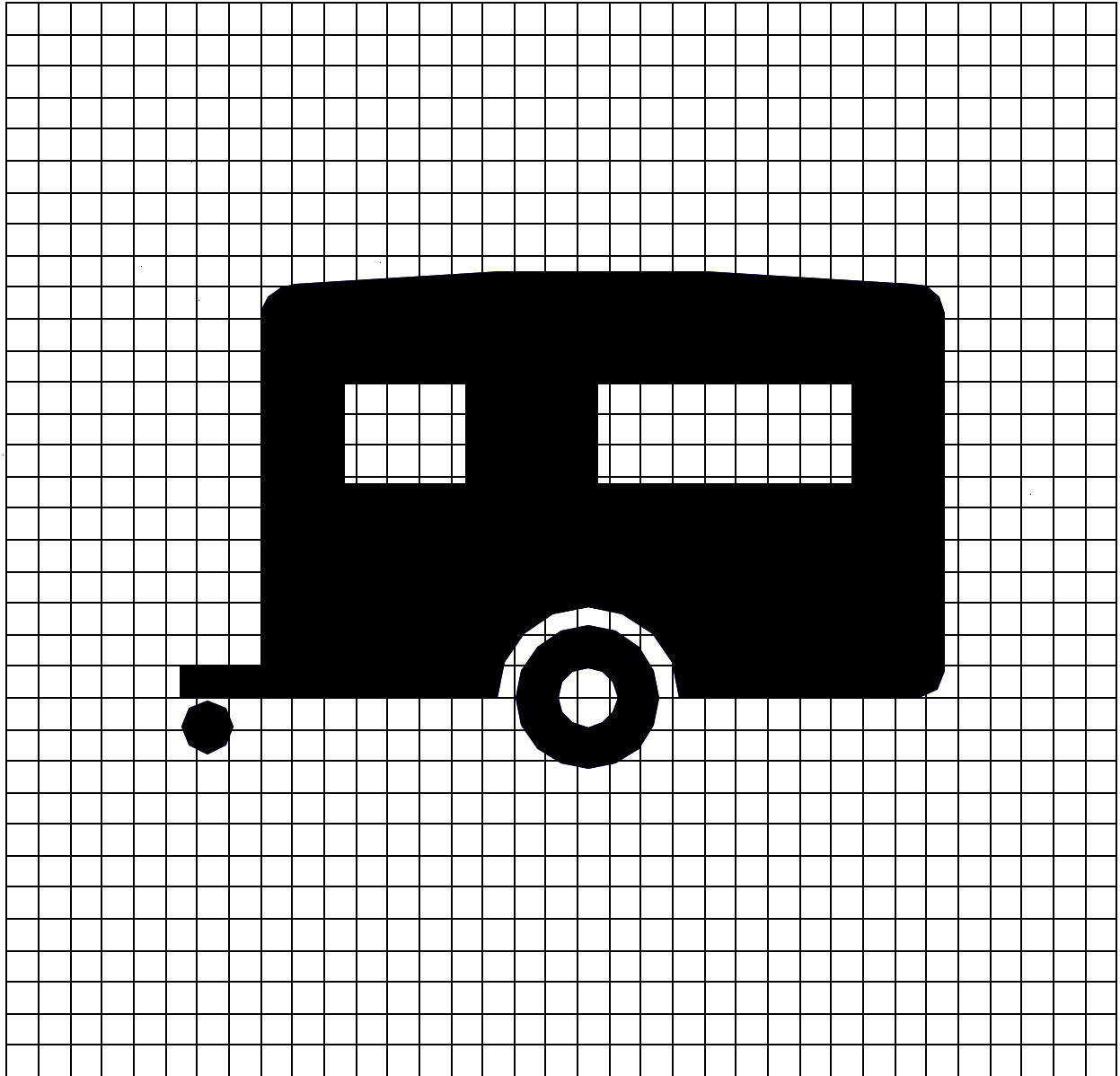


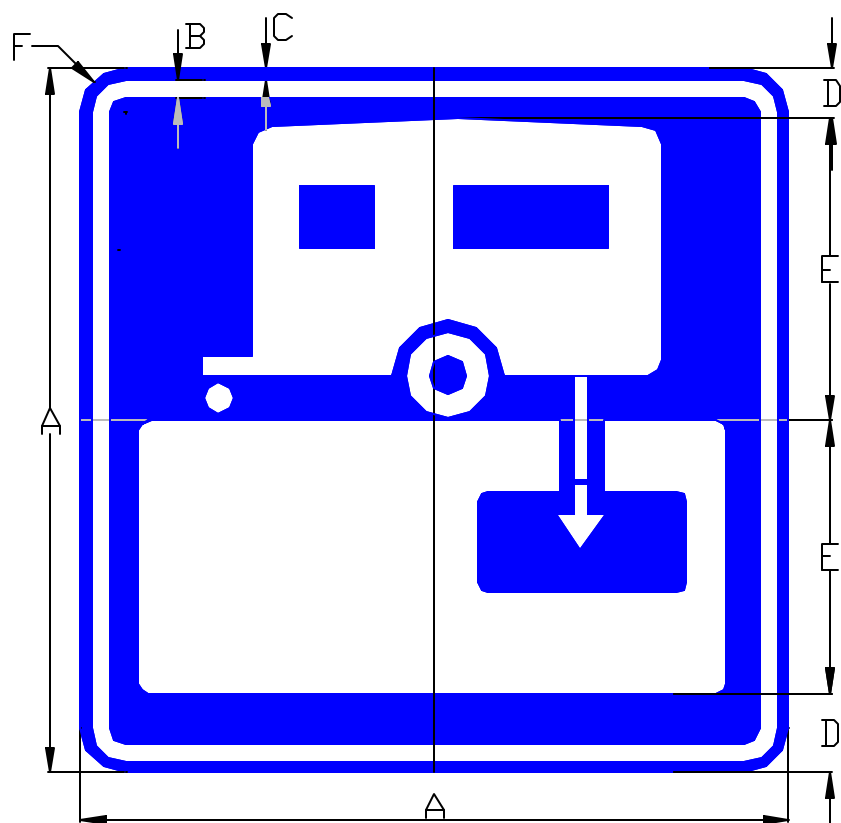




IS-1-20

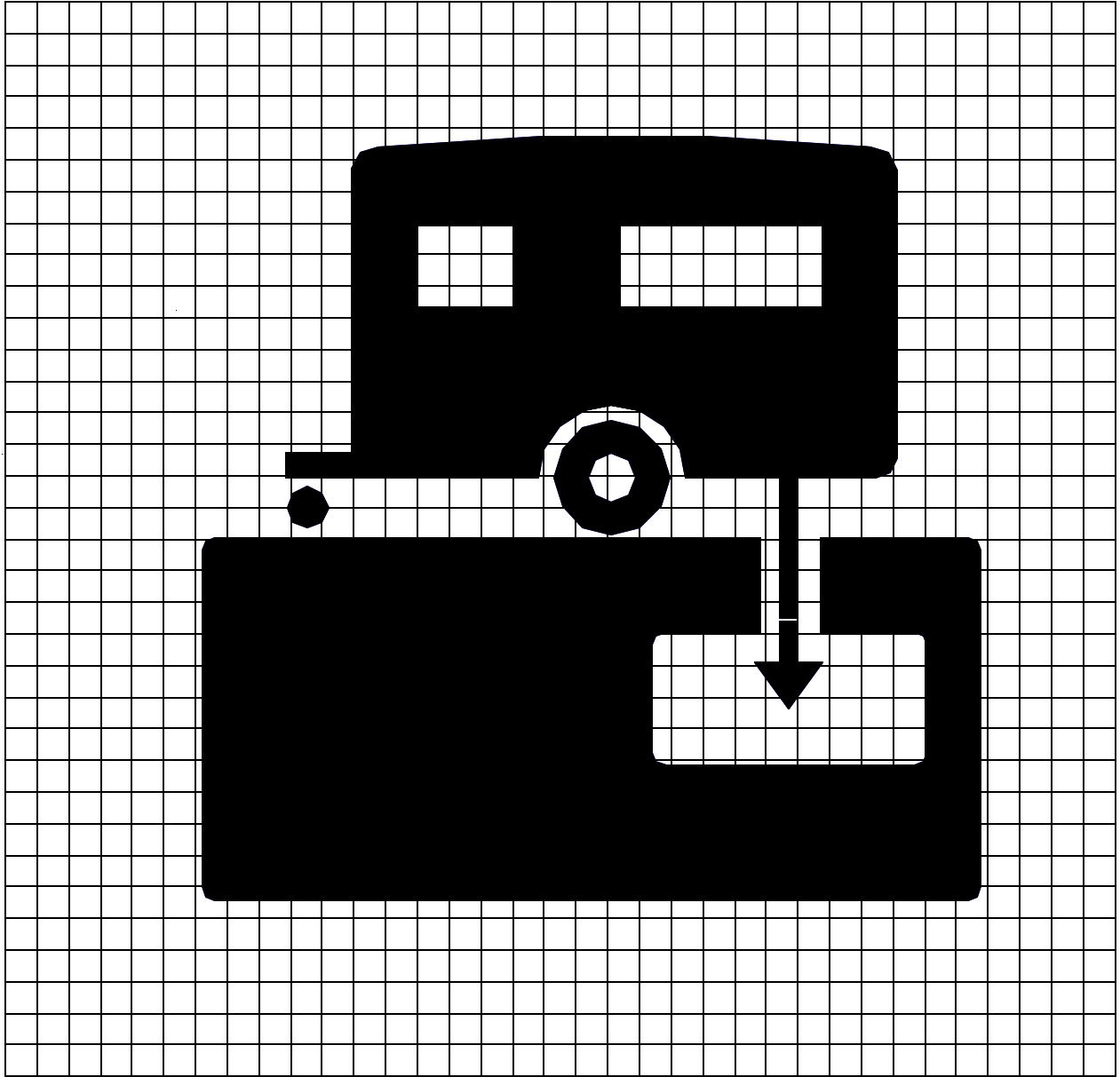
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46.0	1.2	0.8	10.9	12.5	2.9
EST.	61.0	1.6	1.0	14.5	16.5	3.8

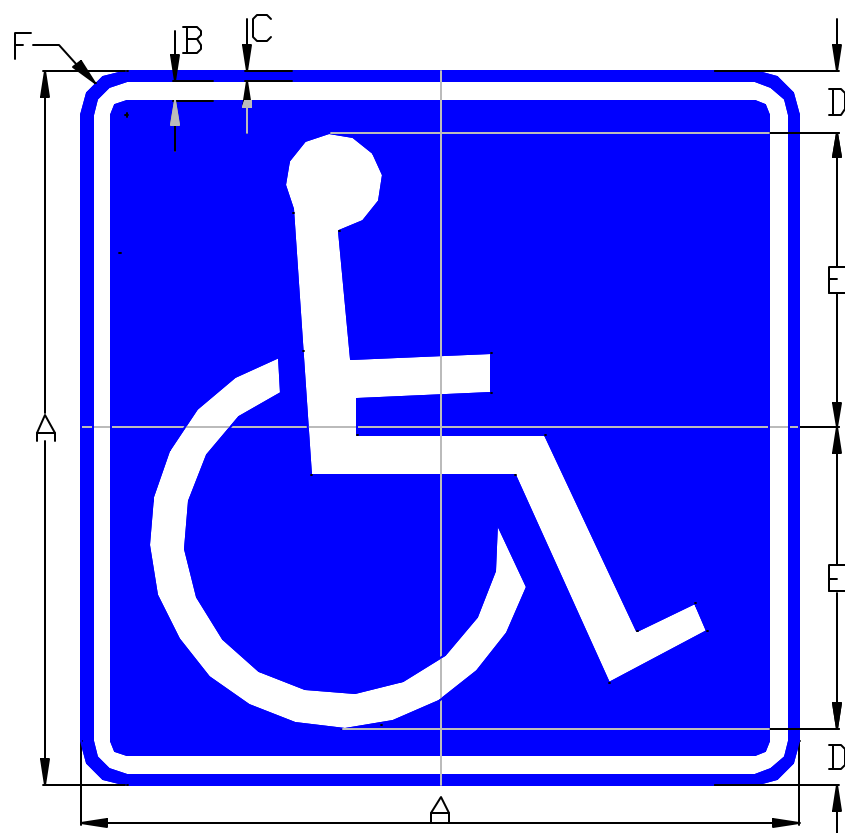




IS-1-21

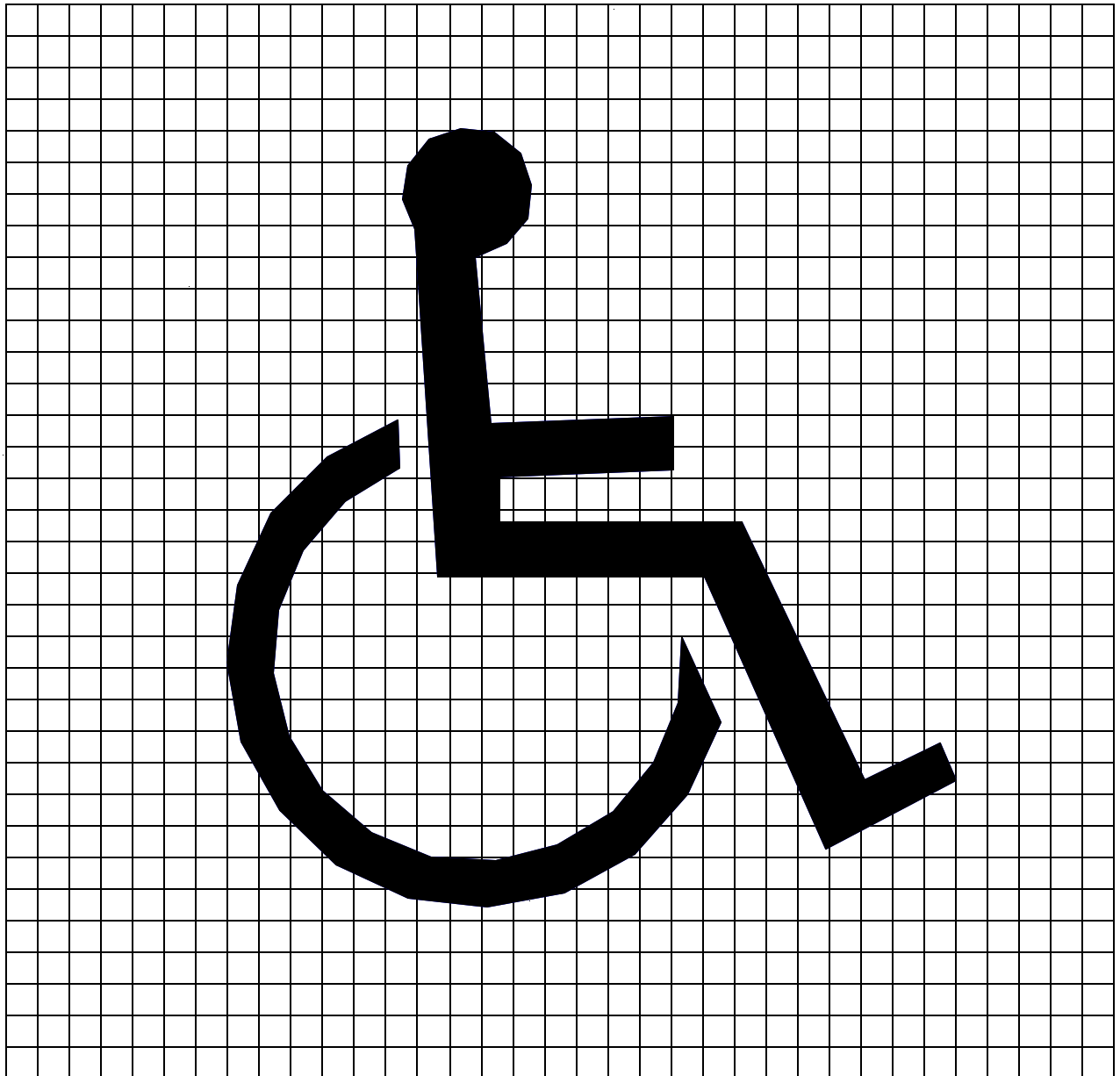
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.2	18.9	2.9
EST.	61	1.6	1.0	5.5	25.0	3.8

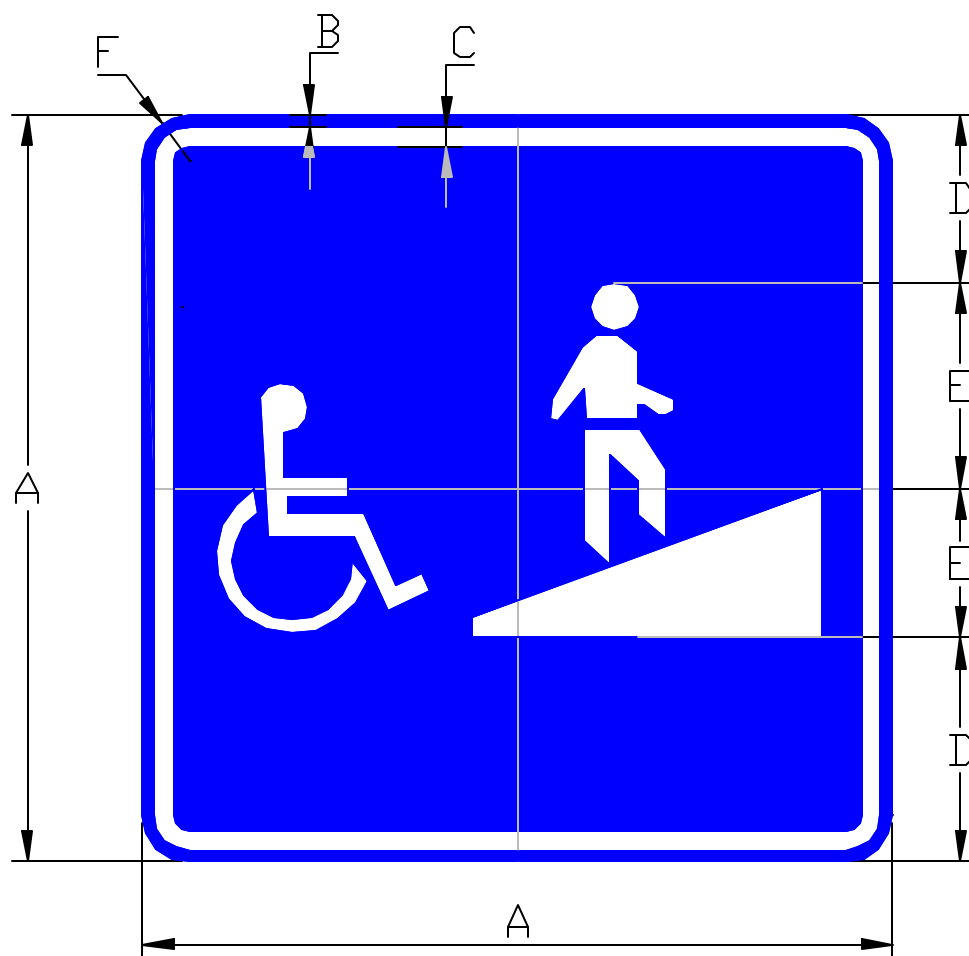




IS1-22

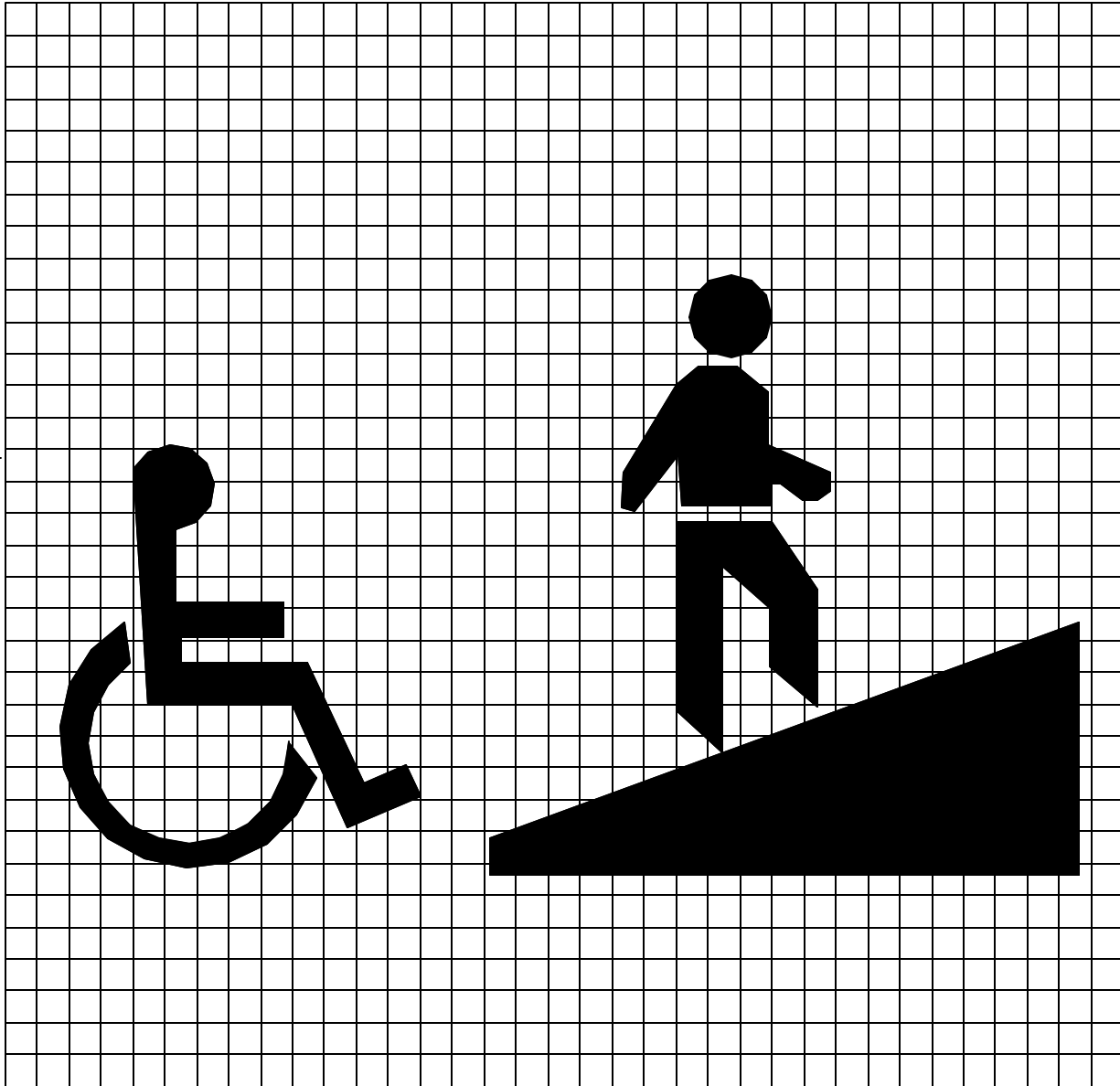
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46	1.2	0.8	5.7	17.3	2.9
EST.	61	1.6	1	7.6	22.9	3.8



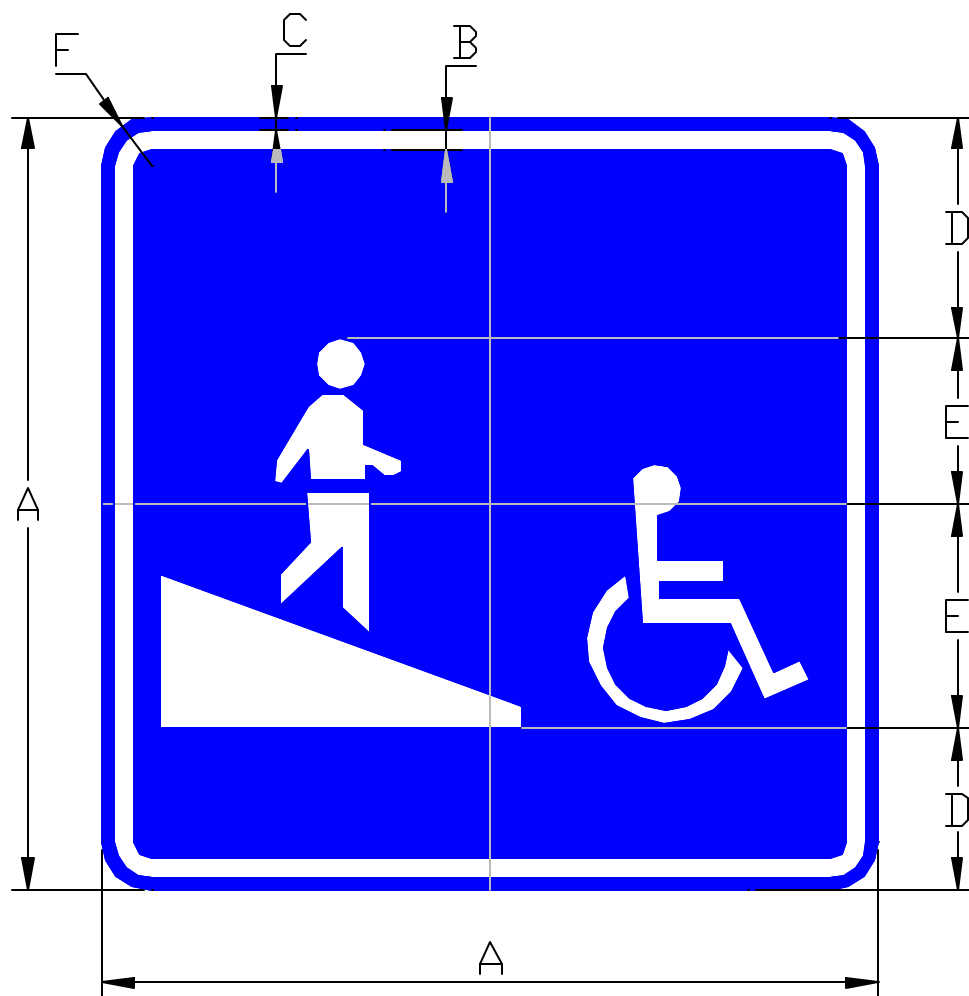


IS-1-23

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46.0	1.2	0.8	12.0	11.0	2.9
EST.	61.0	1.6	1.0	16.0	14.5	3.8

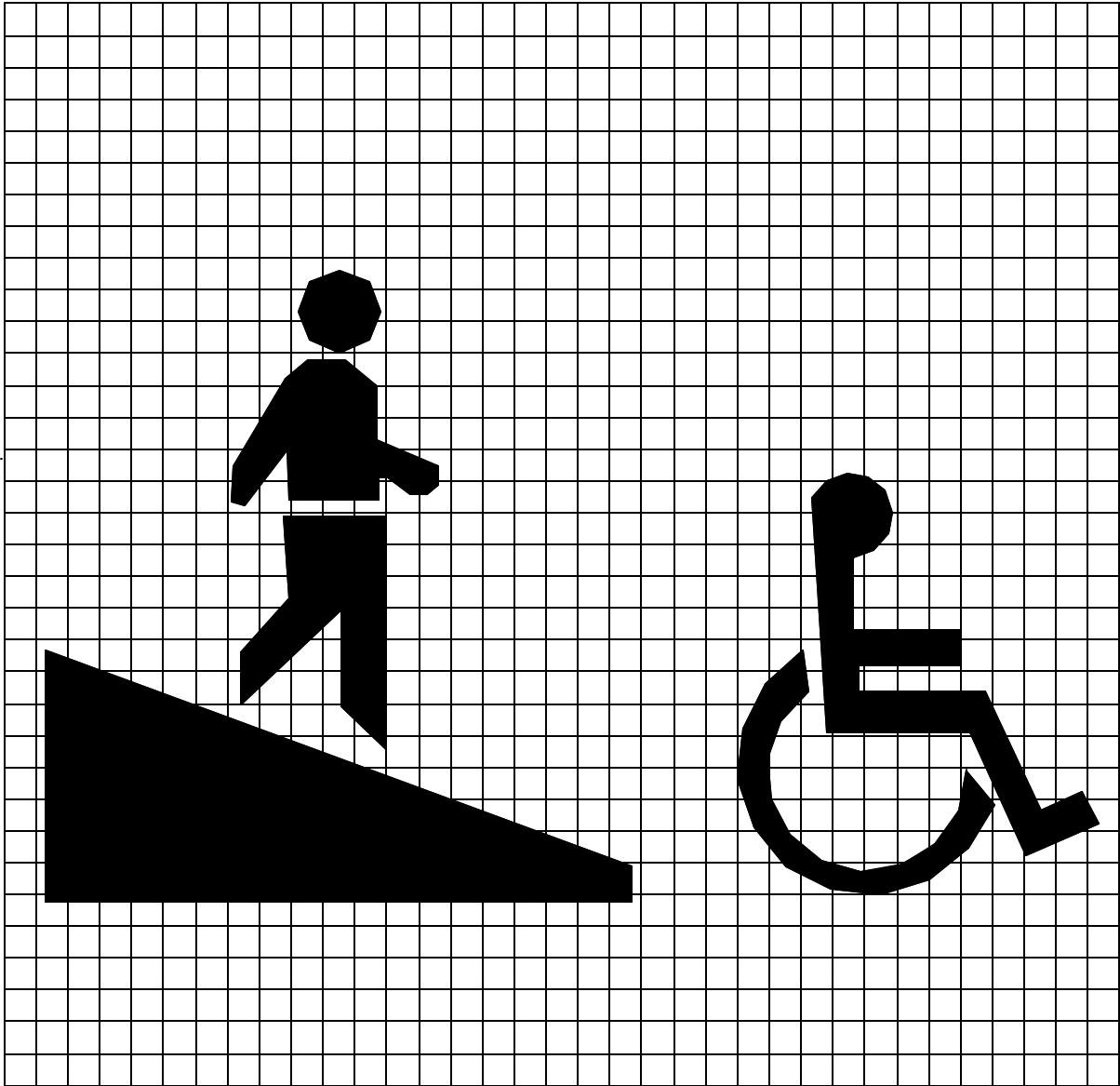


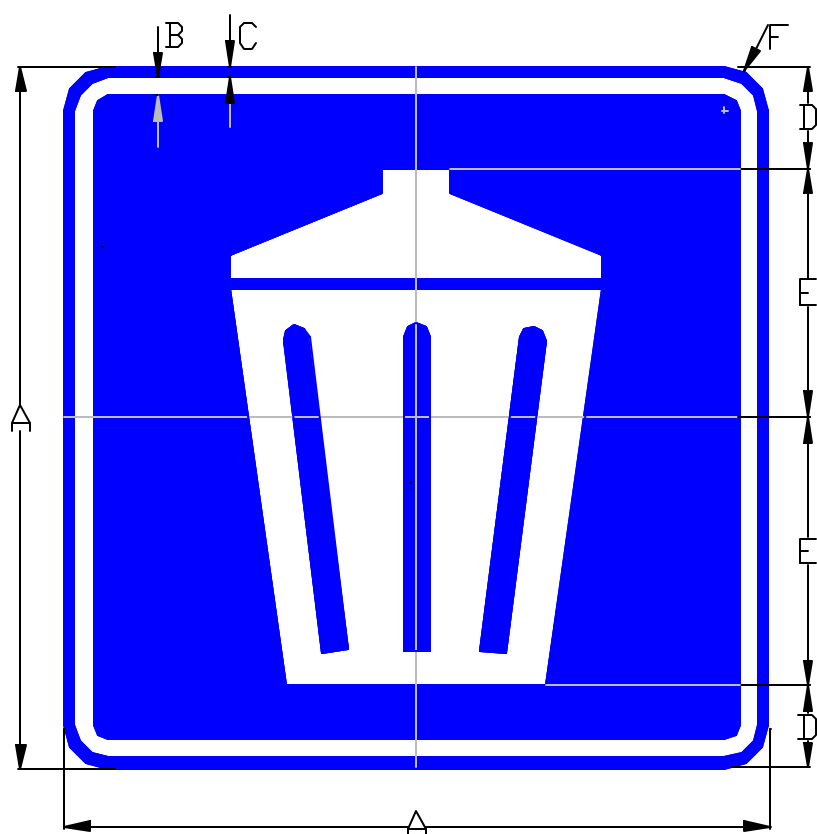




IS-1-24

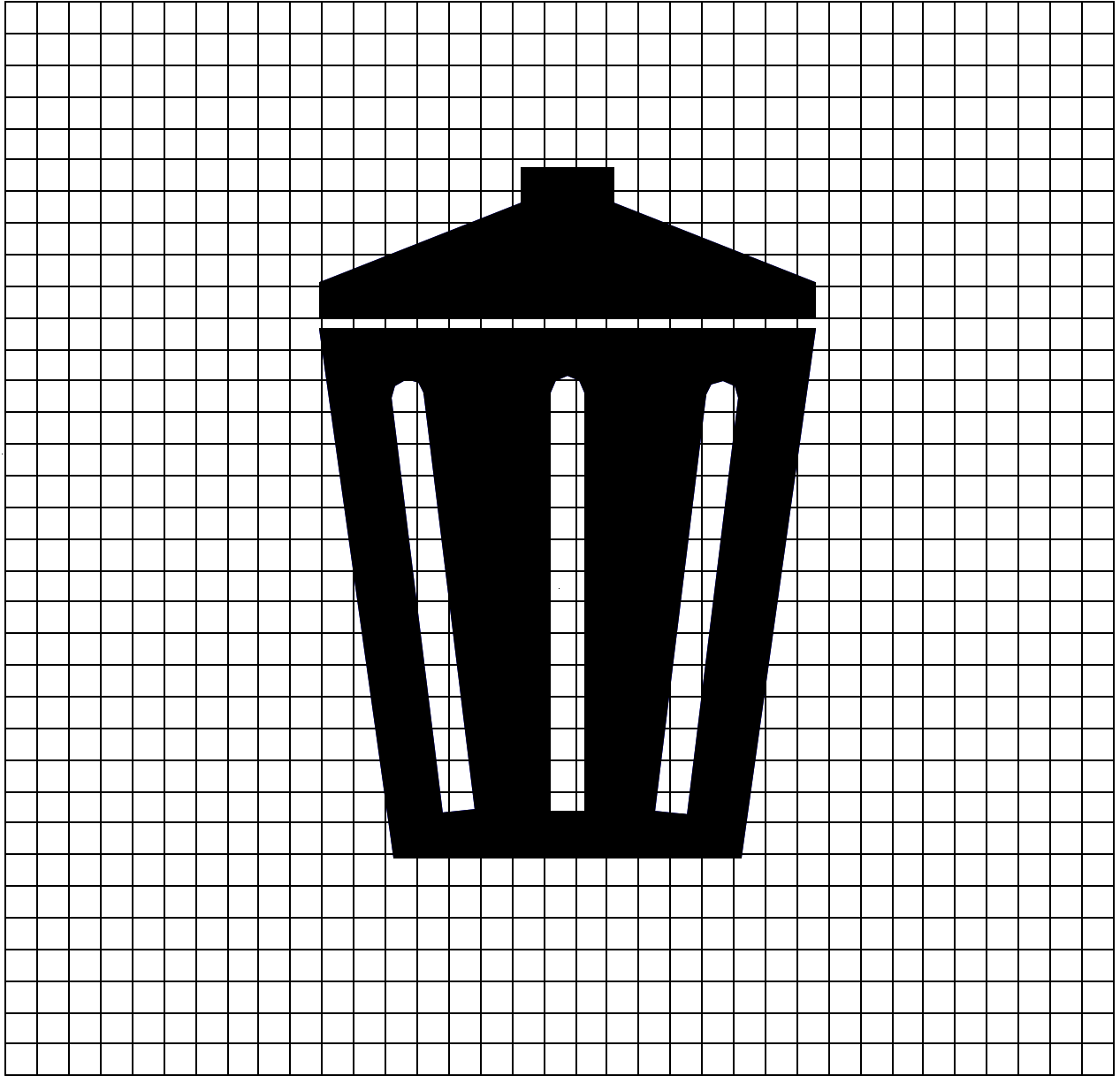
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46.0	1.2	0.8	11.5	11.5	2.9
EST.	61.0	1.6	1.0	15.0	15.5	3.8

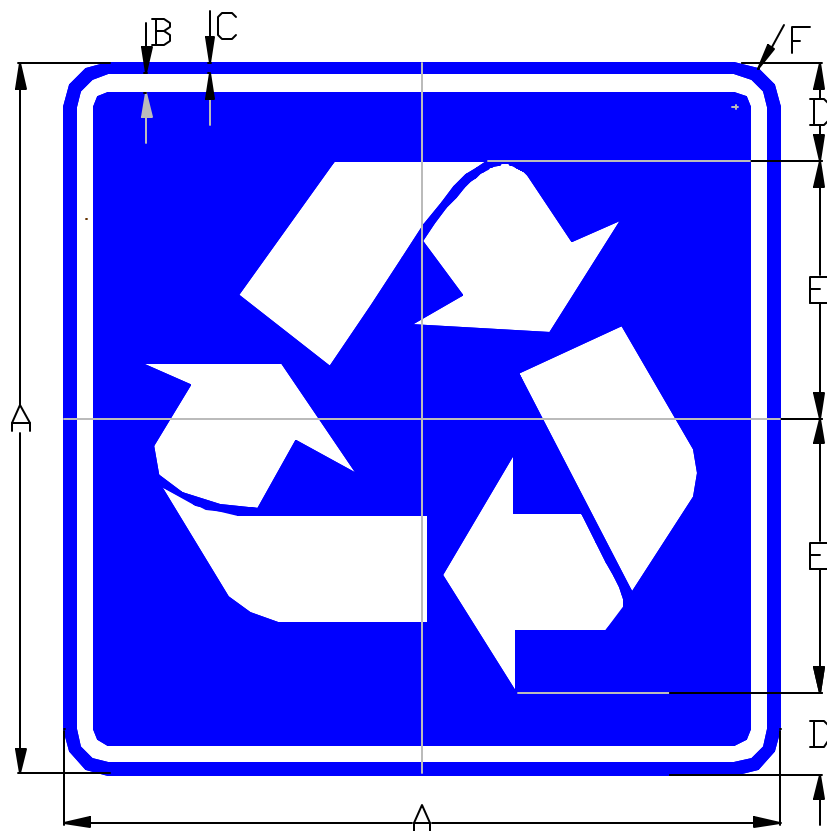




IS-1-25

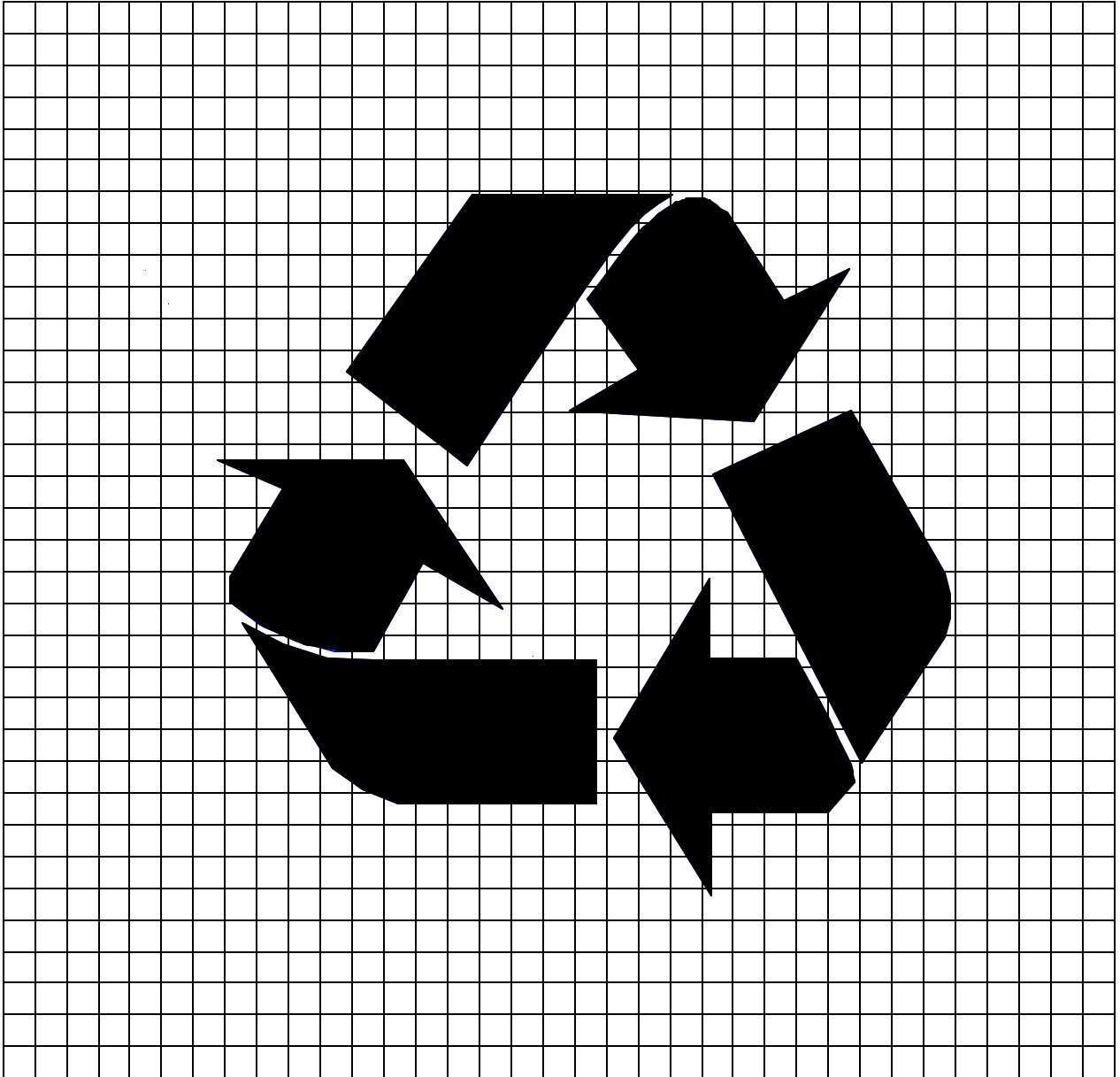
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.4	17.6	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.2	23.3	3.8

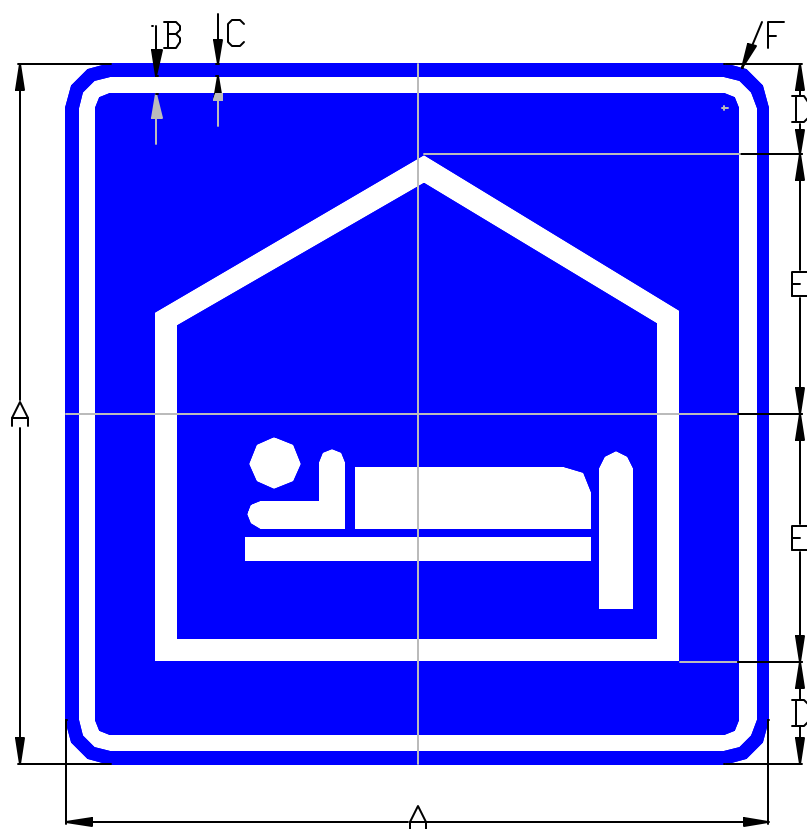




IS-1-26

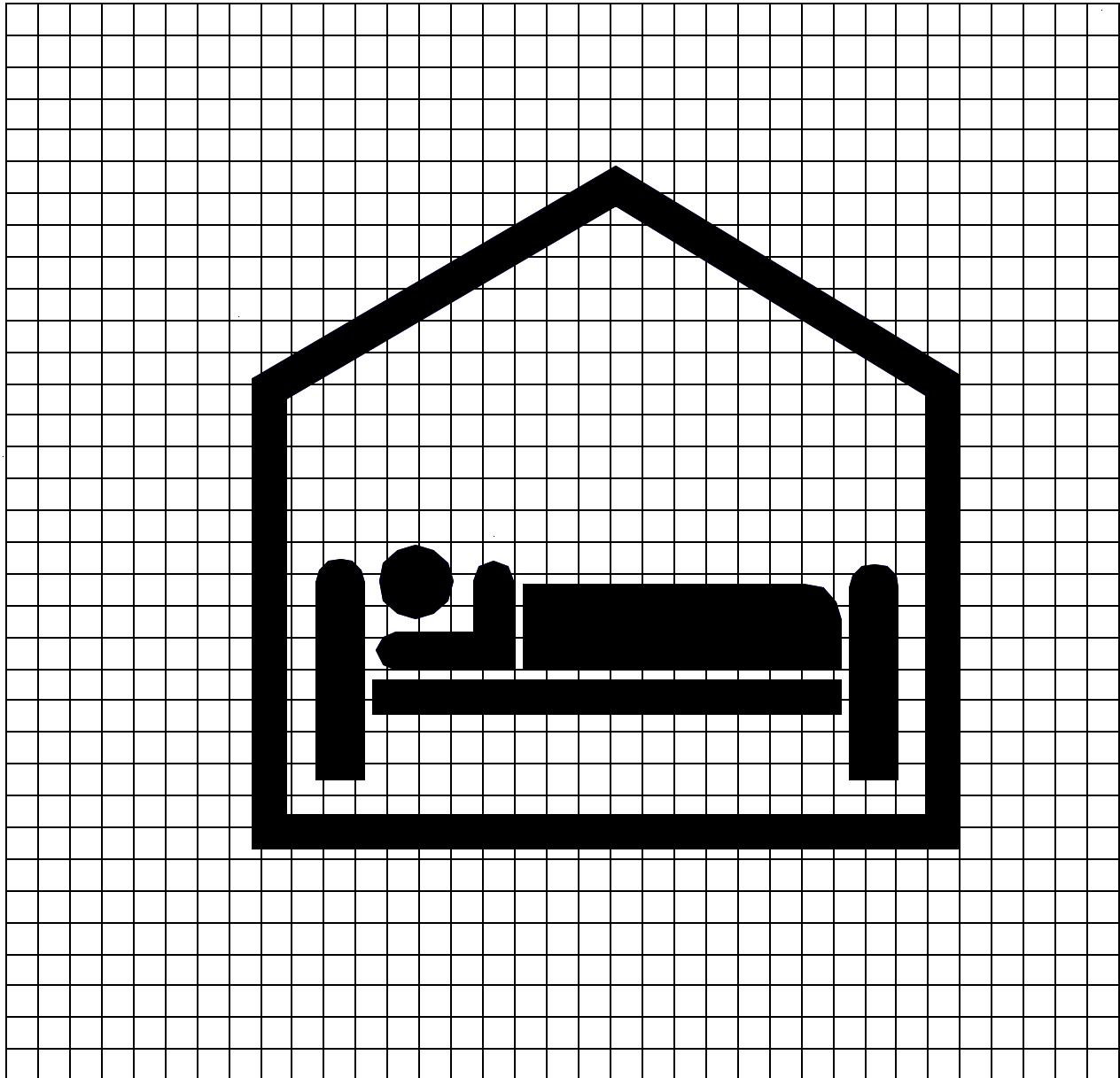
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	6.3	17.2	2.9
EST.	61	1.6	1.0	8.4	22.8	3.8



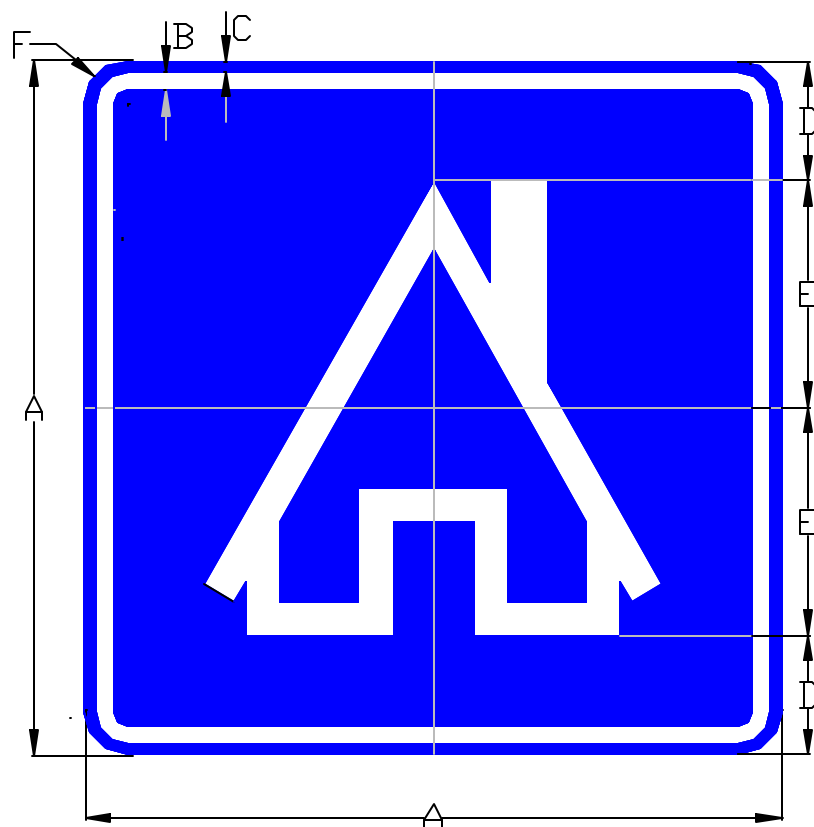


IS-2-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.9	17.1	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.8	22.7	3.8

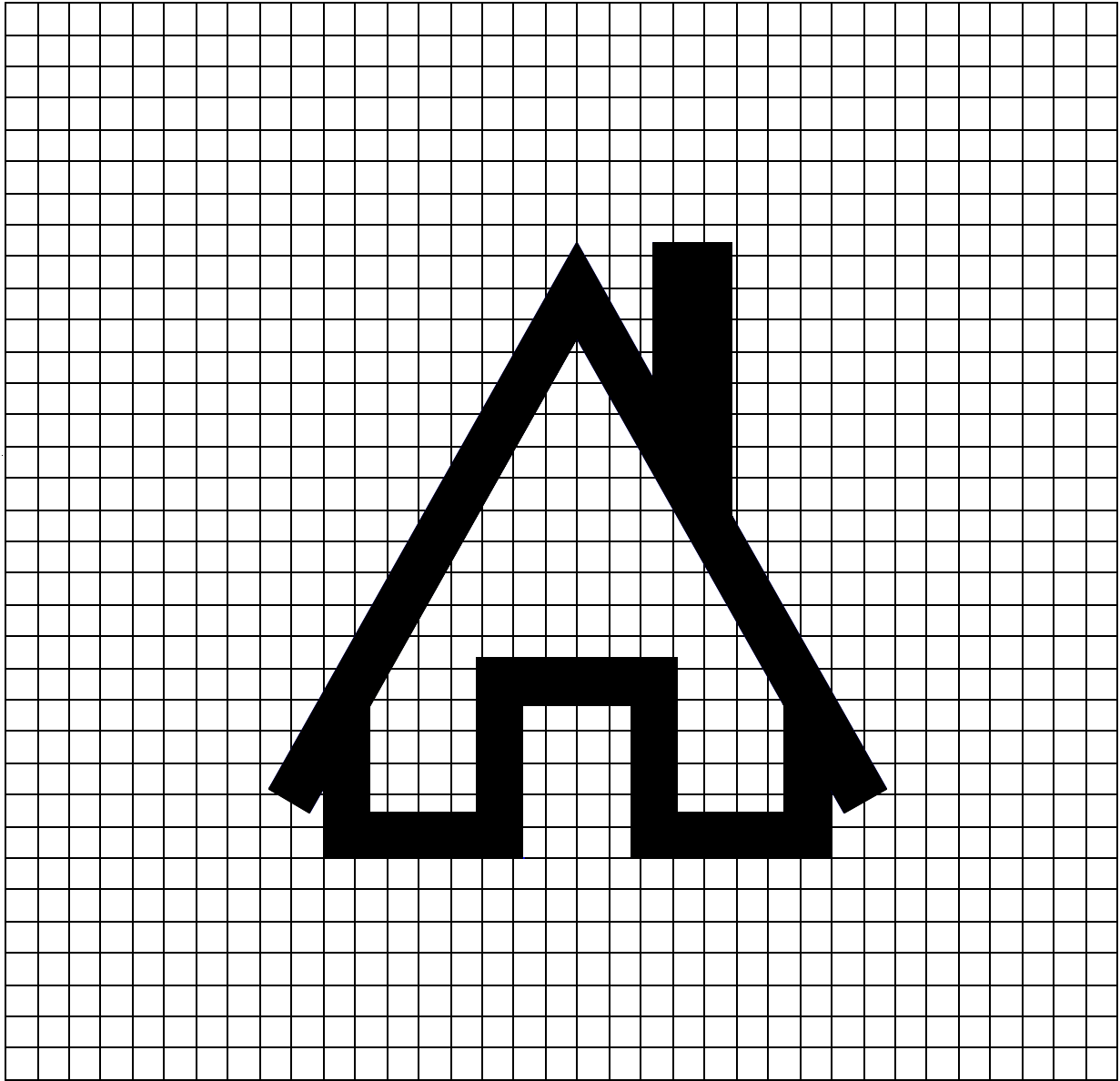


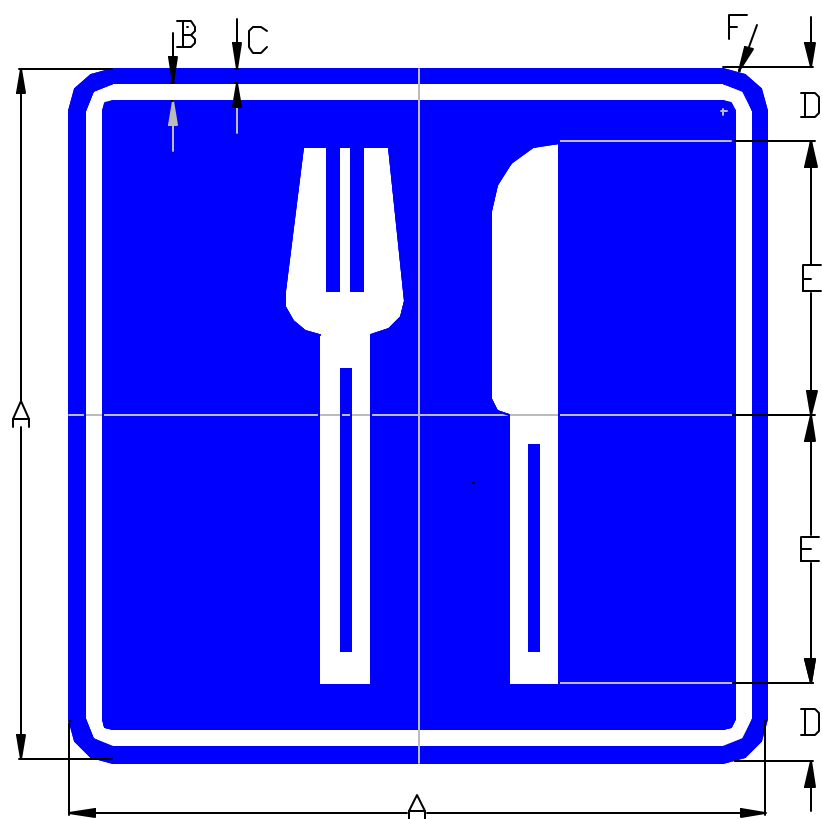




IS-2-2

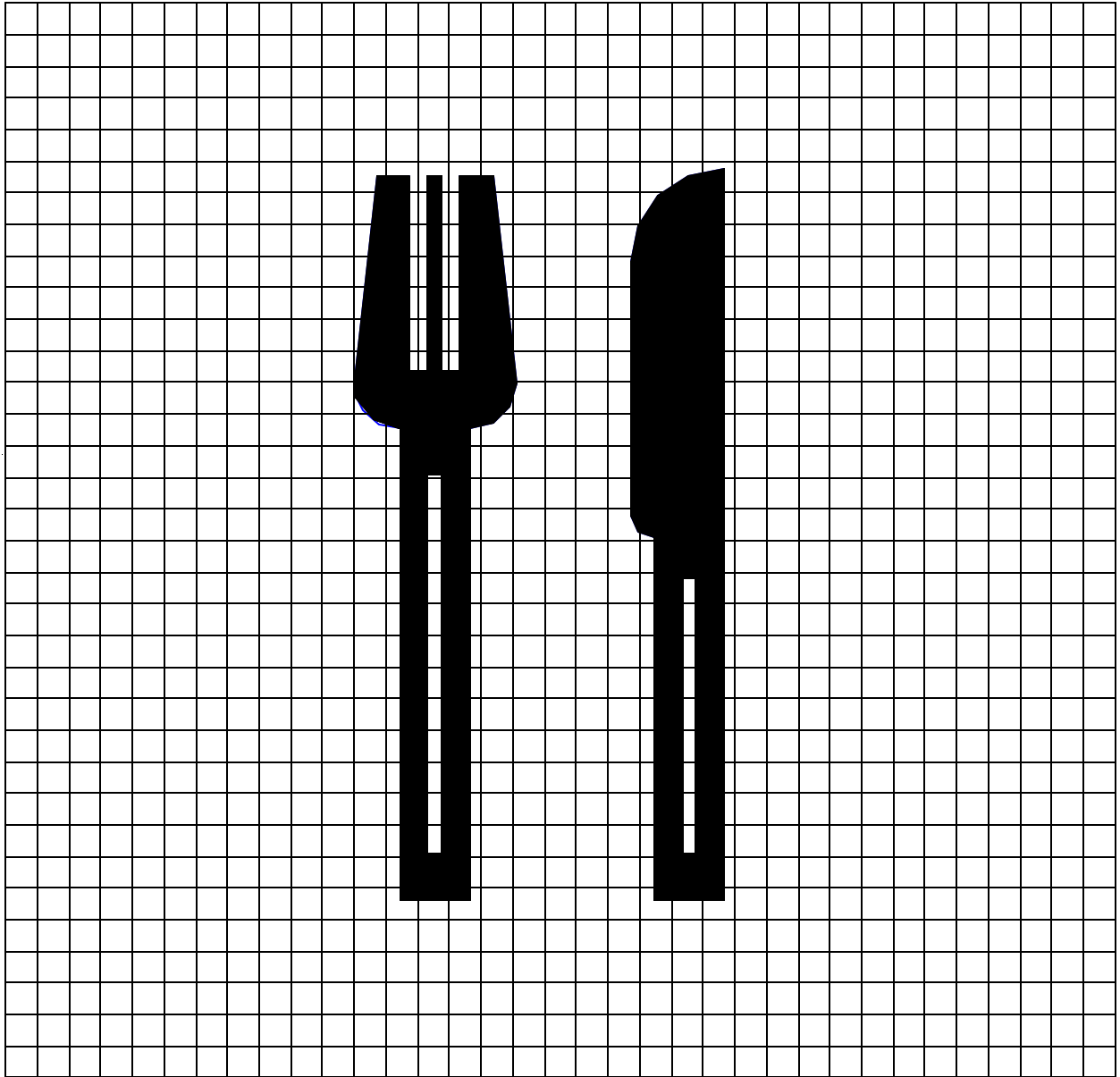
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	7.9	7.6	2.9
EST.	61	1.6	1.0	10.5	10.0	3.8

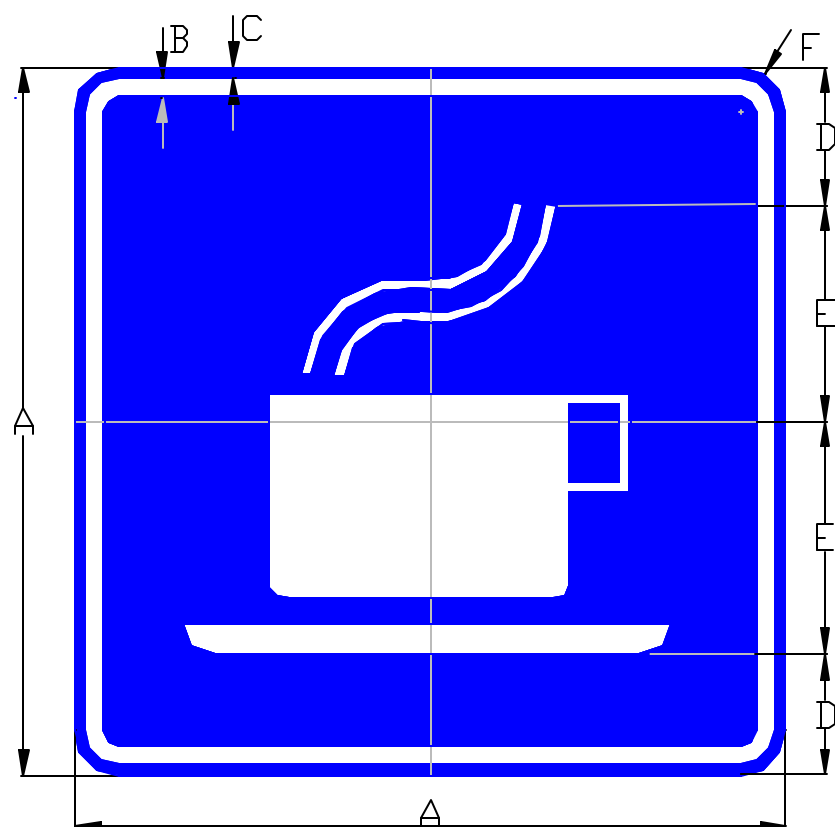




IS-2-3

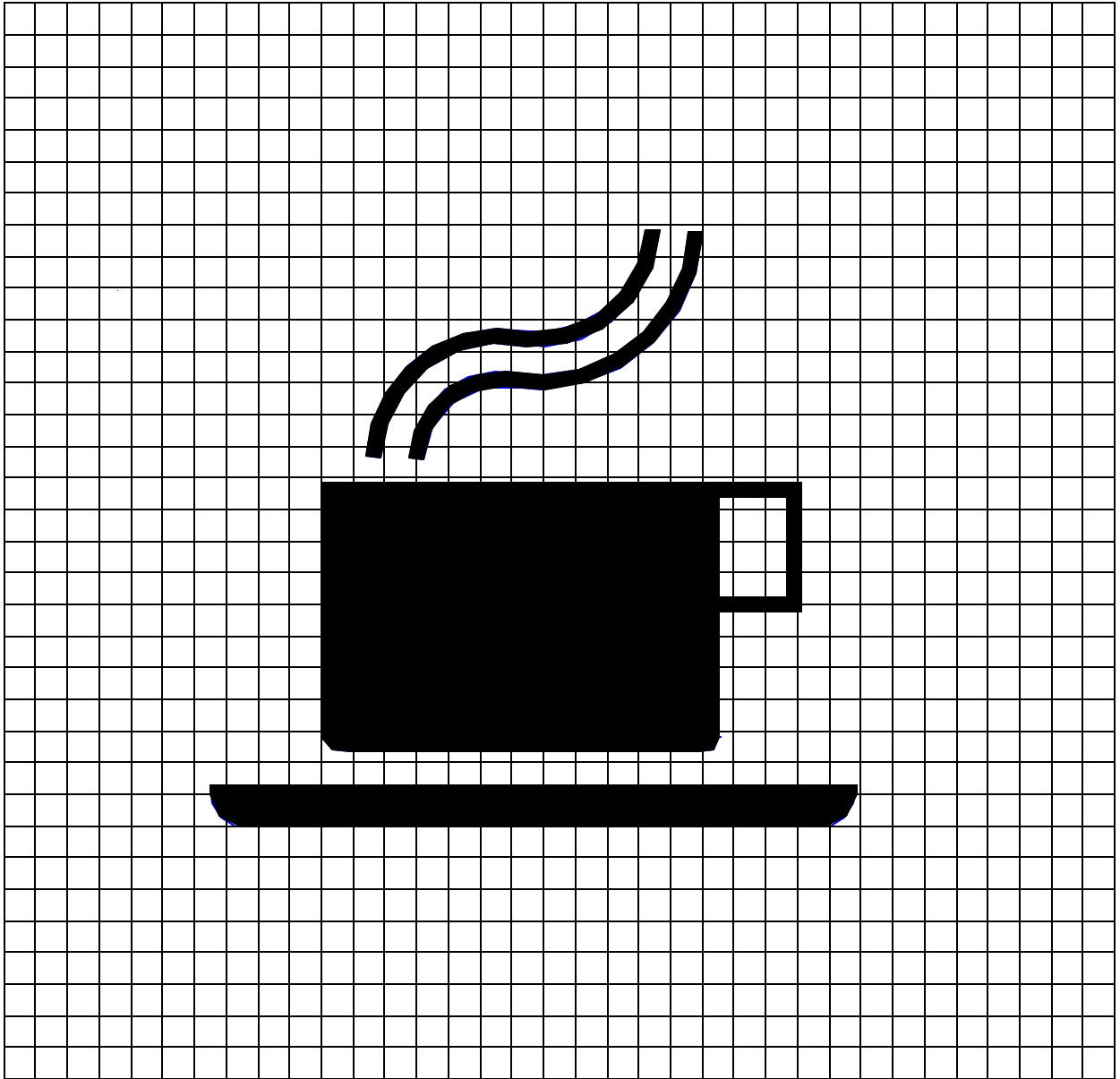
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.1	17.9	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.8	23.7	3.8

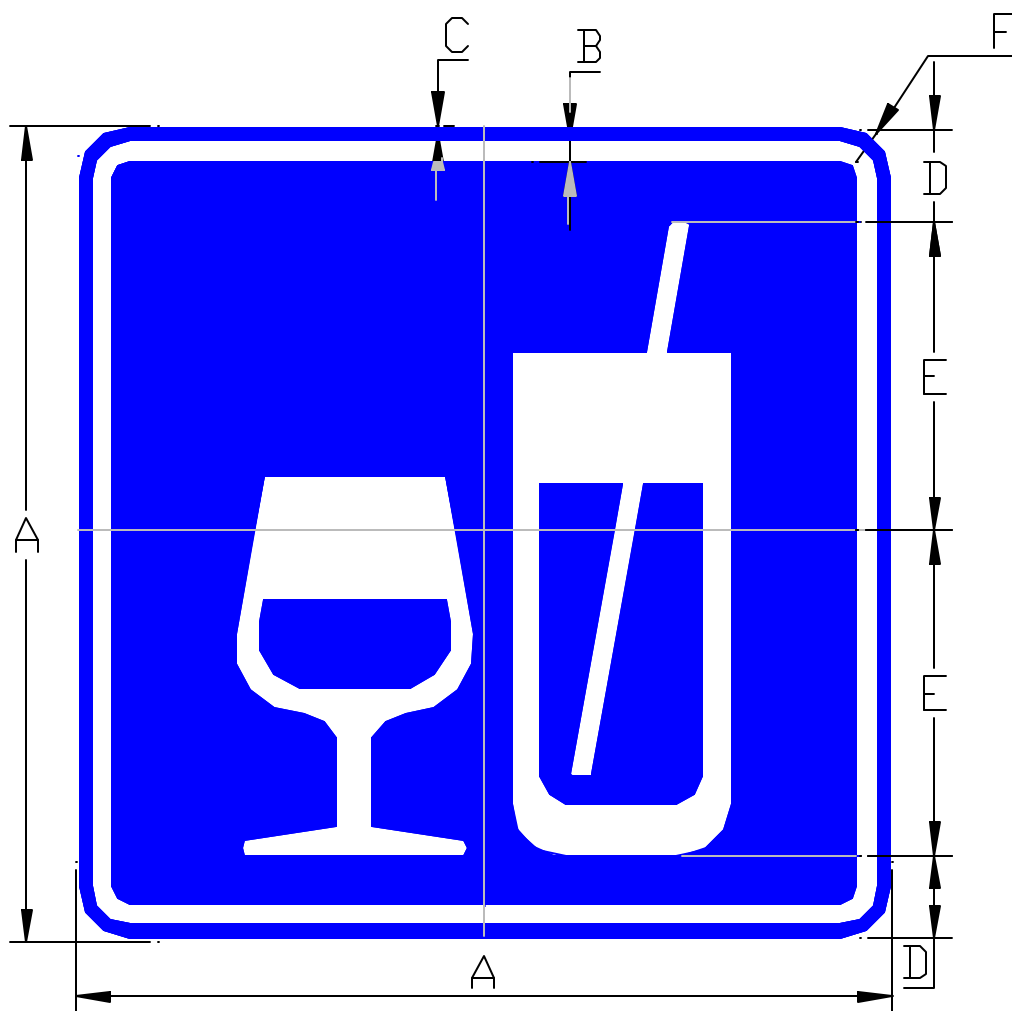




IS-2-4

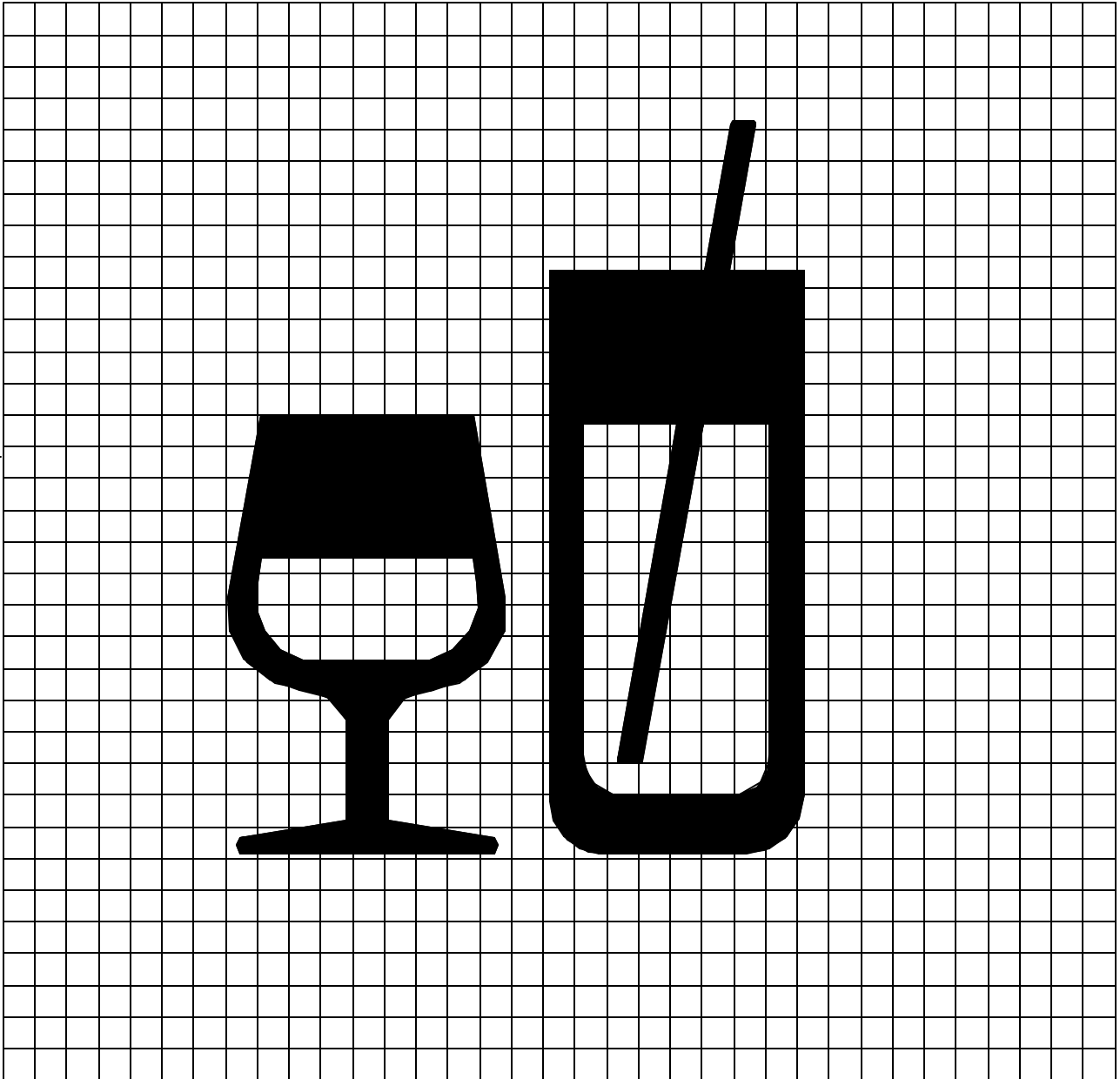
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	9.0	14.6	2.9
EST.	61	1.6	1.0	11.9	19.3	3.8



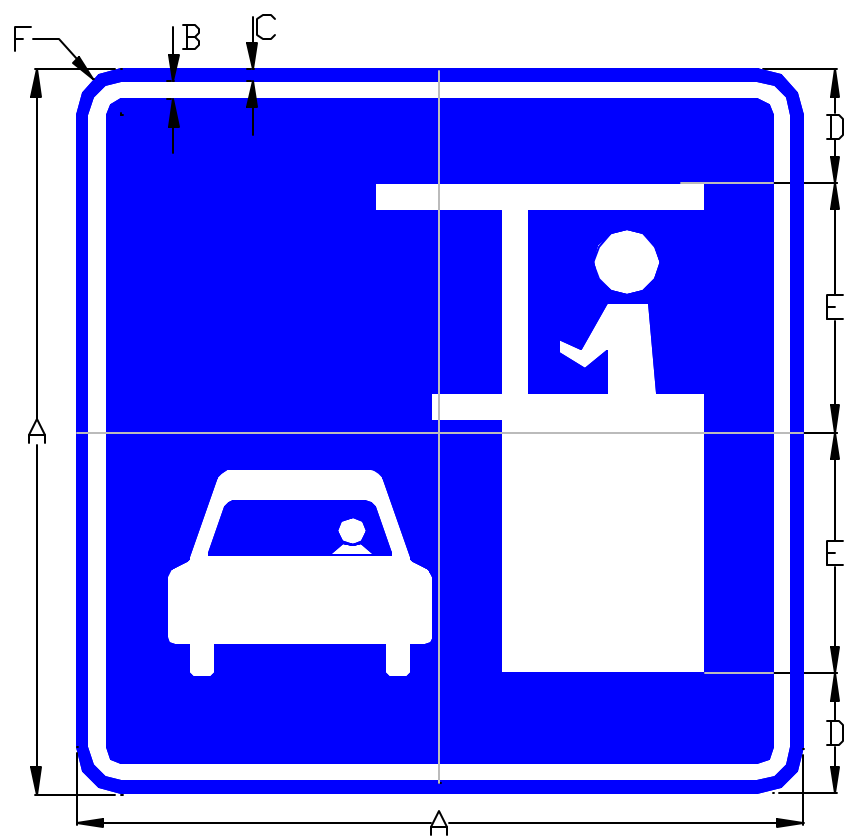


IS-2-5

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.0	18.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.5	23.5	3.8

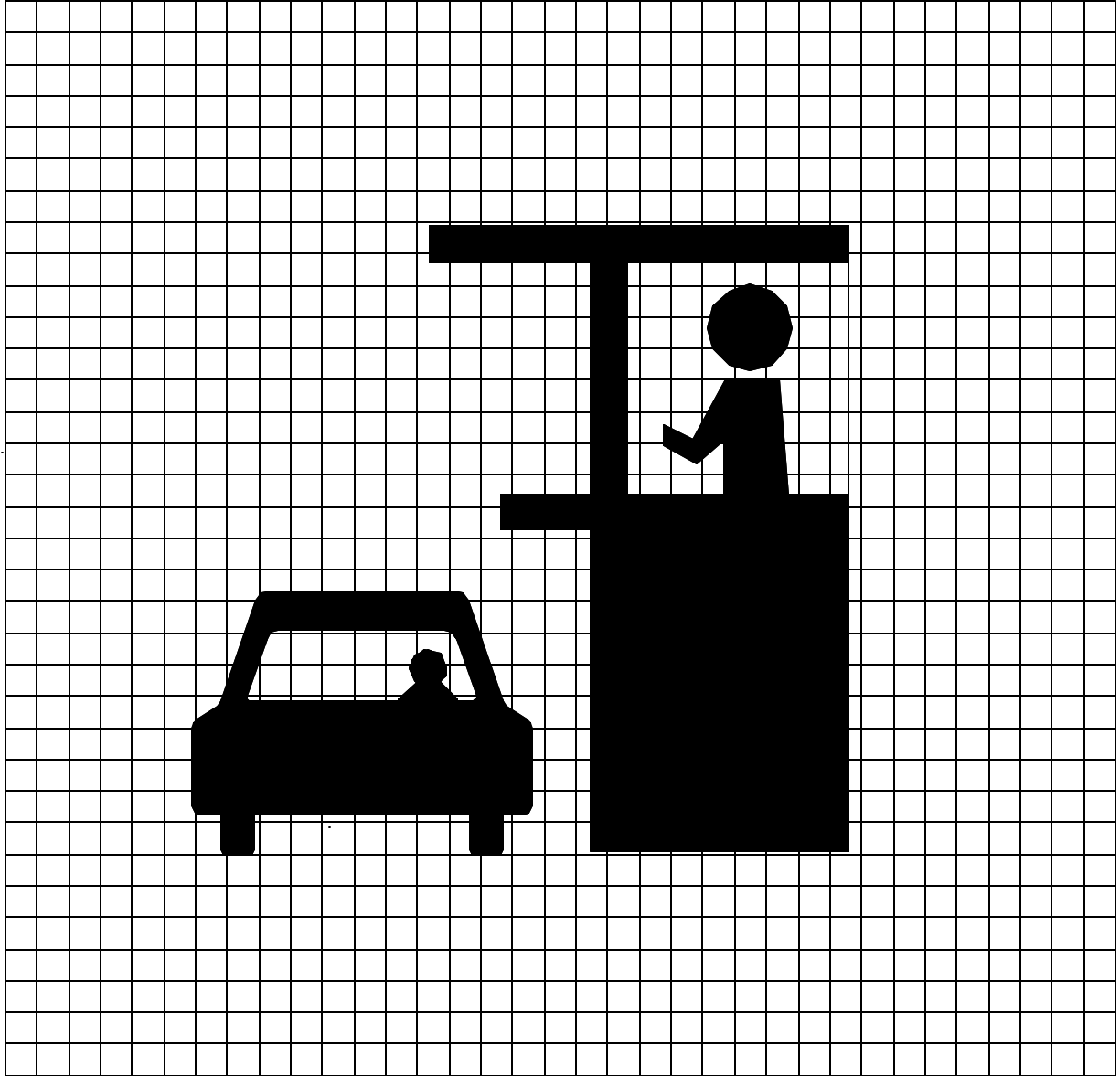


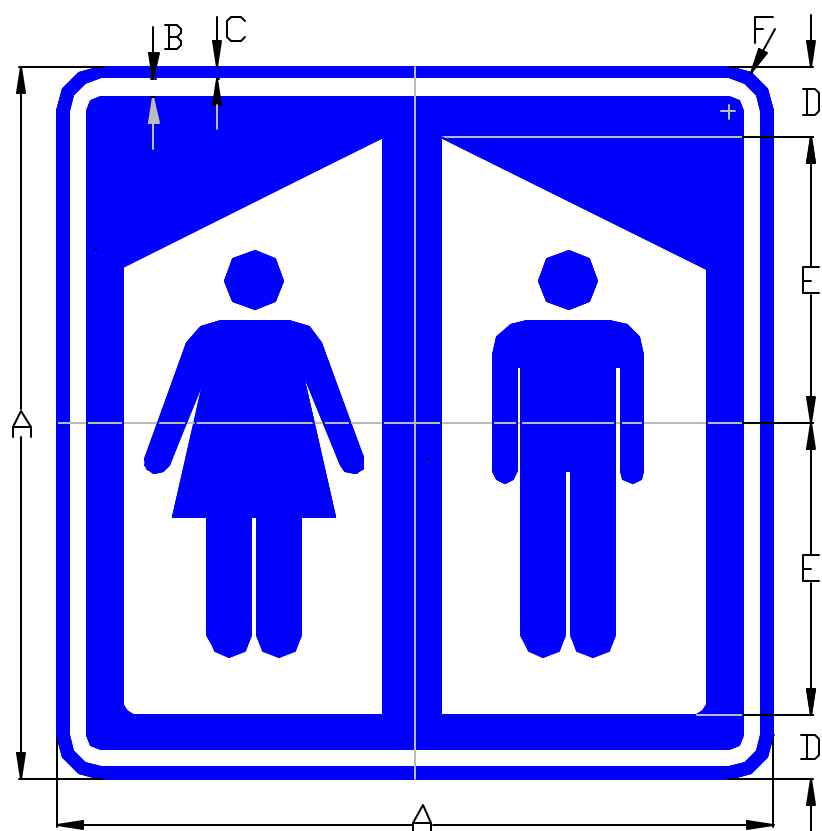




IS-2-6

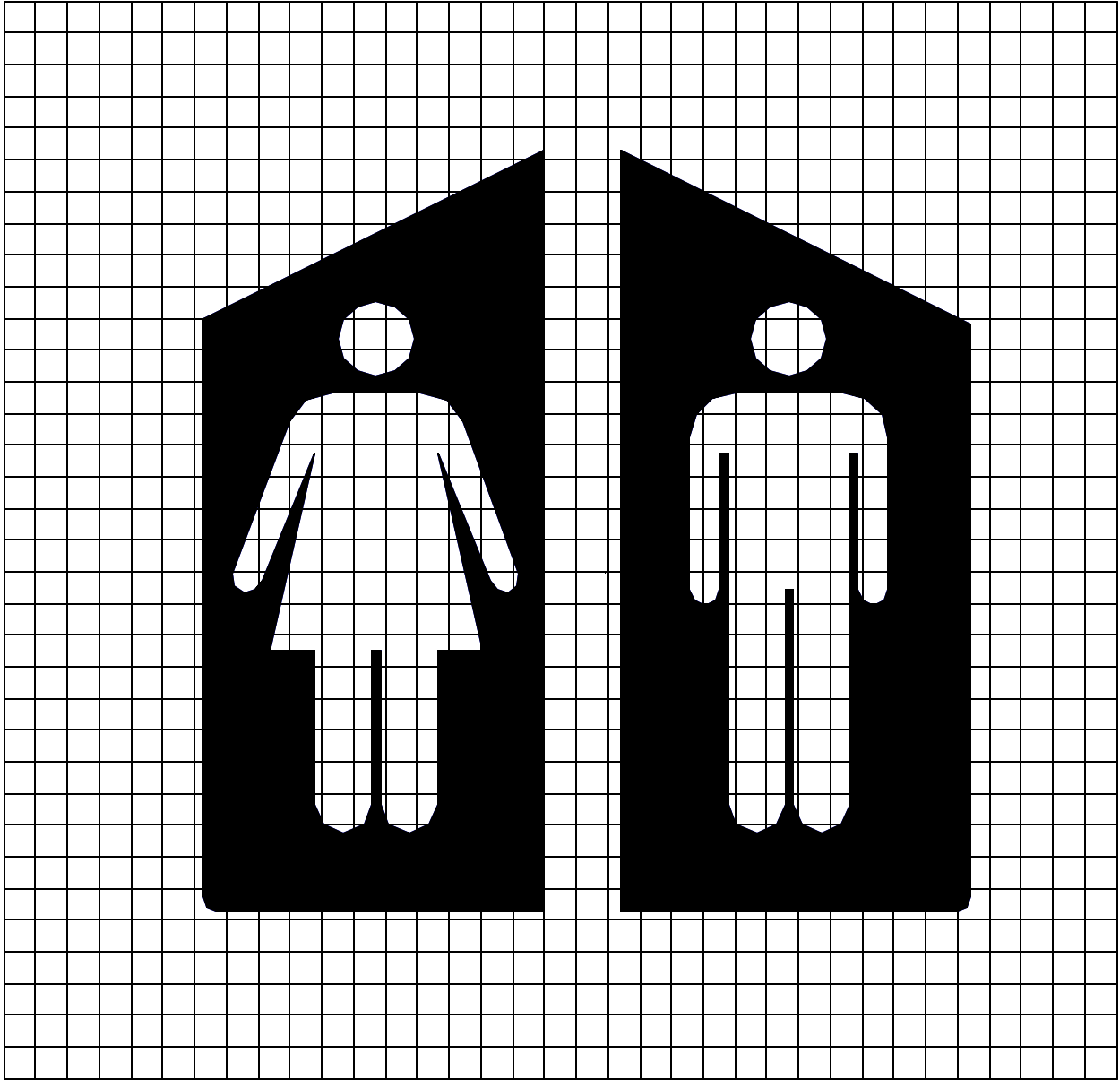
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	7.5	15.6	2.9
EST.	61	1.6	1.0	9.9	20.6	3.8

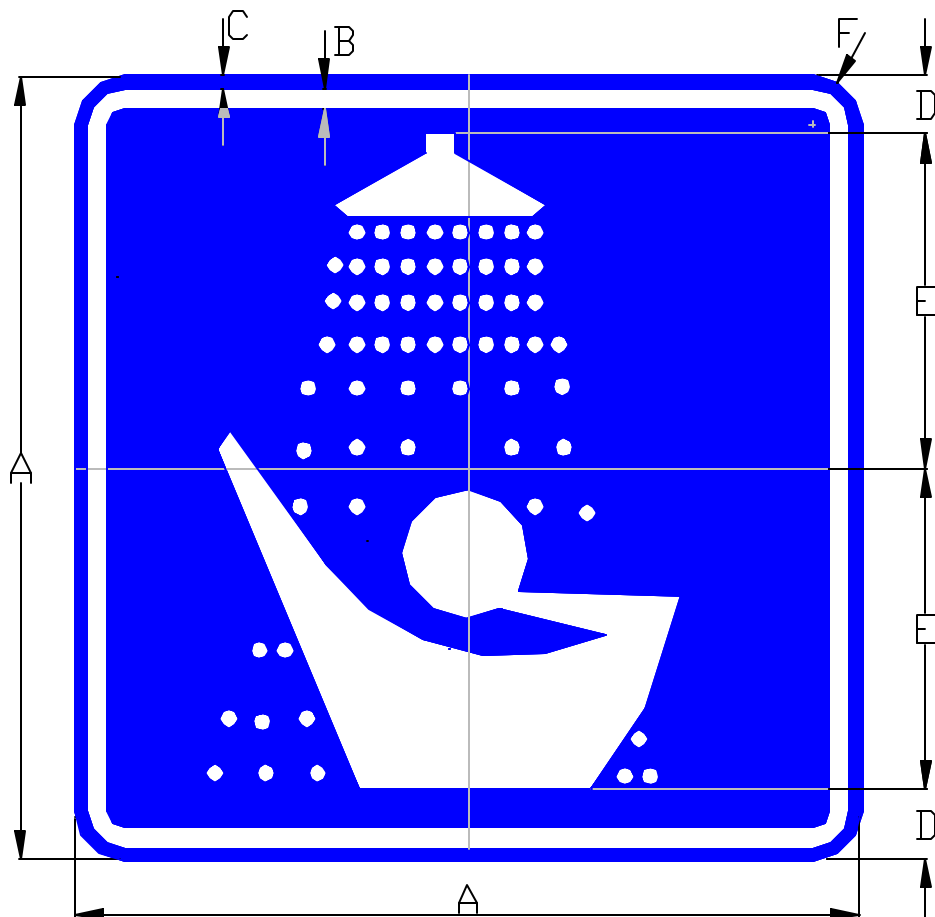




IS-2-7

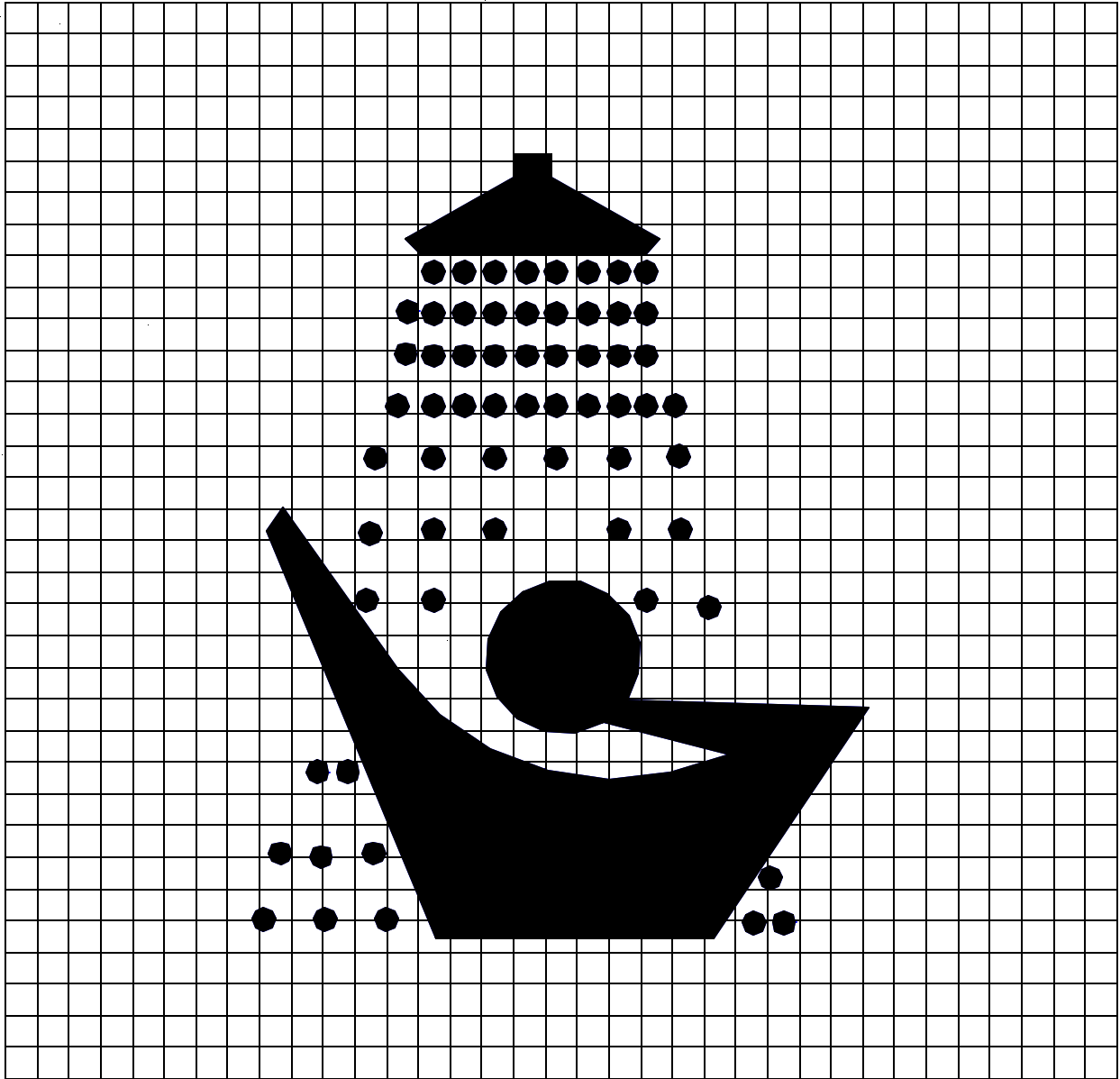
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.5	18.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.0	24.5	3.8

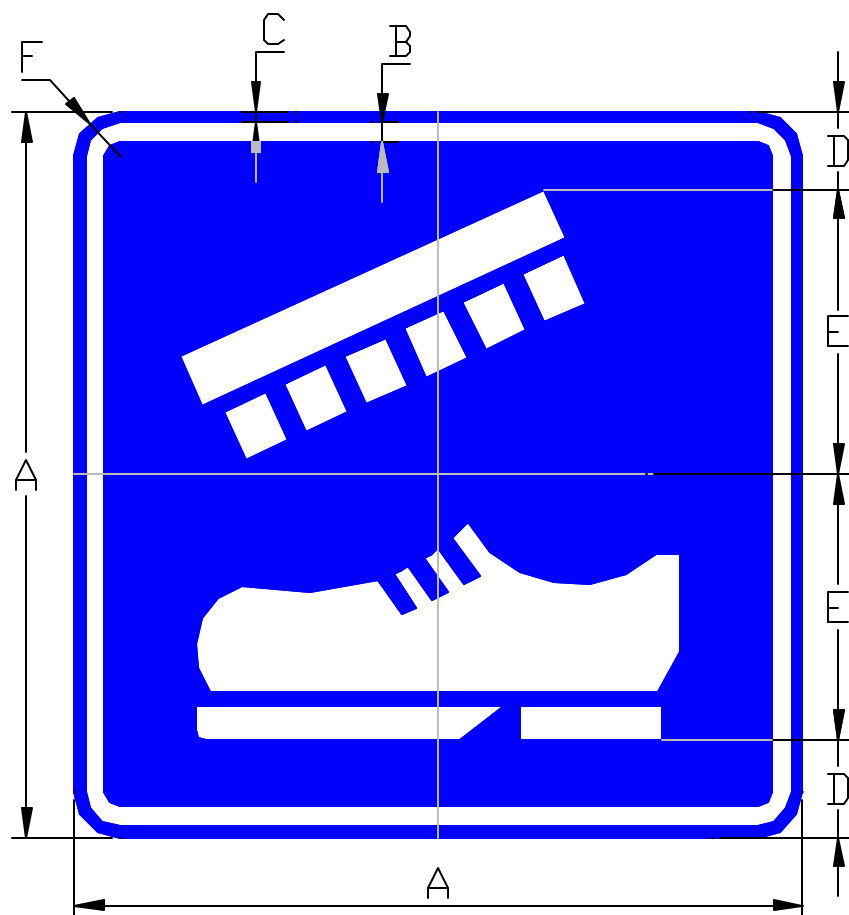




IS-2-8

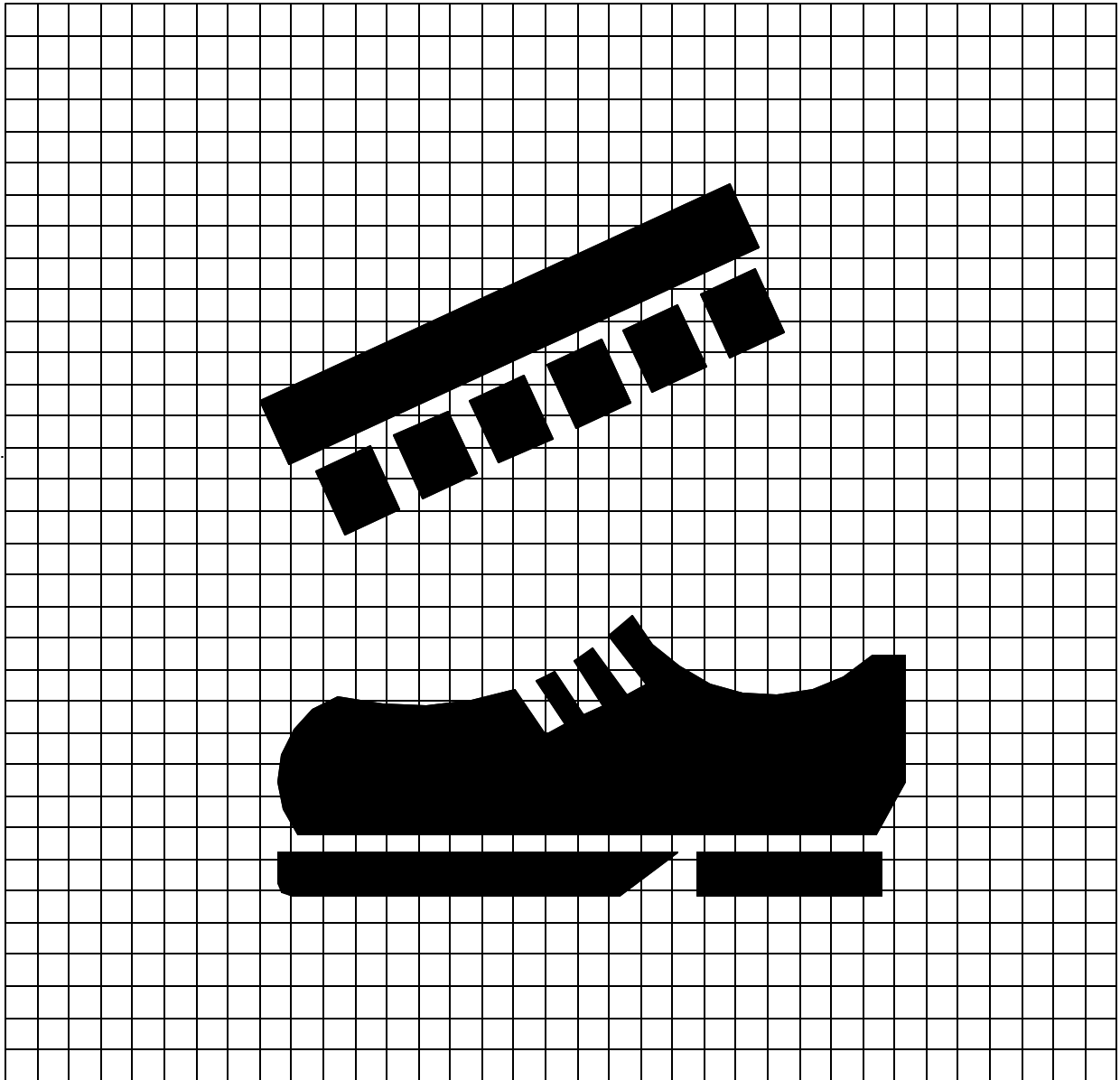
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	3.4	19.6	2.9
EST.	61	1.6	1.0	4.5	26.0	3.8



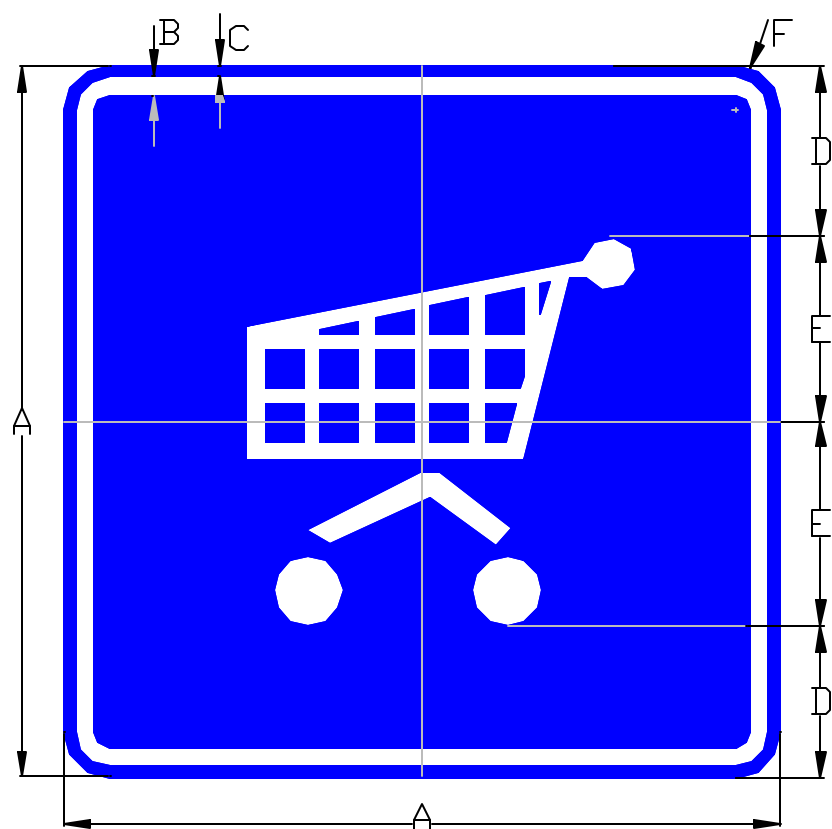


IS-2-9

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.5	17.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.5	23.0	3.8



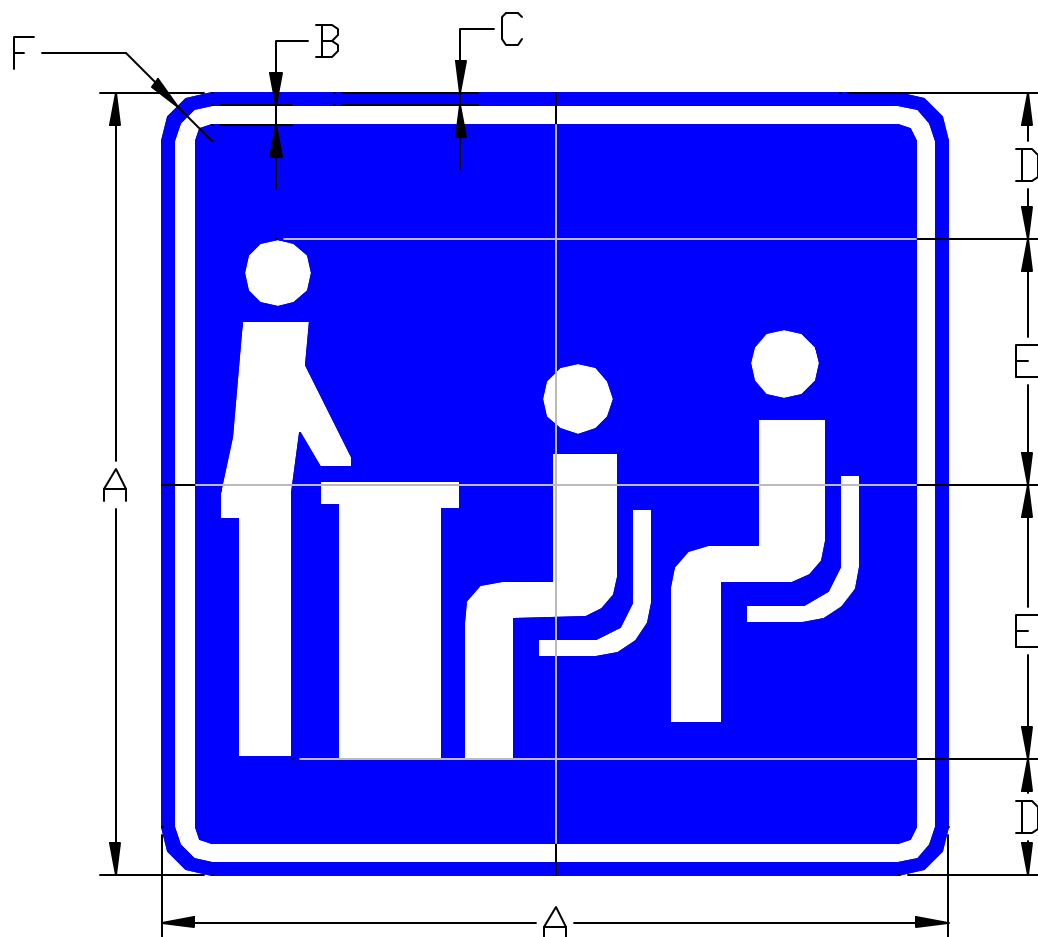




IS-2-10

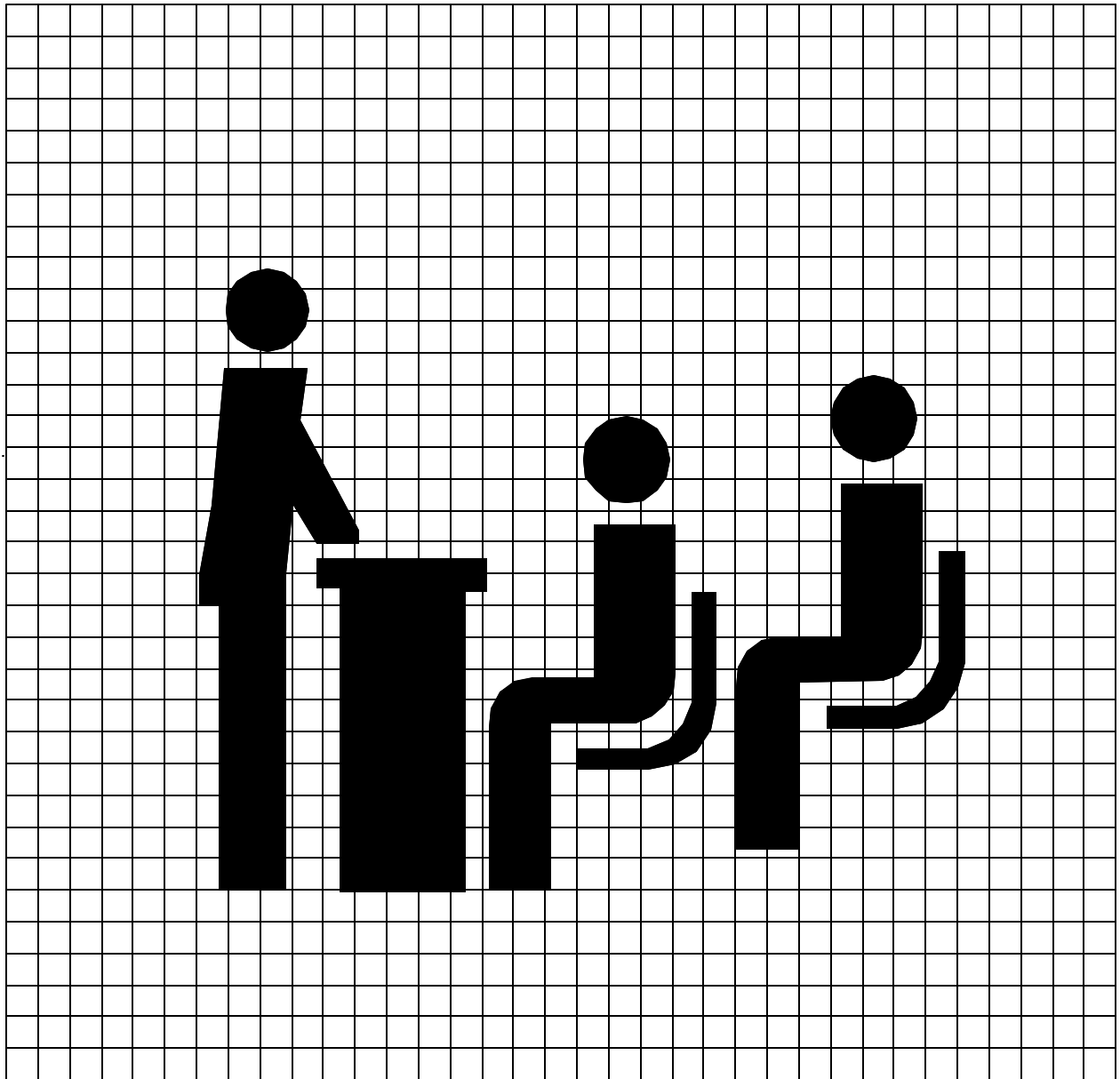
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	10.5	12.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	14.0	16.5	3.8

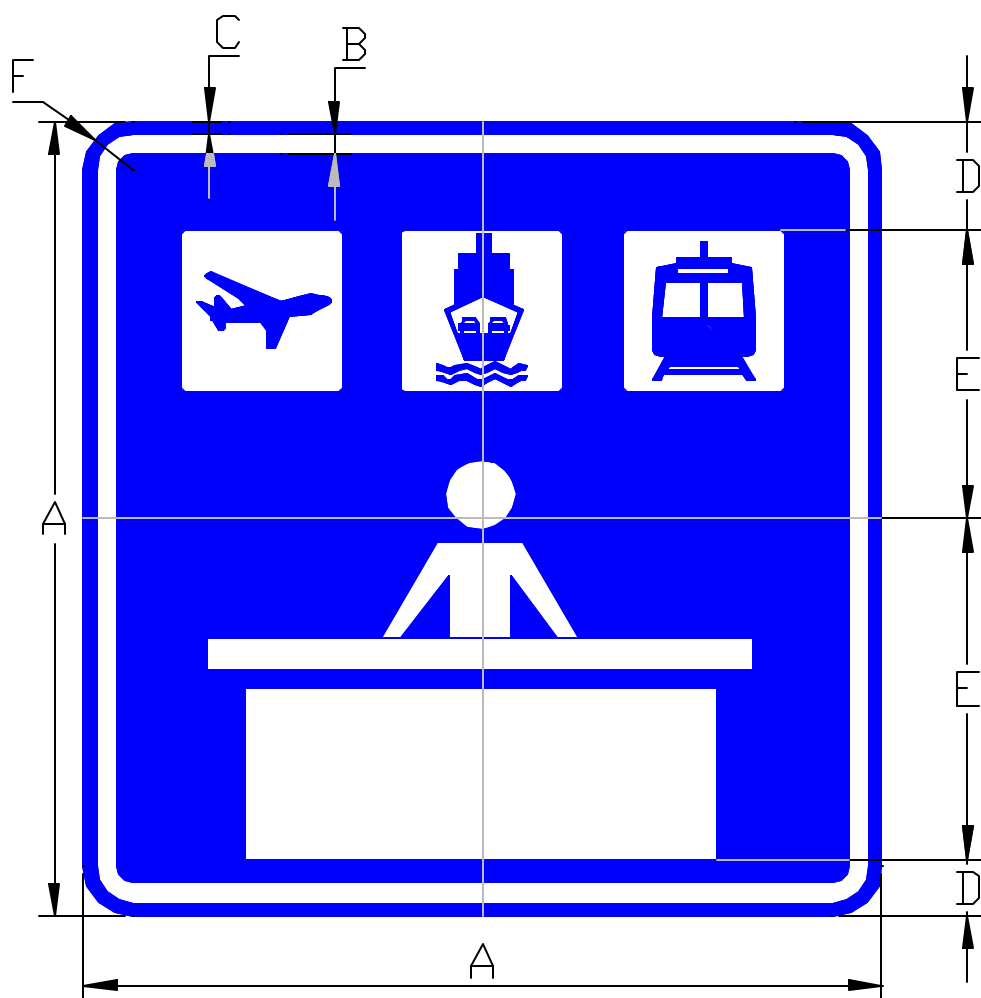




IS-2-11

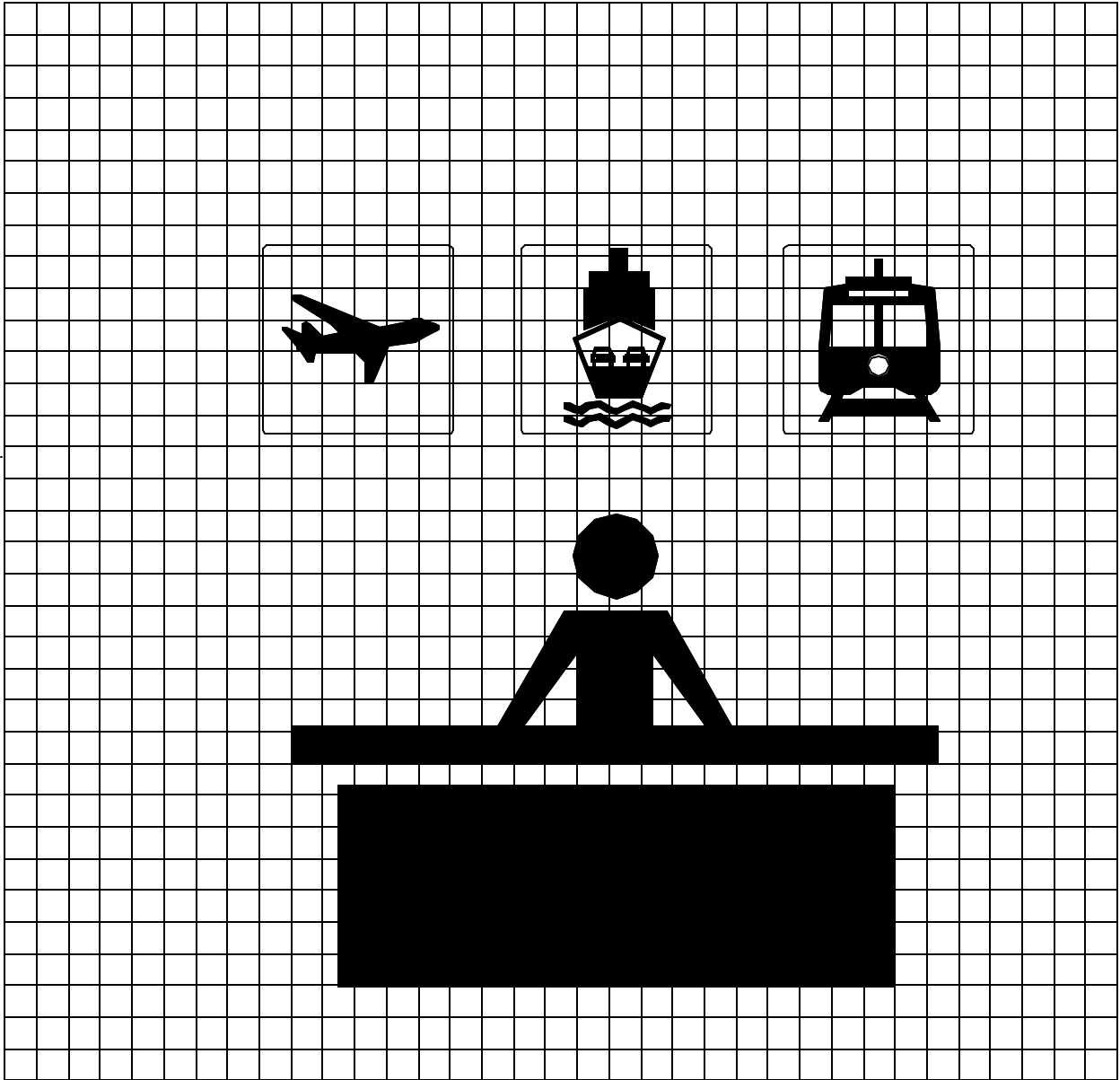
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	8.0	15.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	10.5	20.0	3.8

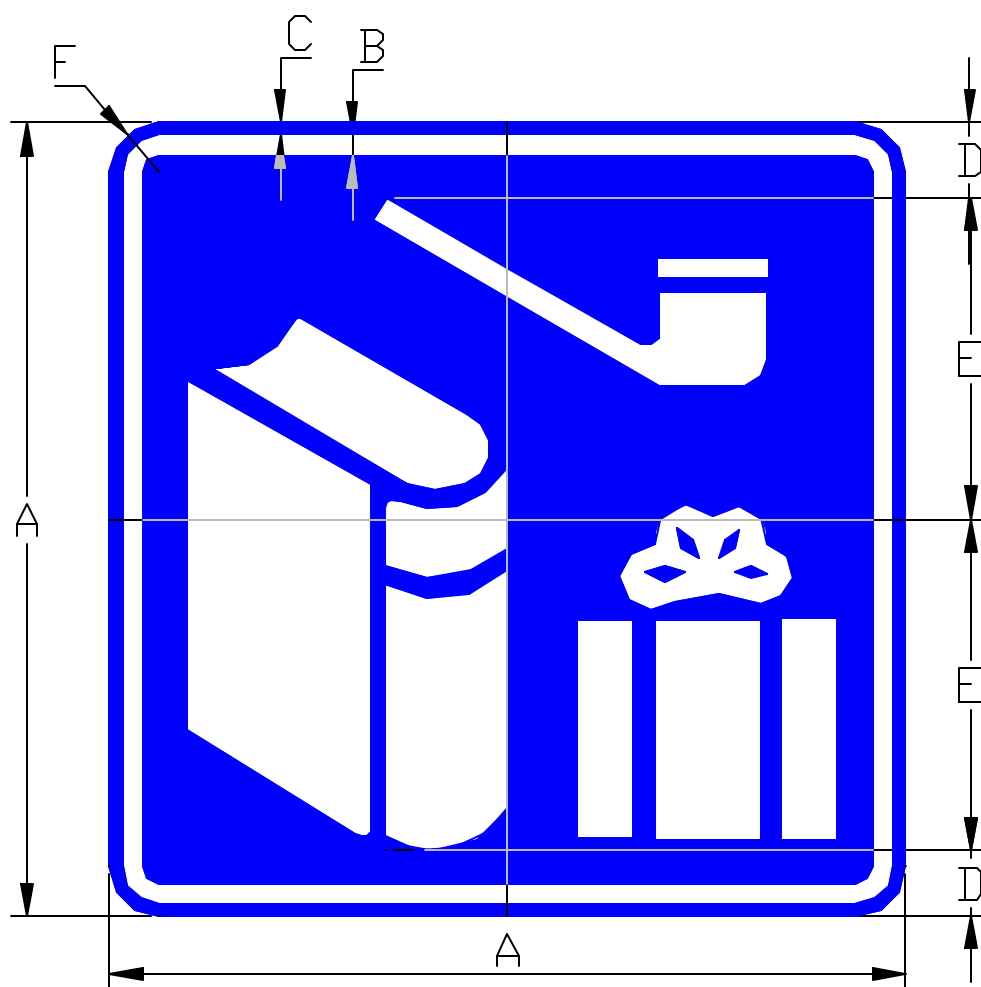




IS-2-12

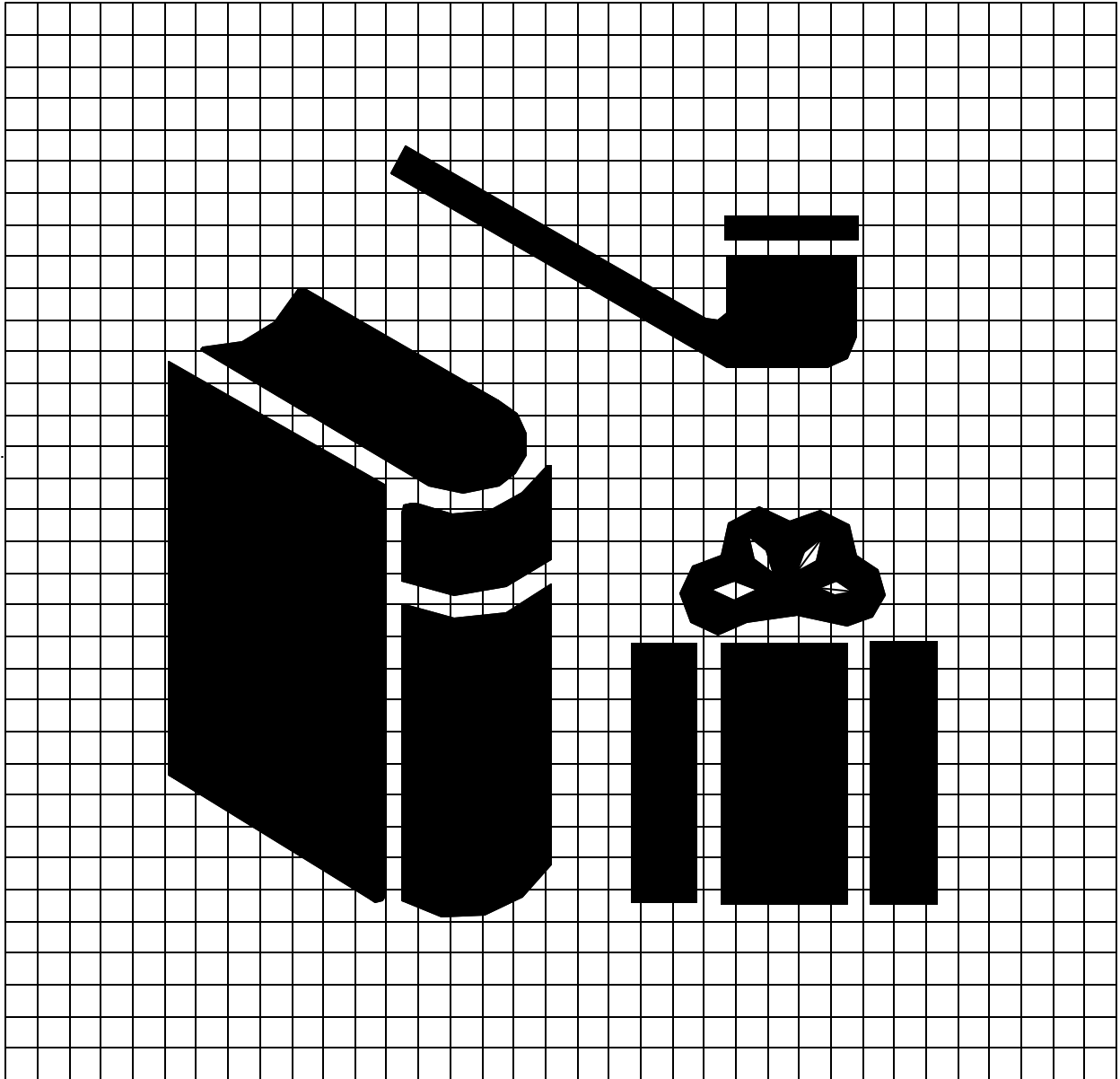
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.5	18.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.0	24.5	3.8



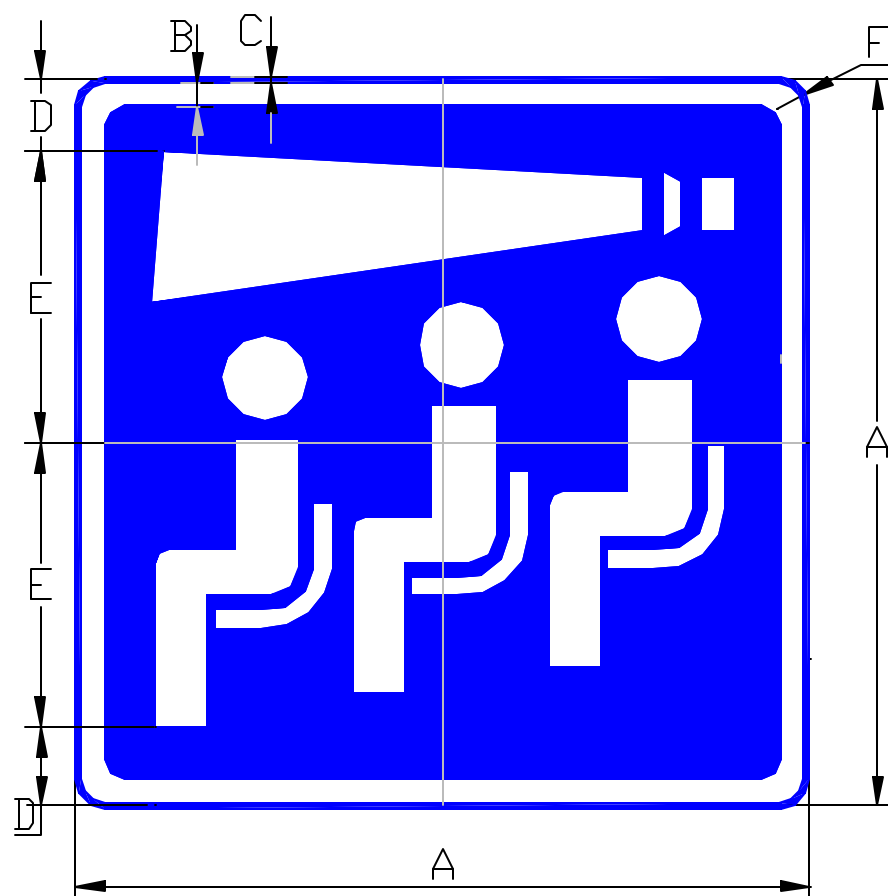


IS-2-13

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.0	19.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	5.5	25	3.8

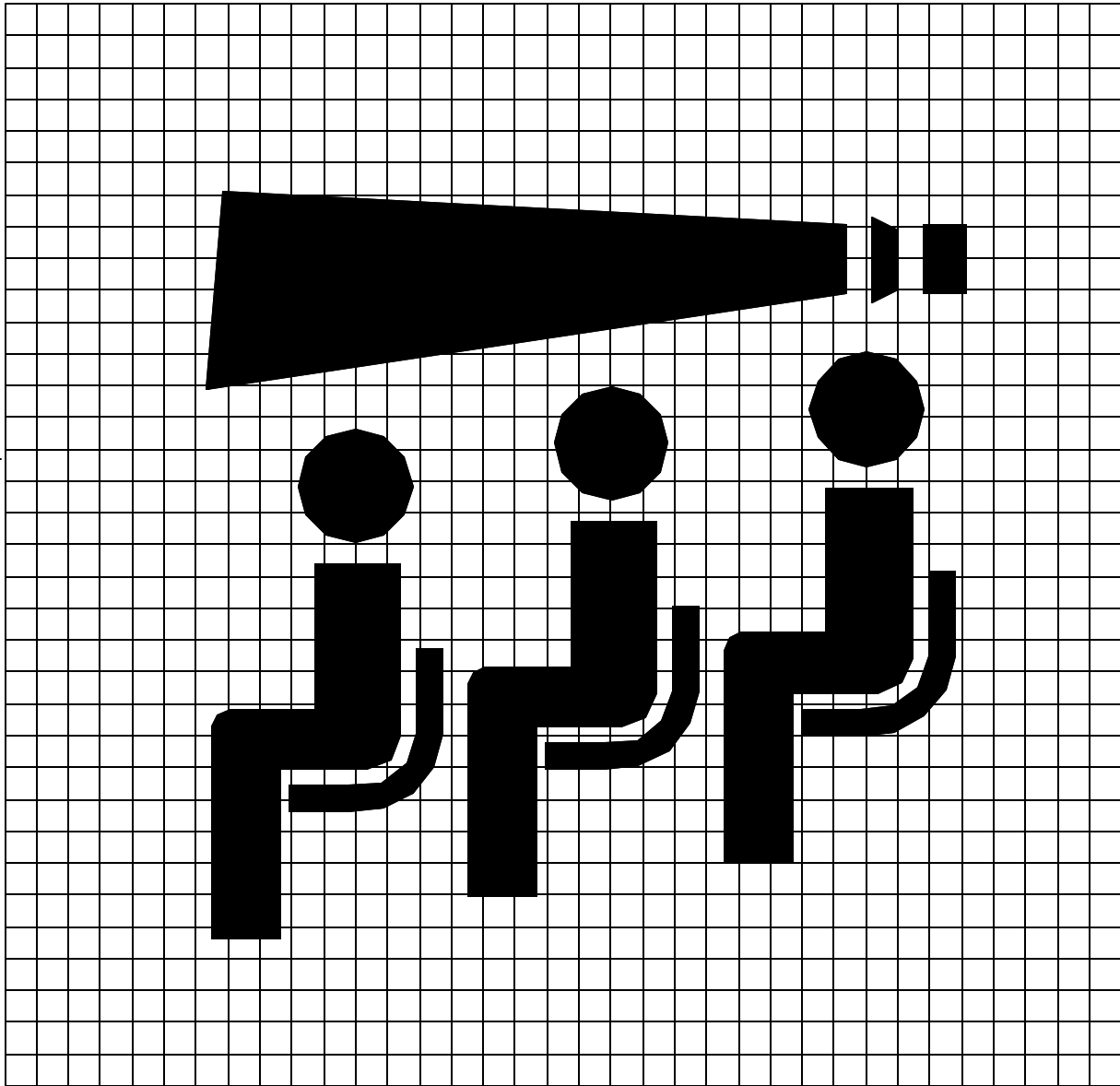


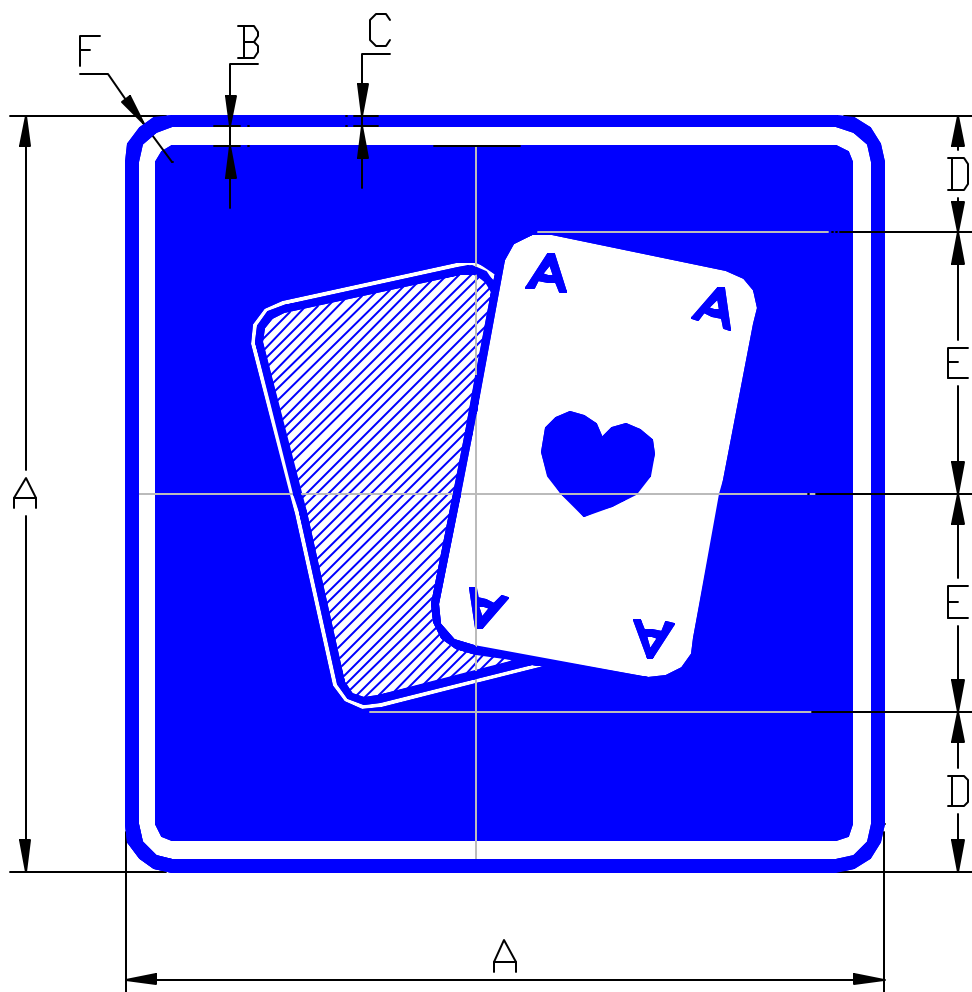




IS-2-14

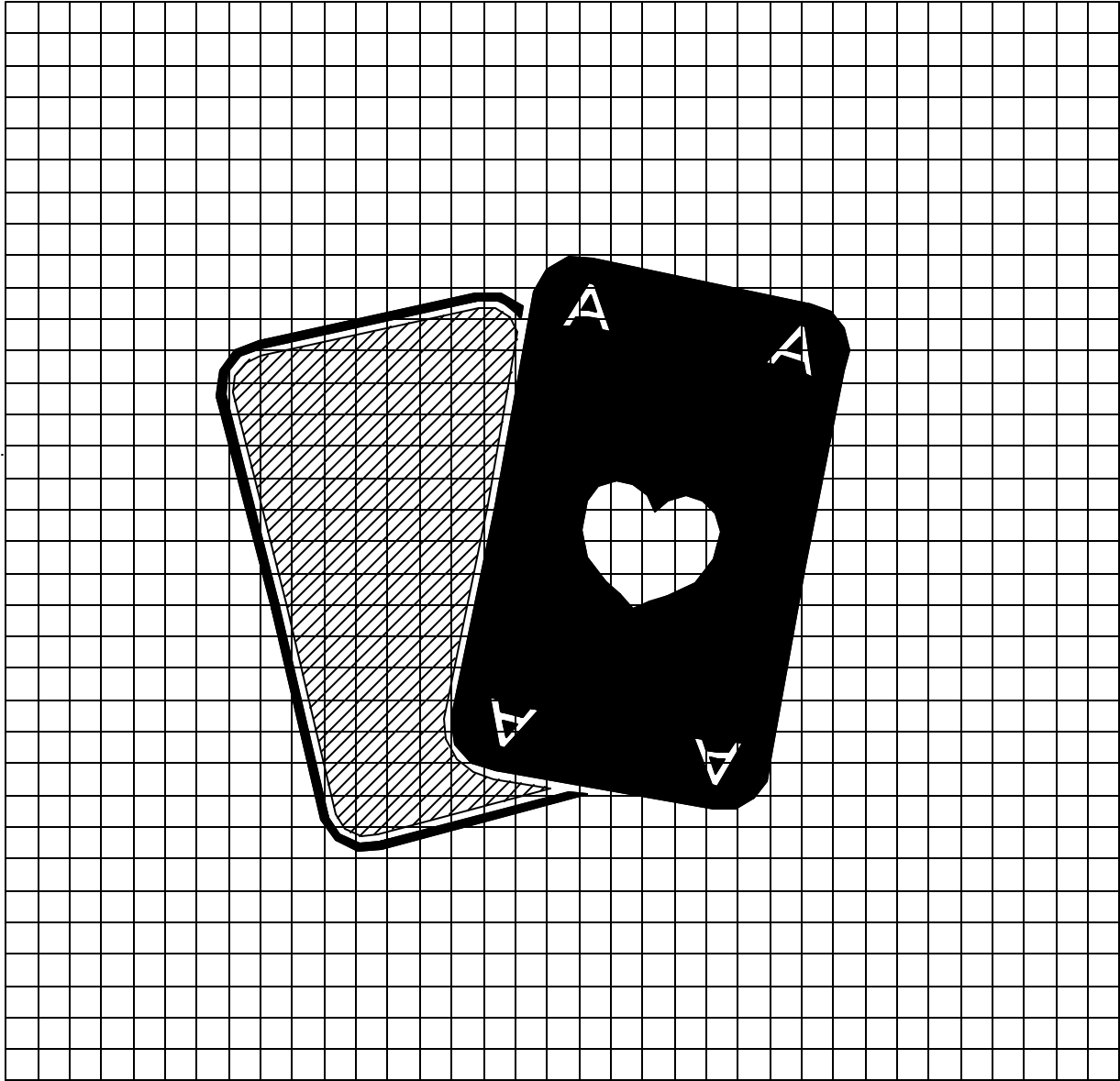
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.0	18.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.5	24.0	3.8

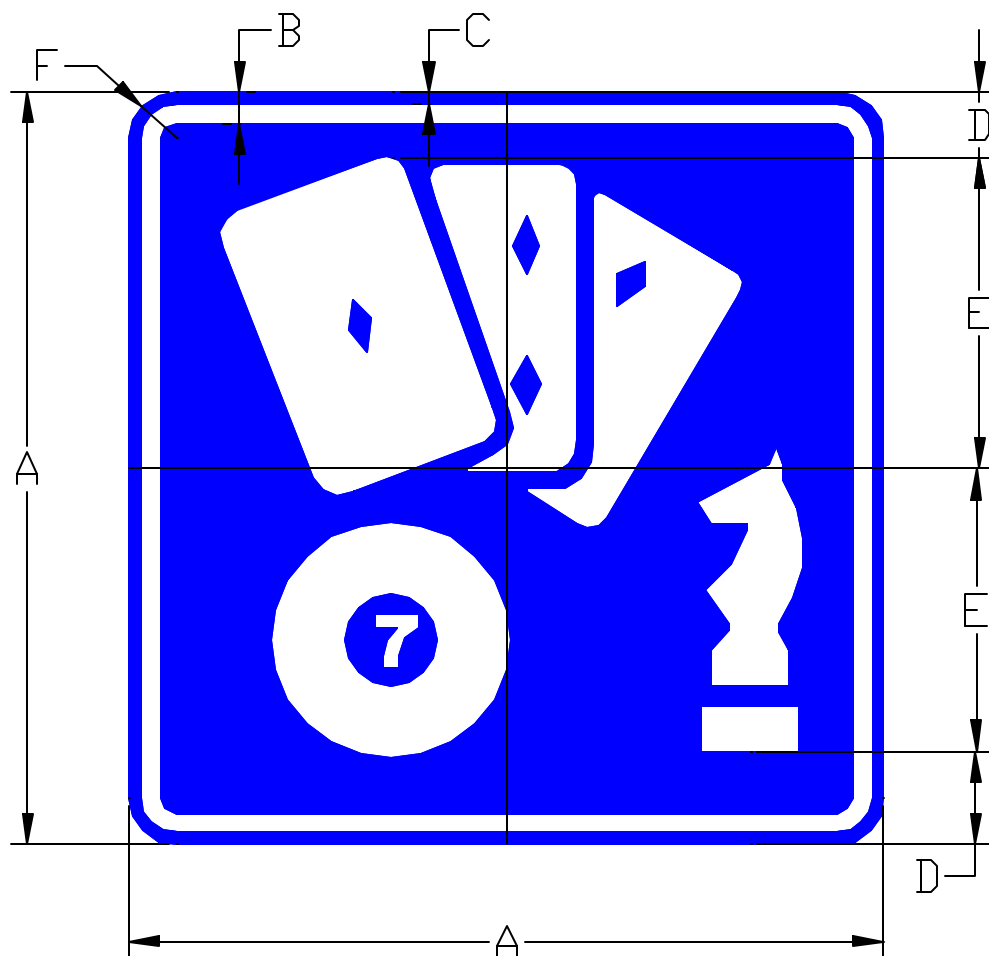




IS-2-15

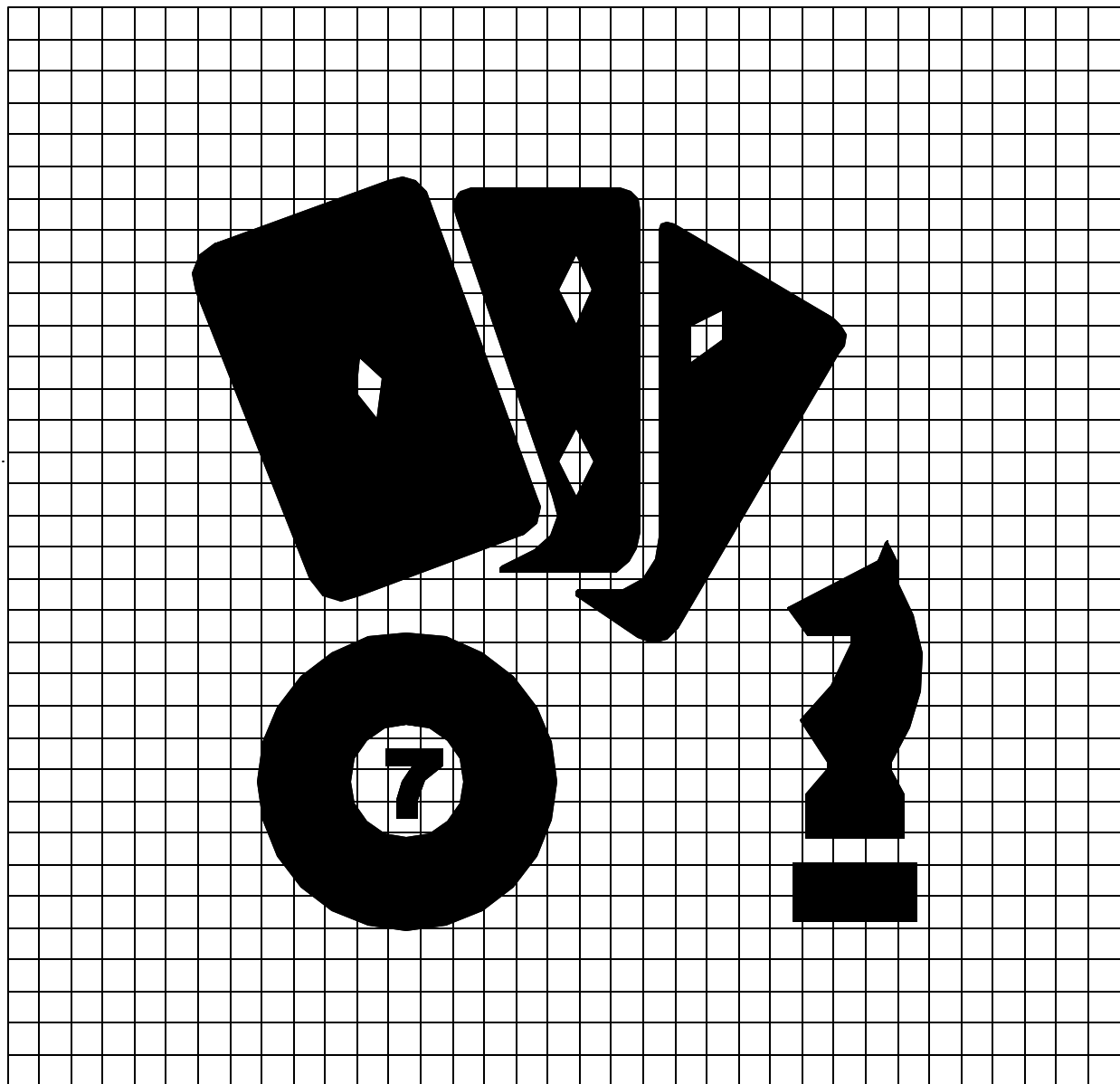
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	8.3	14.7	2.9
EST.	61	1.6	1.0	11.0	19.5	3.8

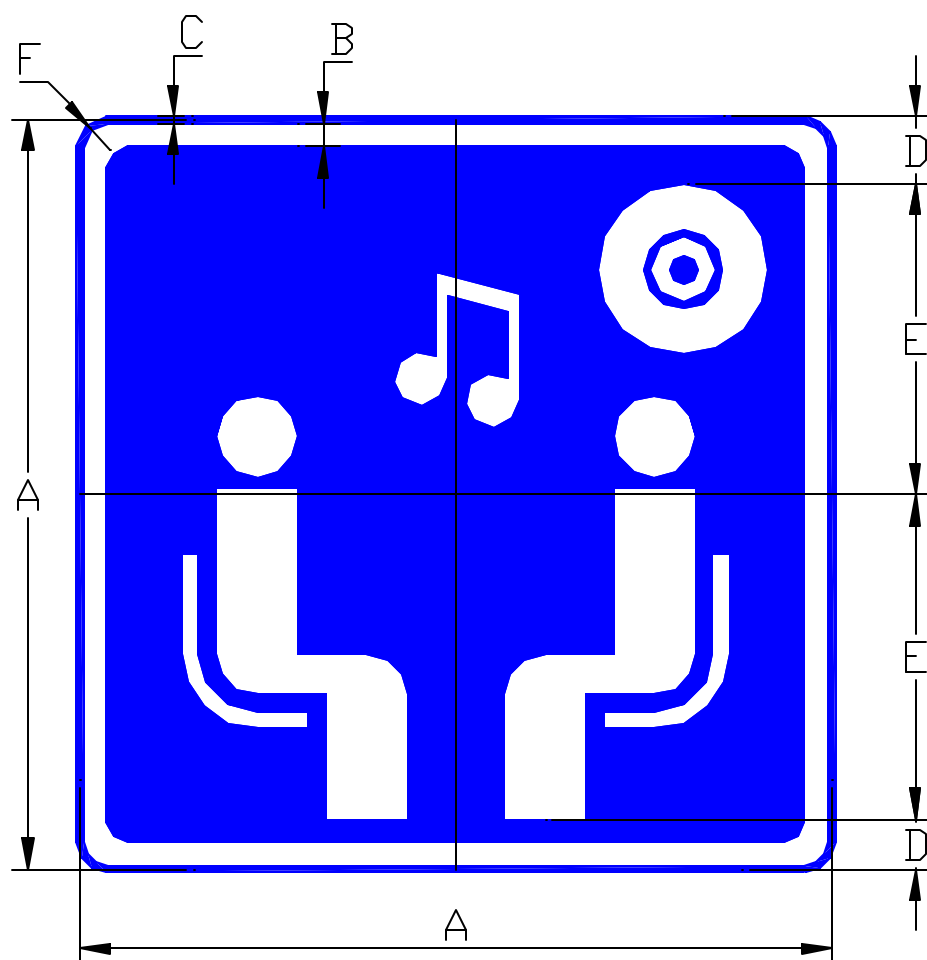




IS-2-16

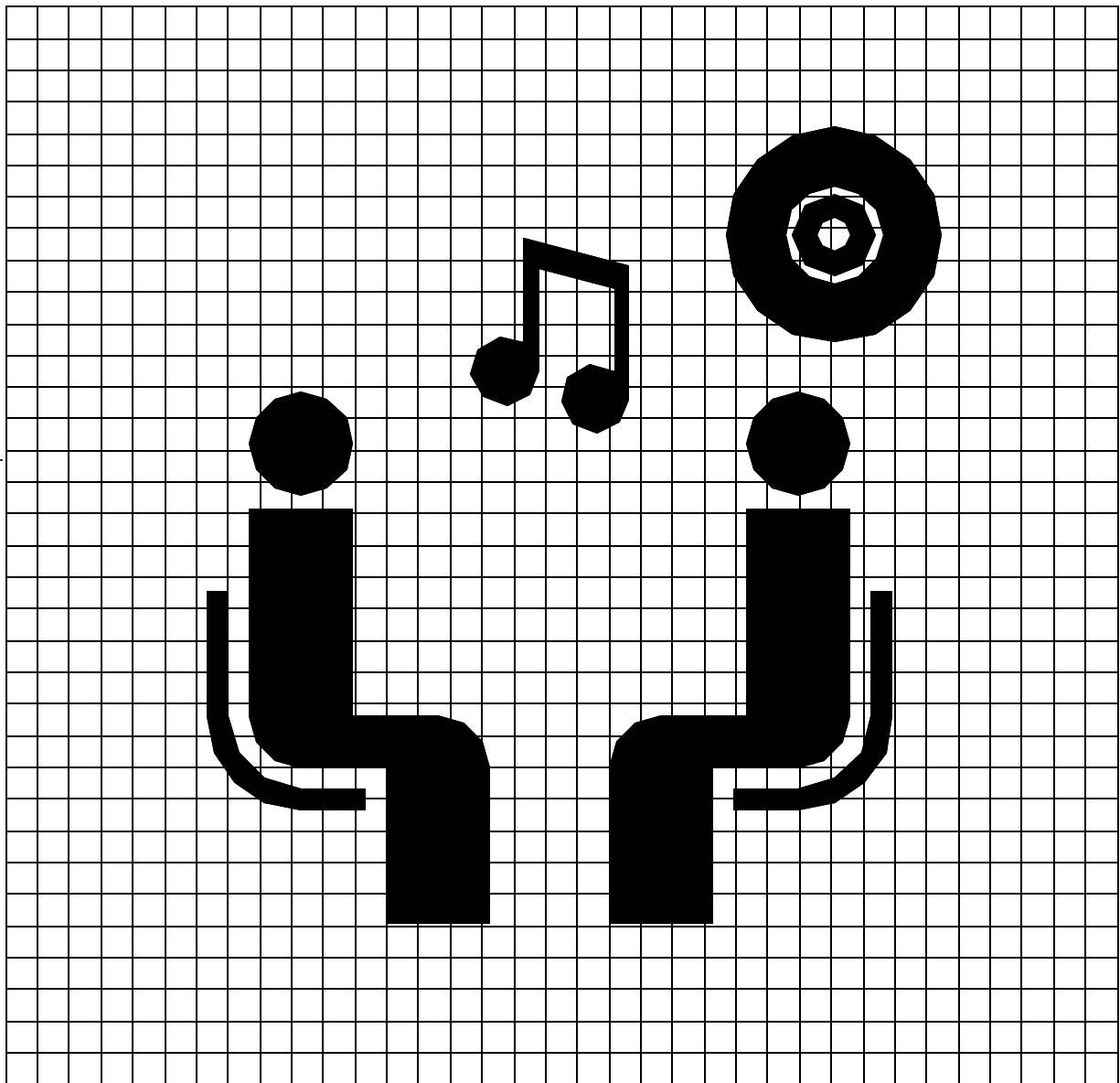
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.5	18.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.0	24.5	3.8



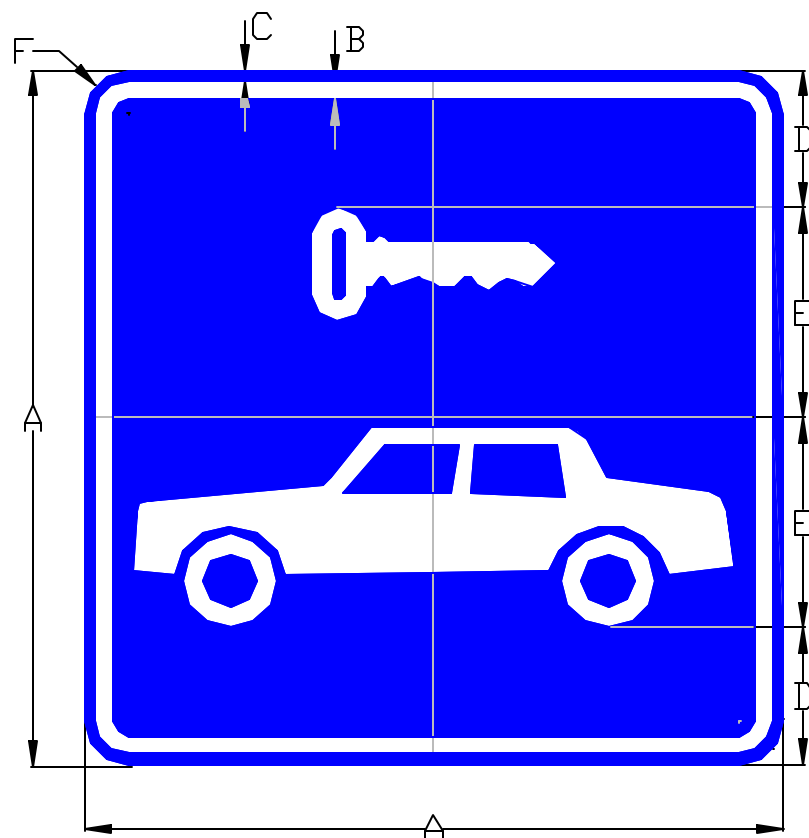


IS-2-17

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.0	19.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	5.0	25.5	3.8

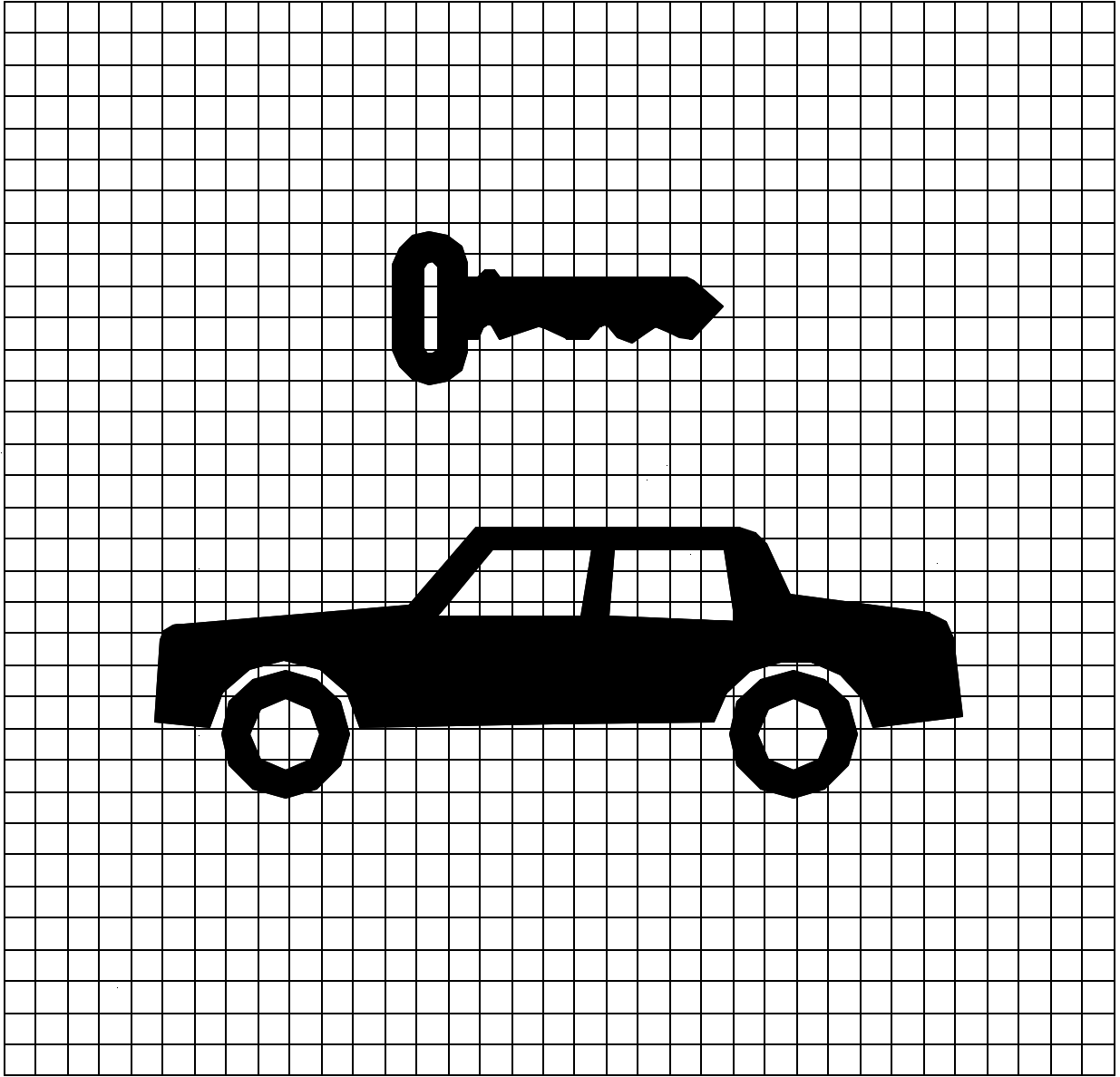


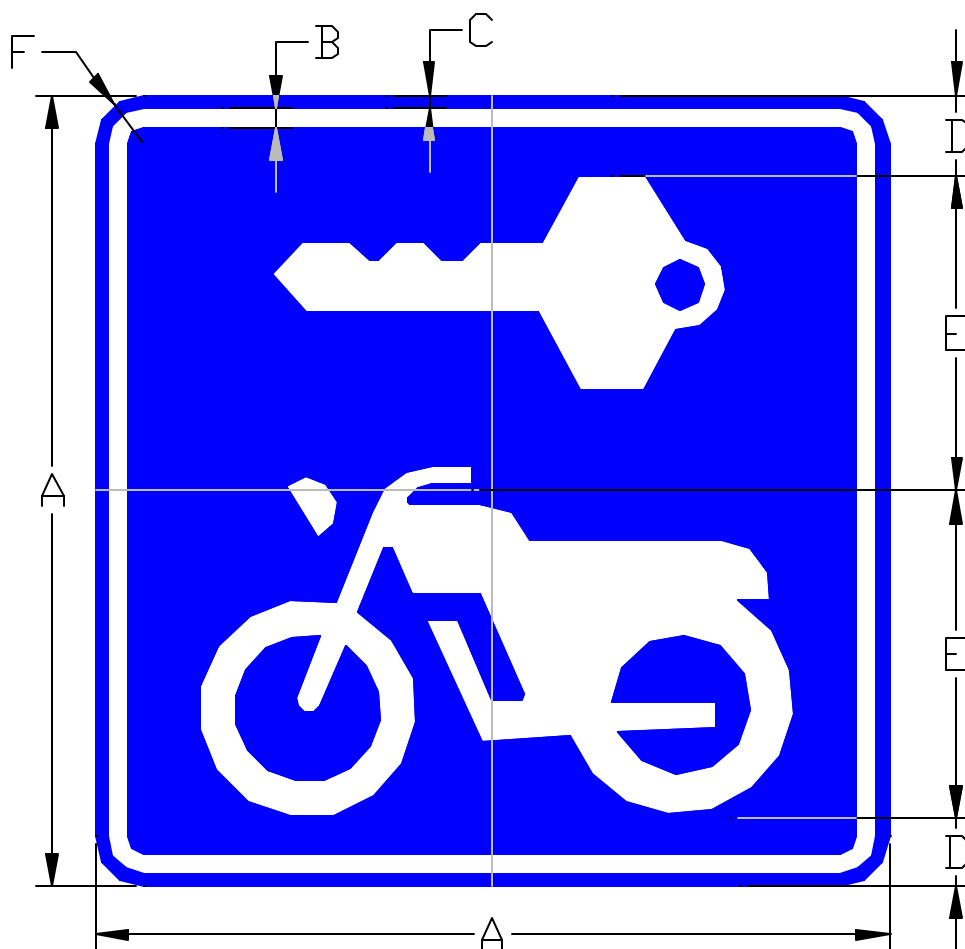




IS-2-18

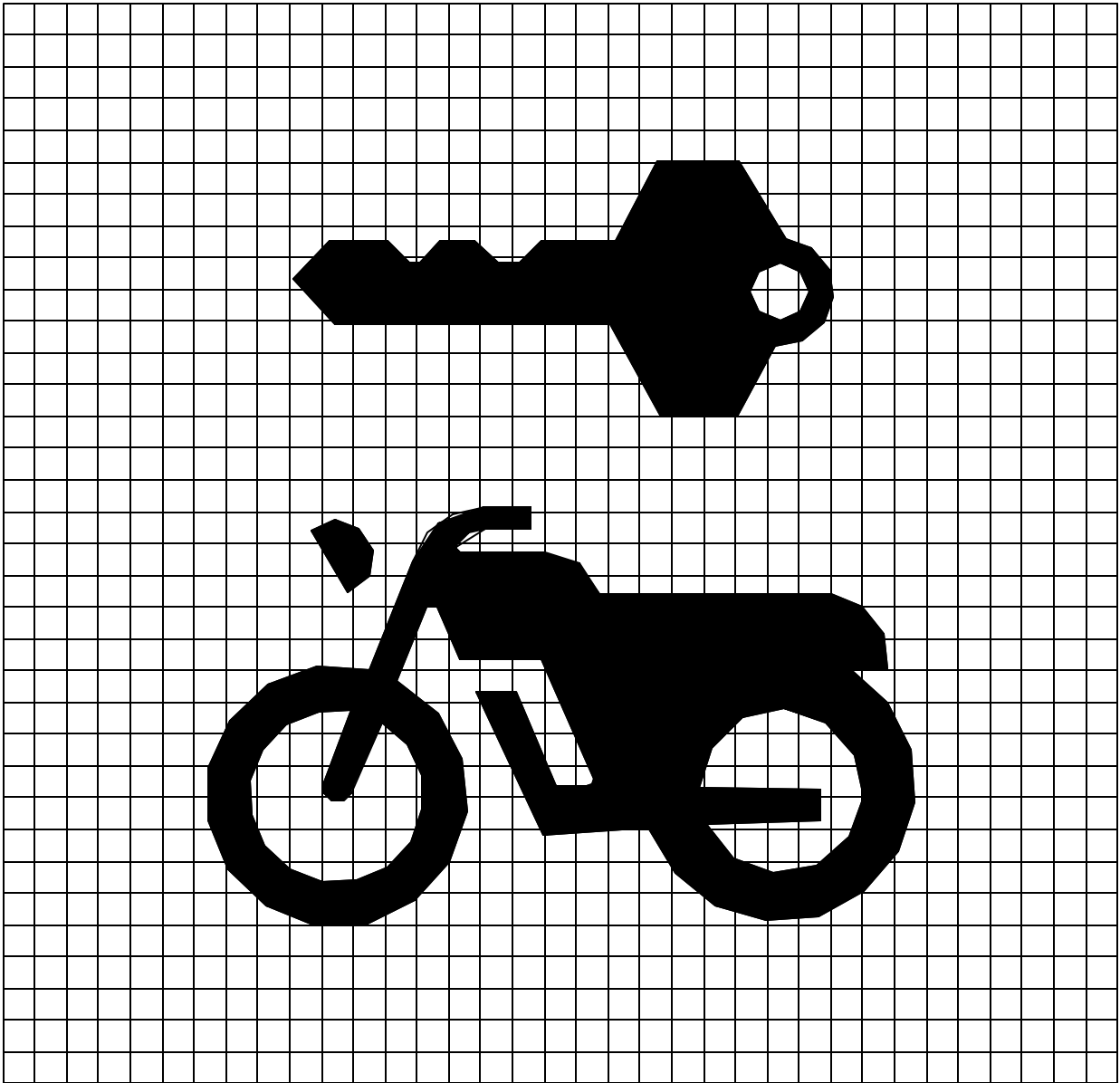
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	9.0	14.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	12.0	18.5	3.8

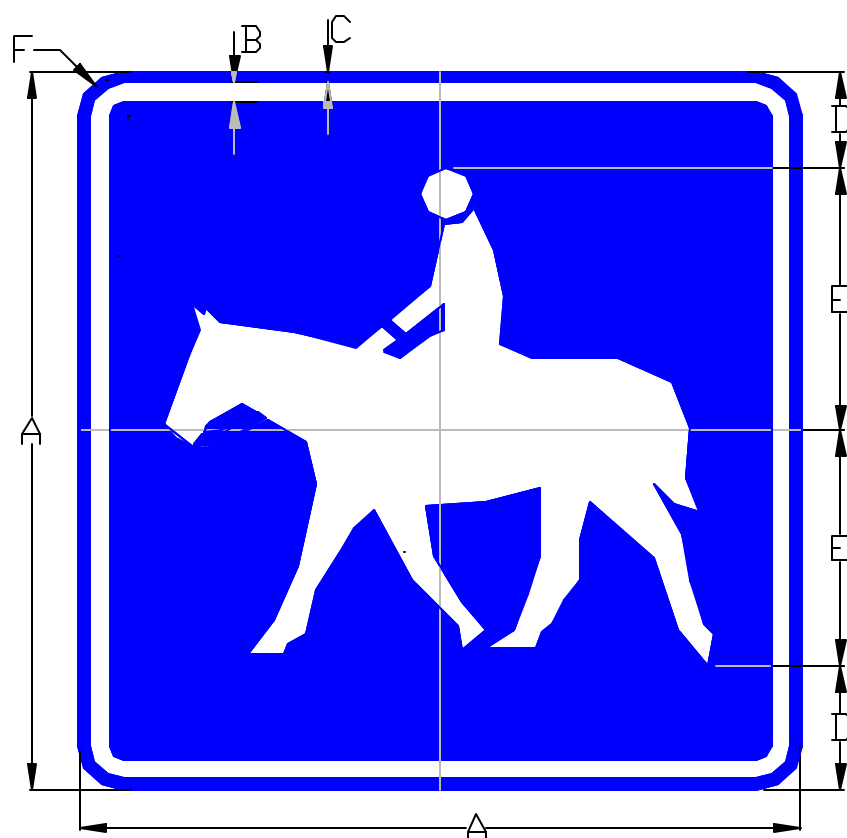




IS-2-19

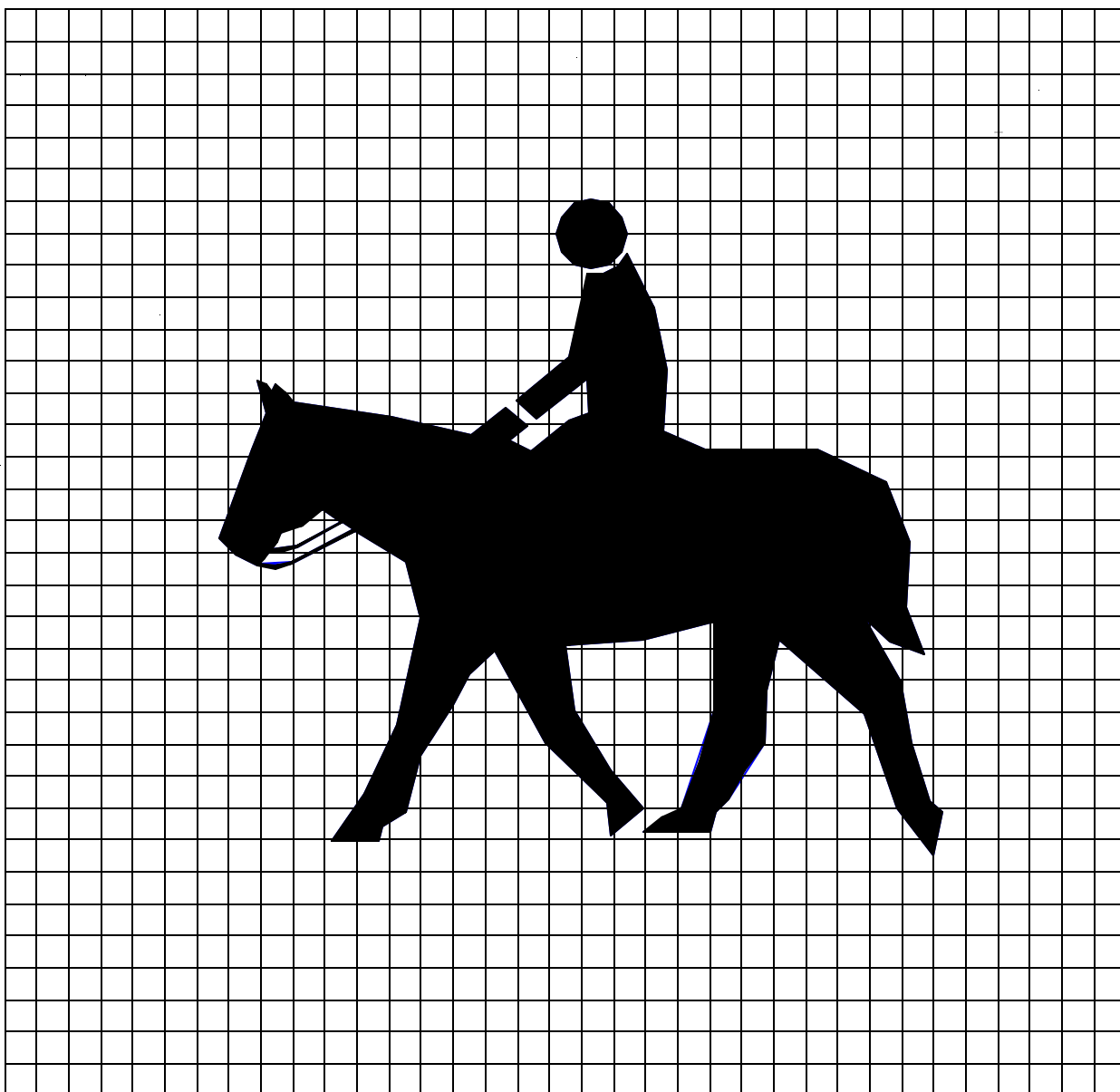
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.0	19.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	5.5	25.0	3.8

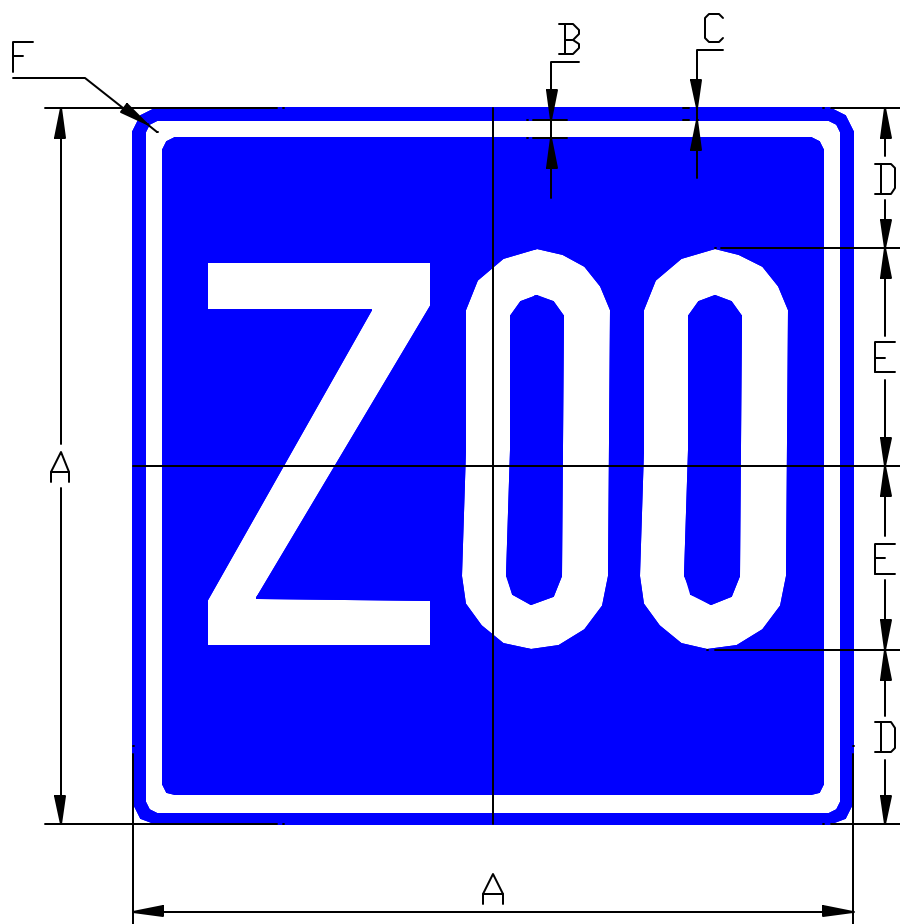




IS-2-20

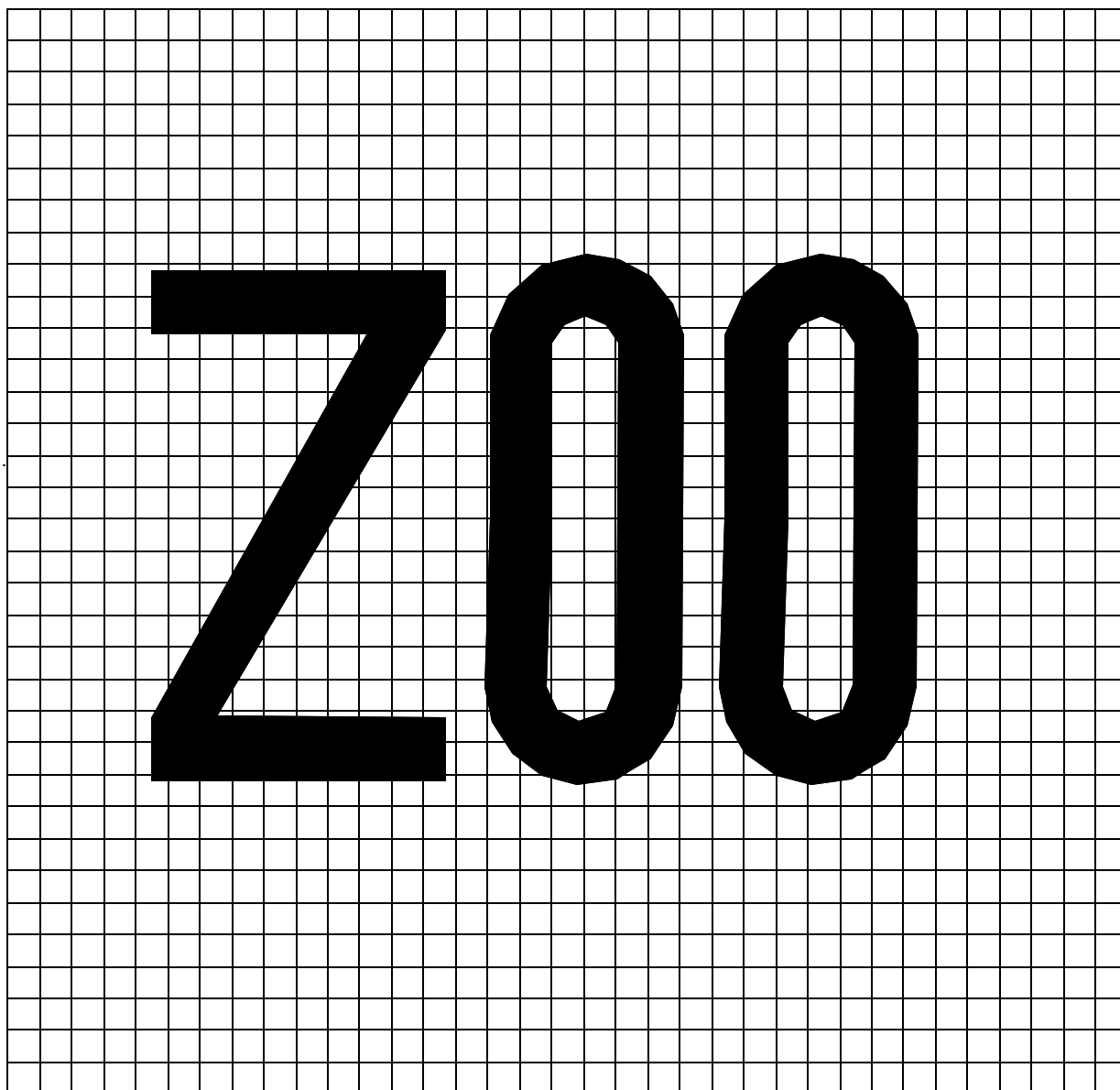
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	7.0	16.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	9.5	21.0	3.8



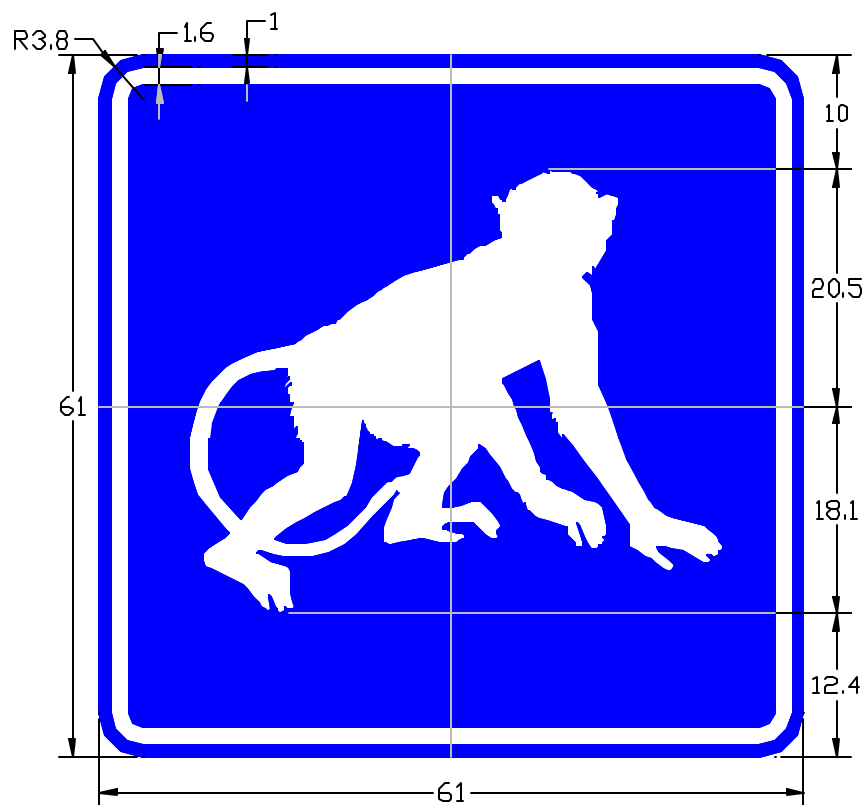


IS-2-21

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46	1.2	0.8	10.0	13.0	2.9
EST	61	1.6	1.0	13.0	17.5	3.8

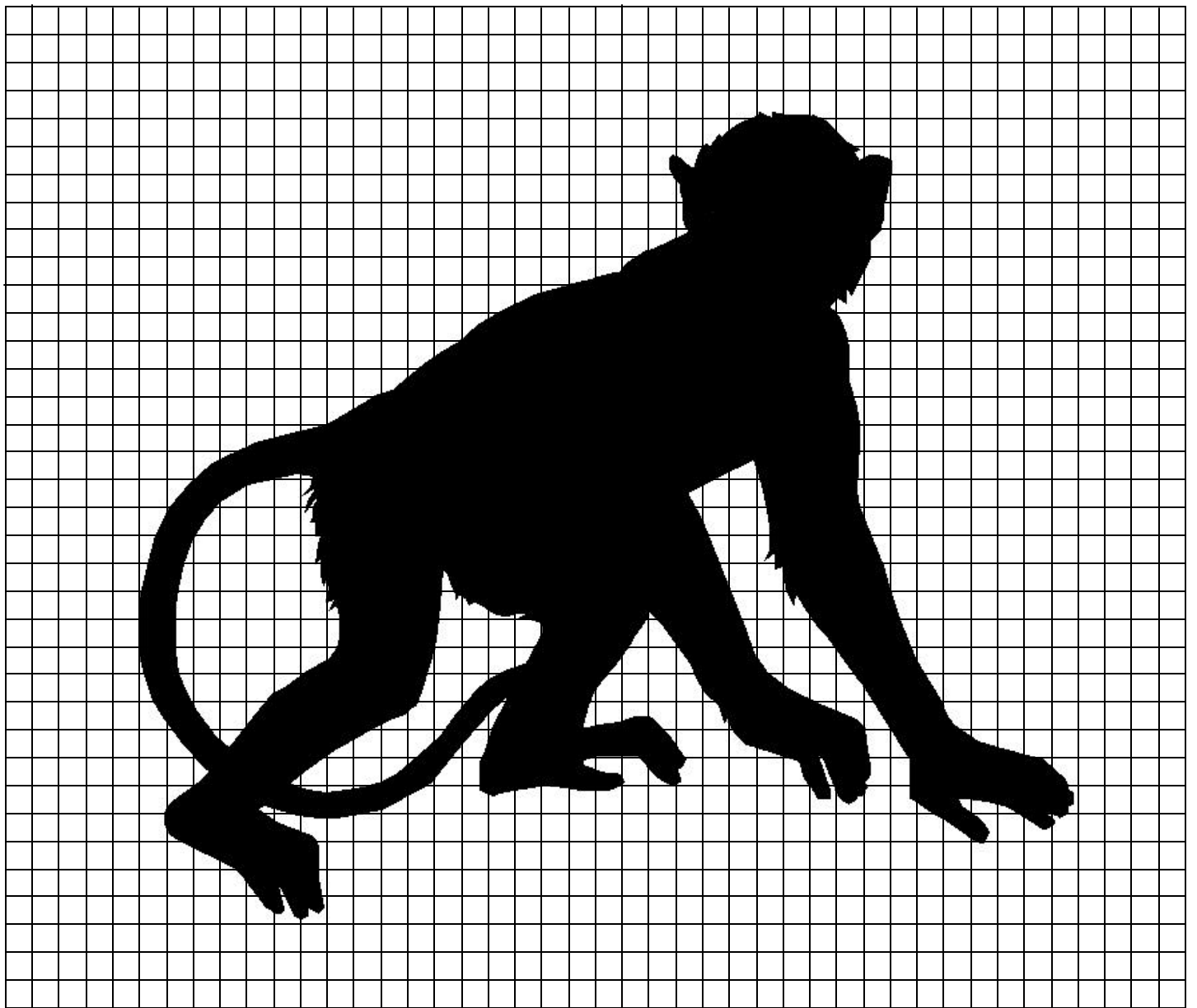


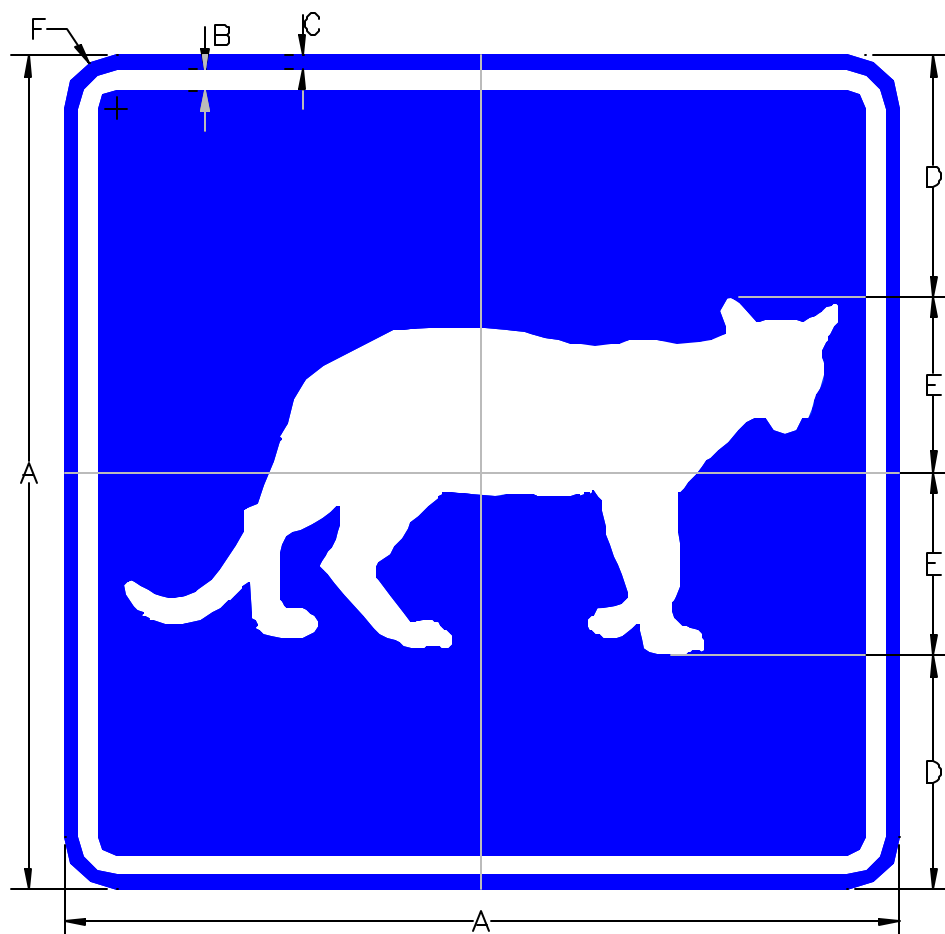




IS-2-21a

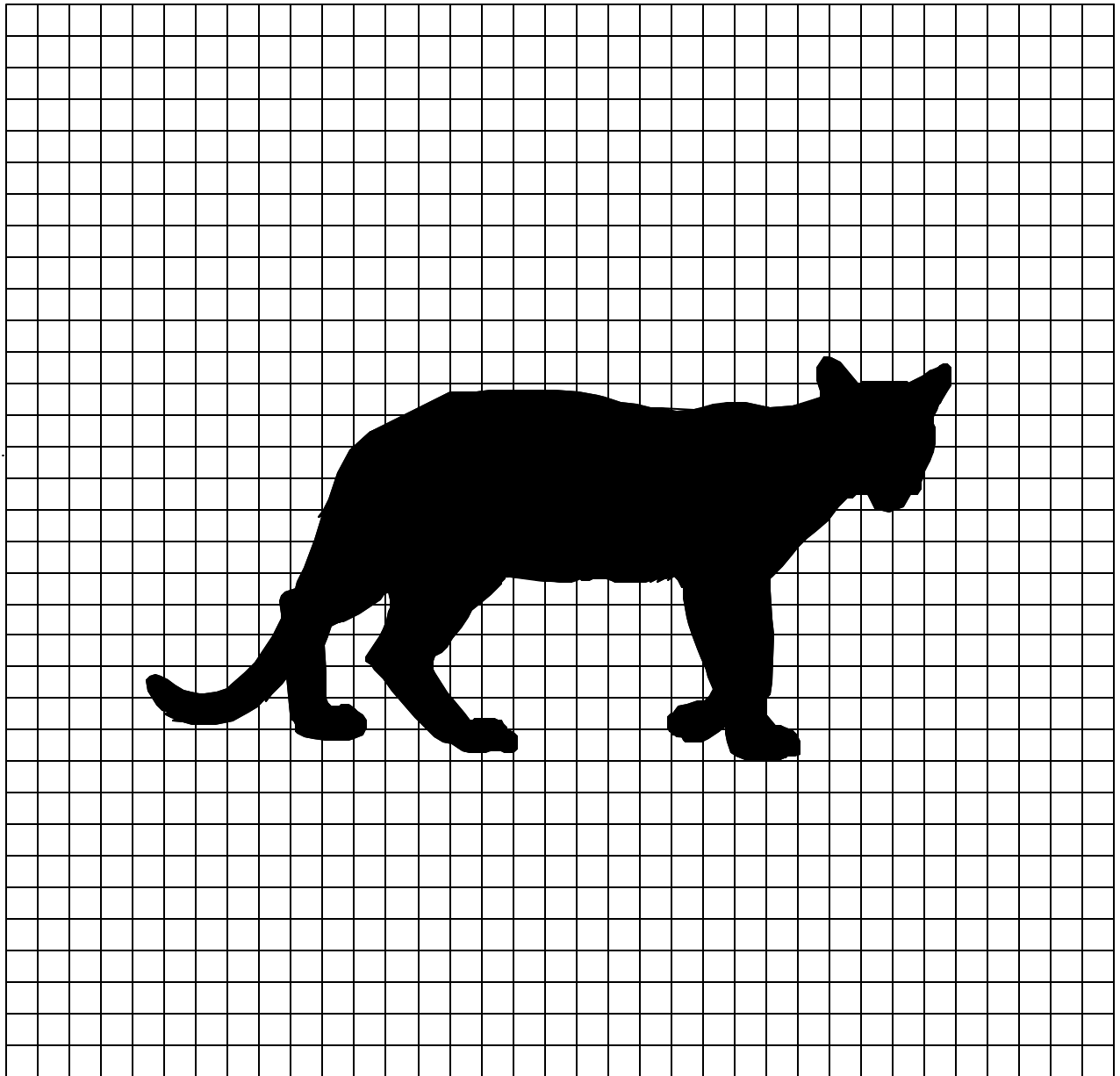
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)								
	A	B	C	D	E	G	H	I	J
MIN	46	1.2	0.8	2.9	23	8.3	14.8	5.1	17.9
EST	61	1.6	1.0	3.8	30.5	11.0	19.6	6.8	23.7

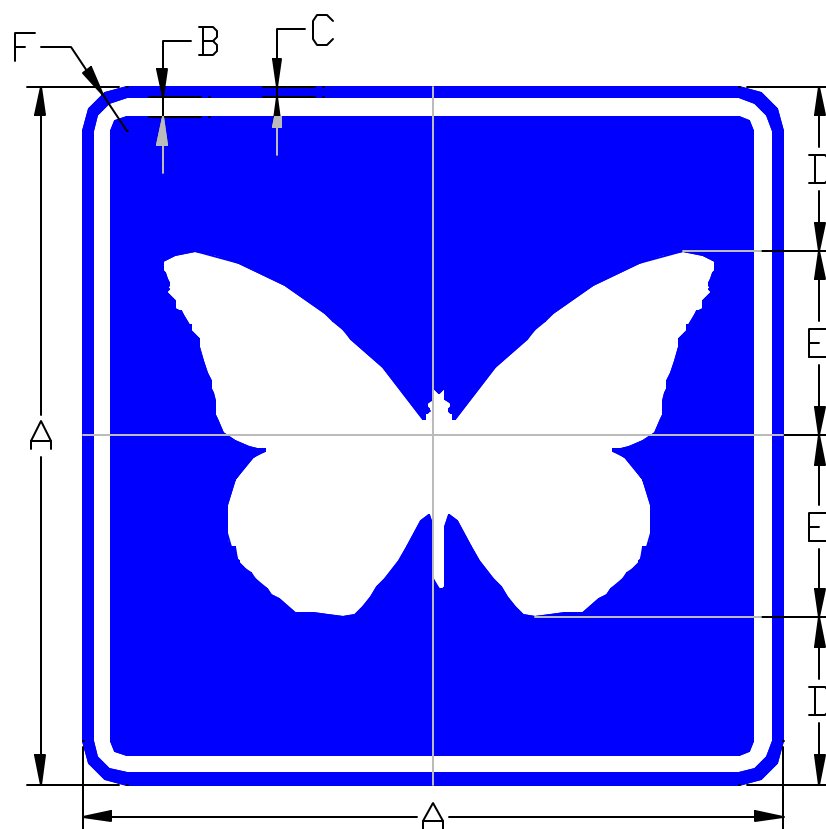




IS-2-21b-CRC

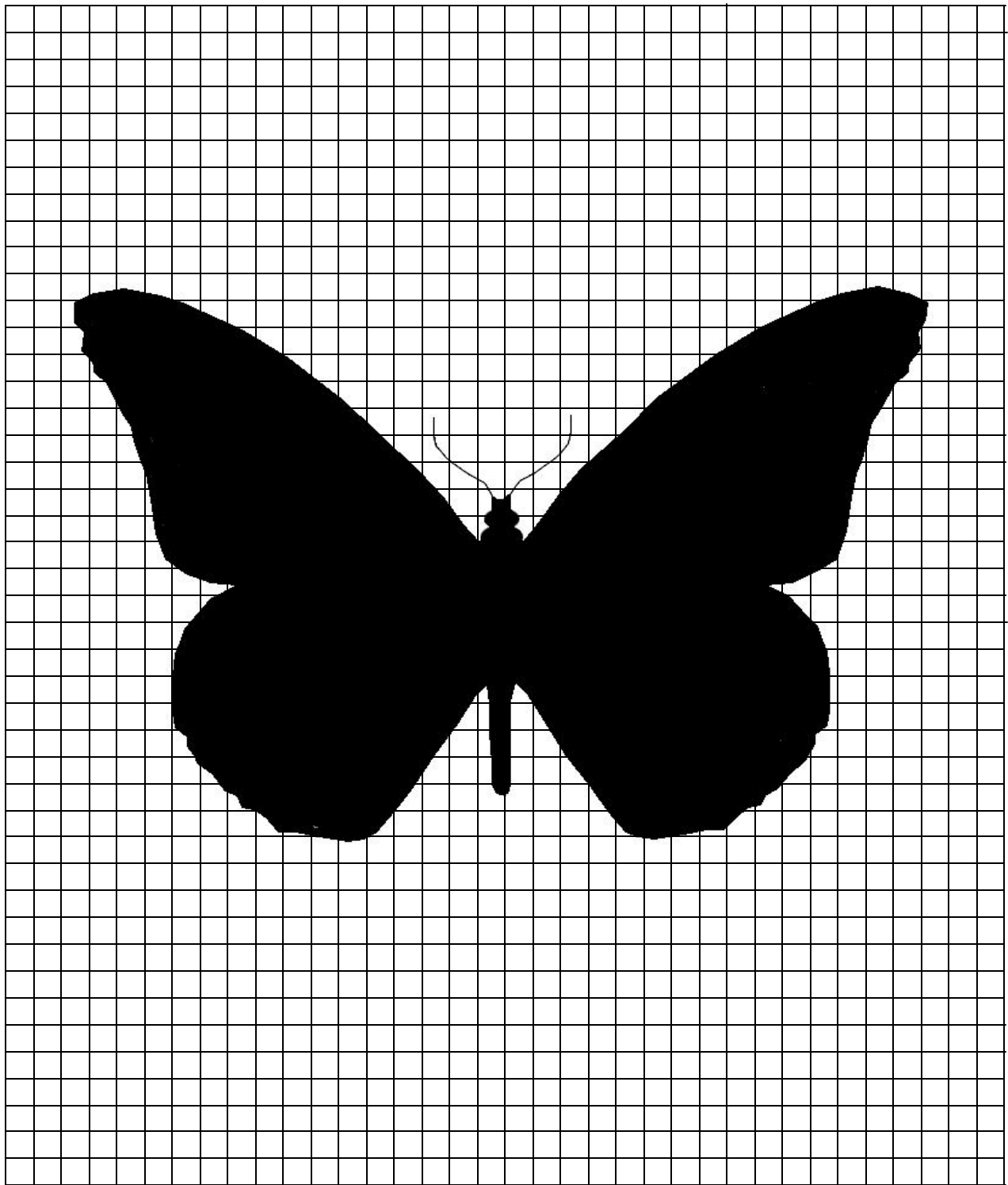
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	13.0	10.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	17.5	13.0	3.8

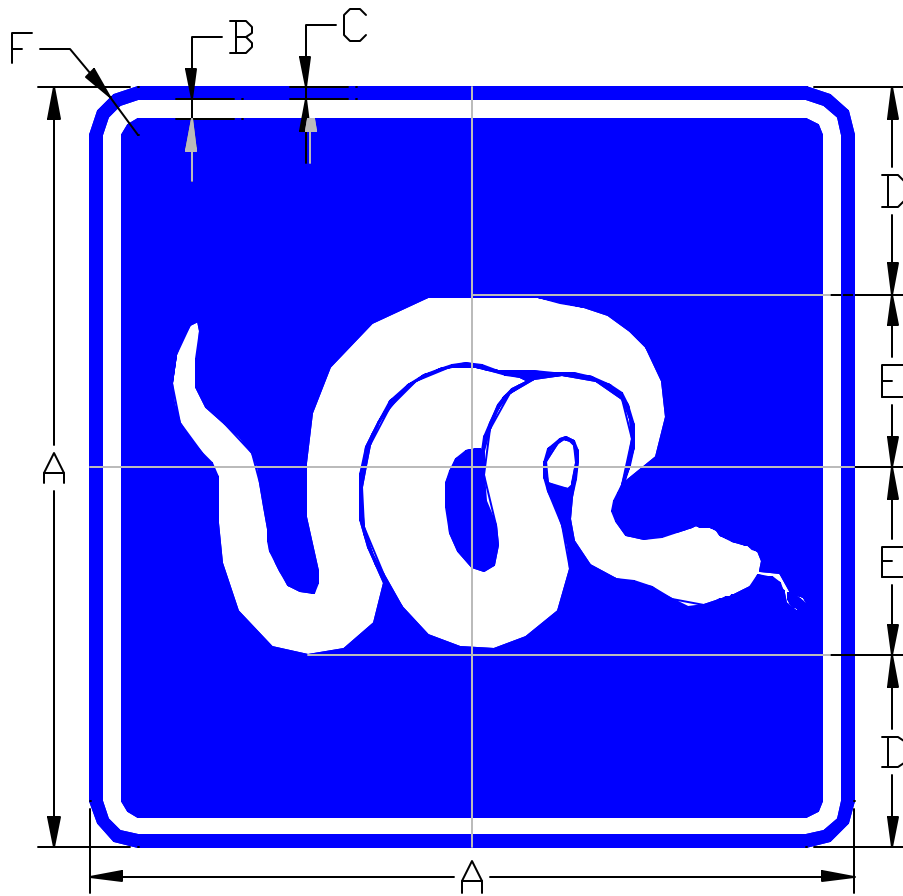




IS-2-22

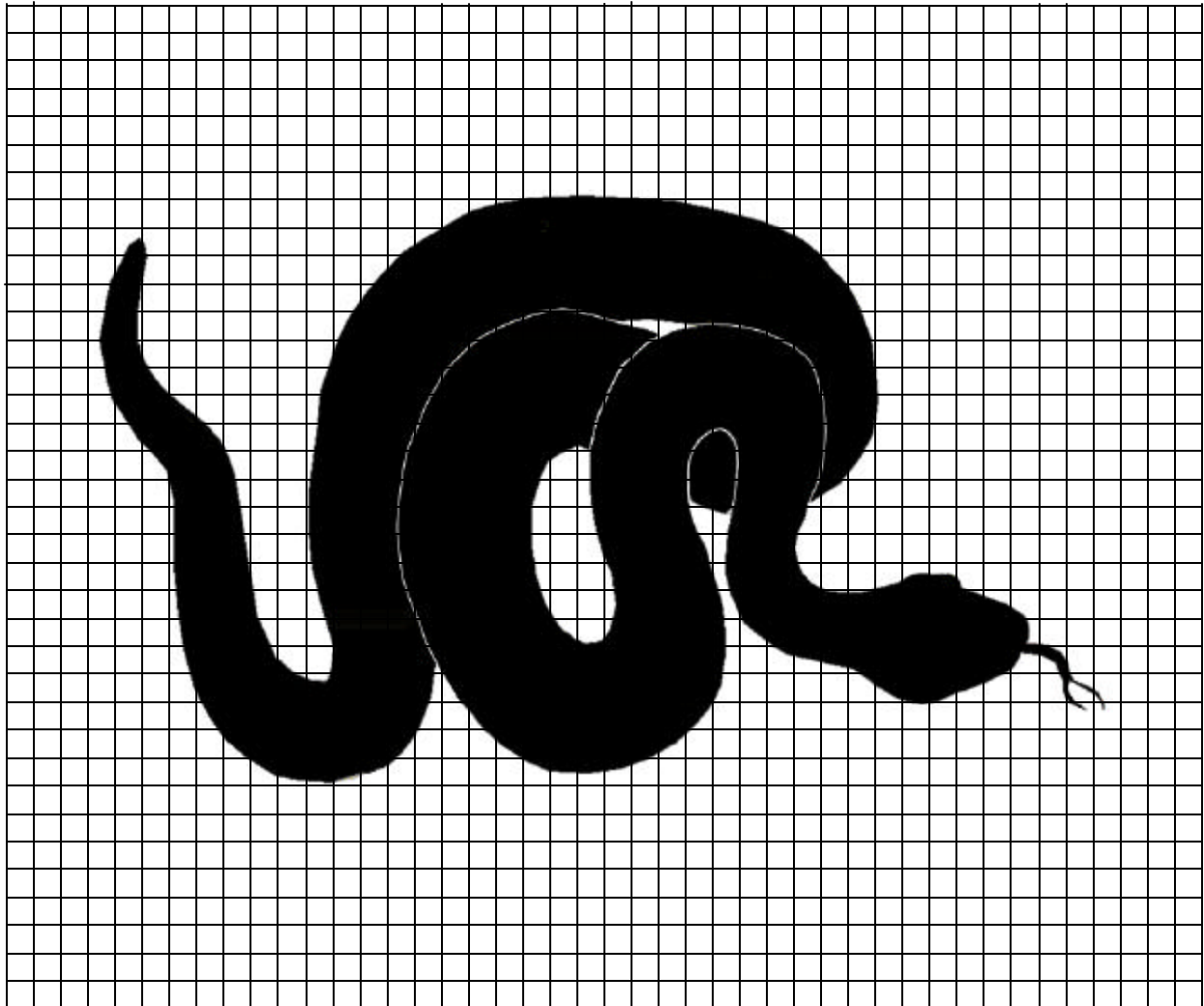
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46	1.2	0.8	7.5	15.5	2.9
EST	61	1.6	1.0	10.0	20.5	3.8



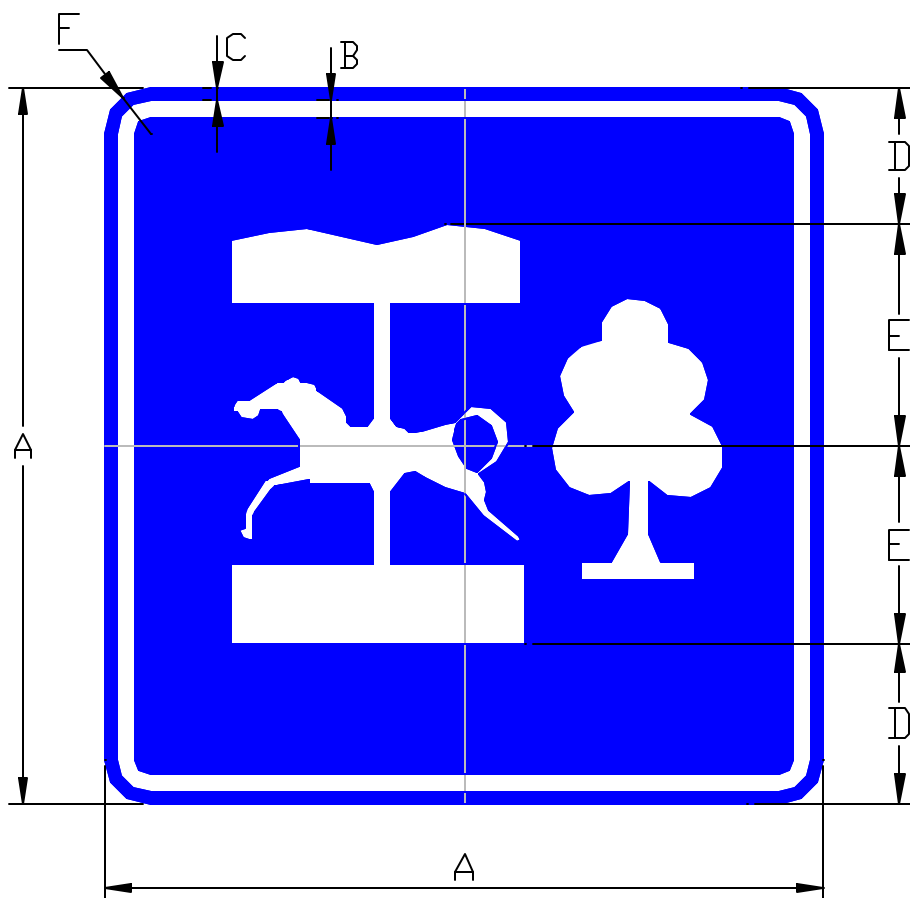


IS-2-23

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46	1.2	0.8	12.5	10.5	2.9
EST	61	1.6	1.0	16.5	14.0	3.8

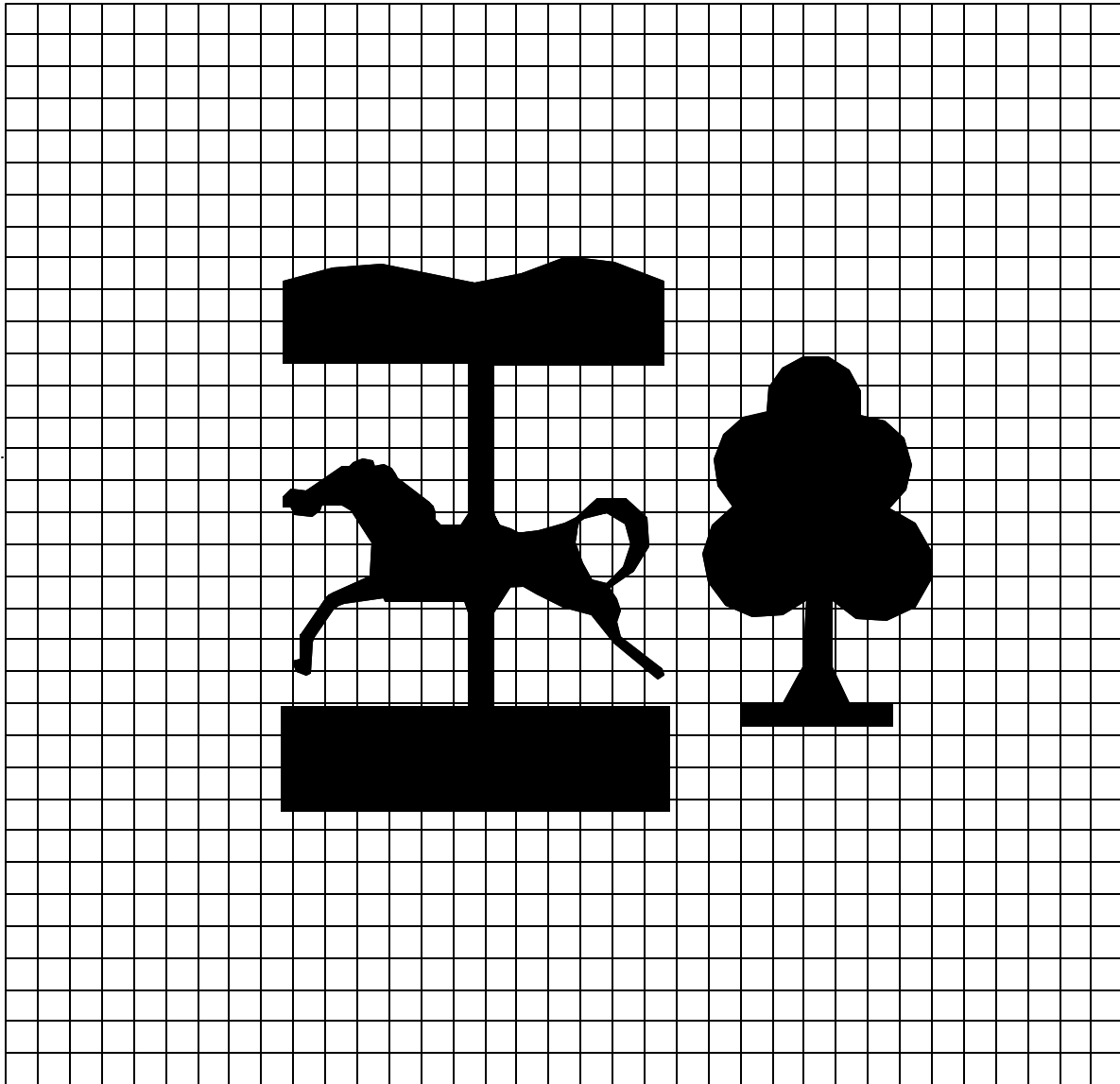


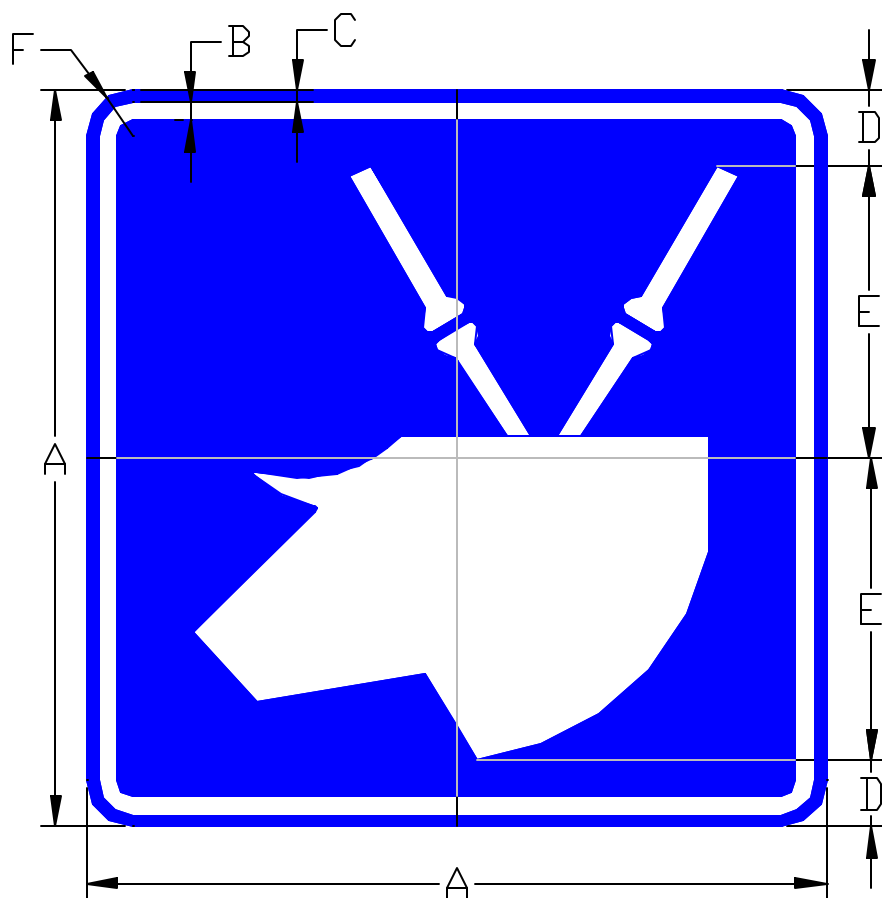




IS-2-24

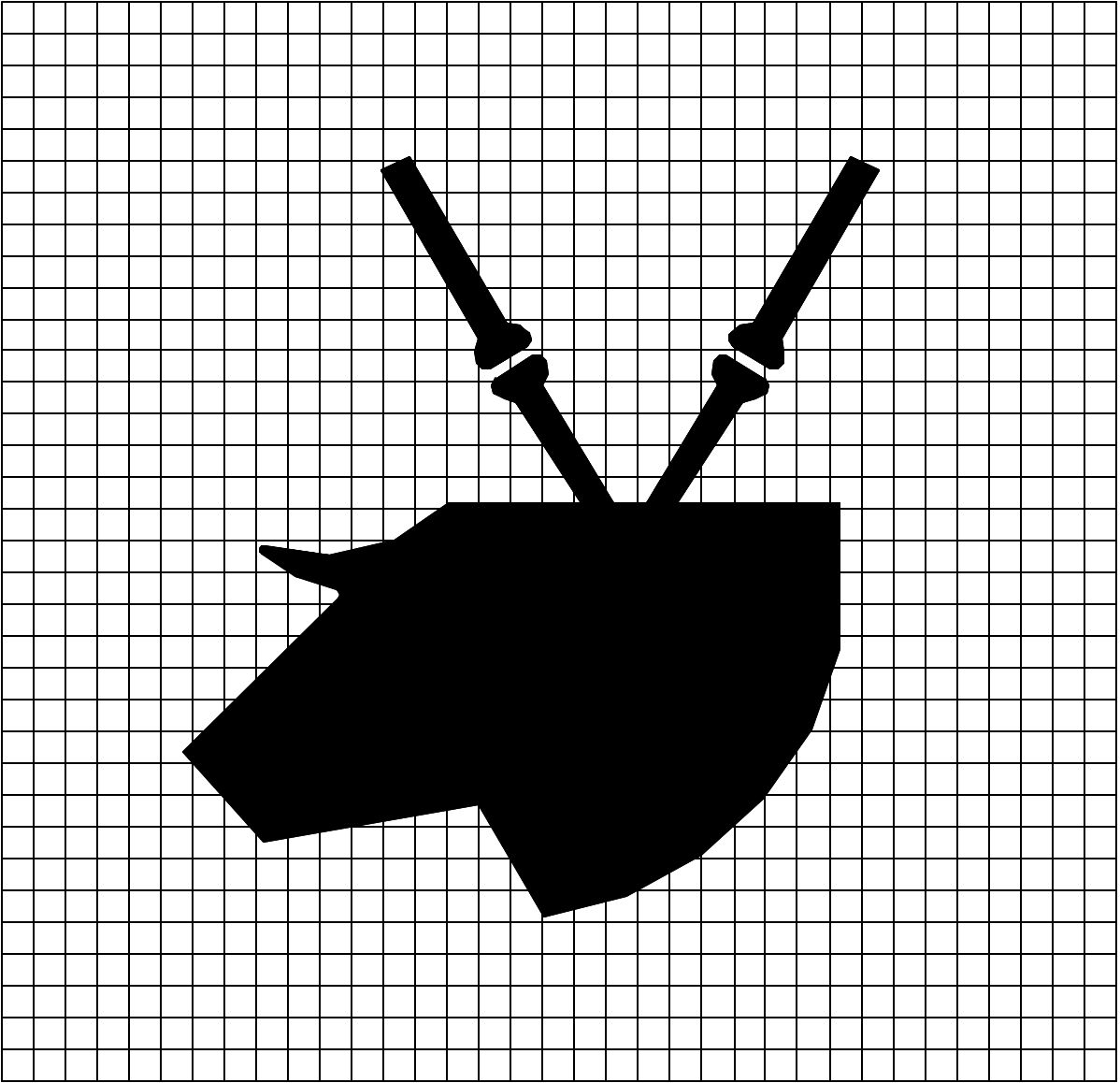
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46	1.2	0.8	9.5	13.5	2.9
EST	61	1.6	1.0	12.5	18.0	3.8



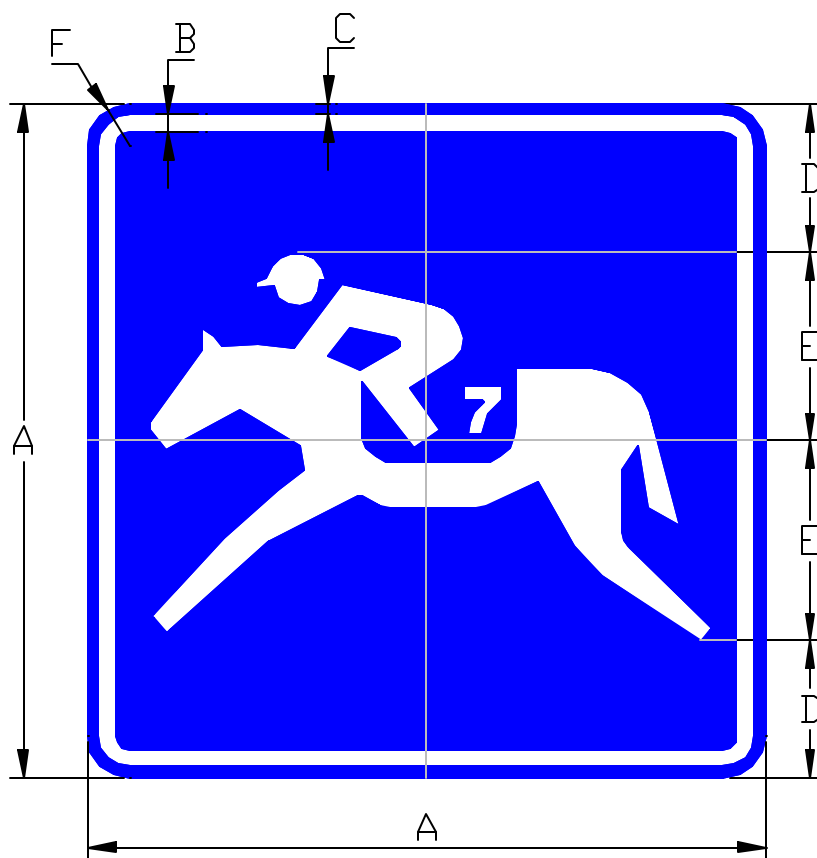


IS-2-25

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46	1.2	0.8	4.0	19.0	2.9
EST	61	1.6	1.0	5.5	25.0	3.8

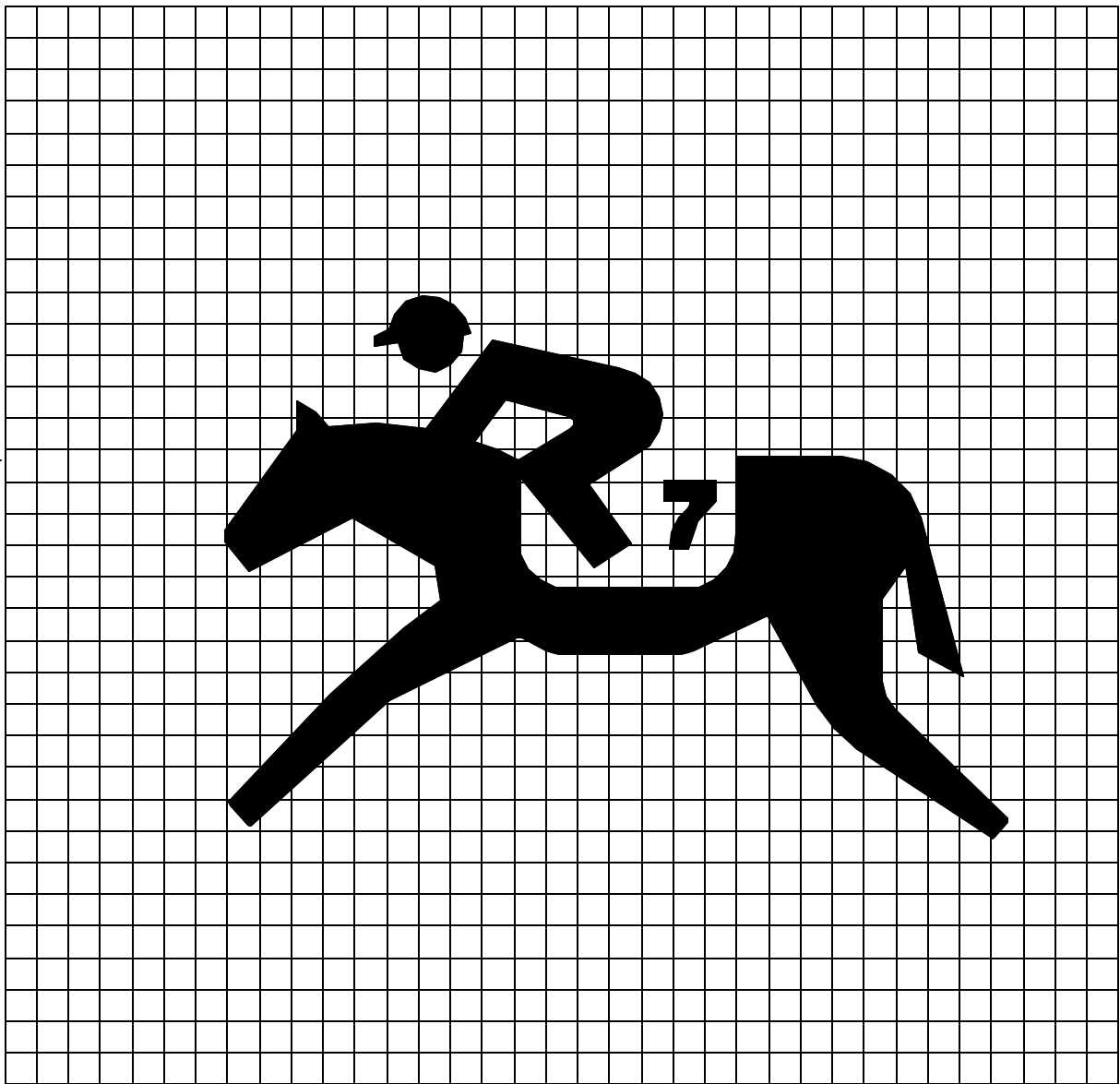


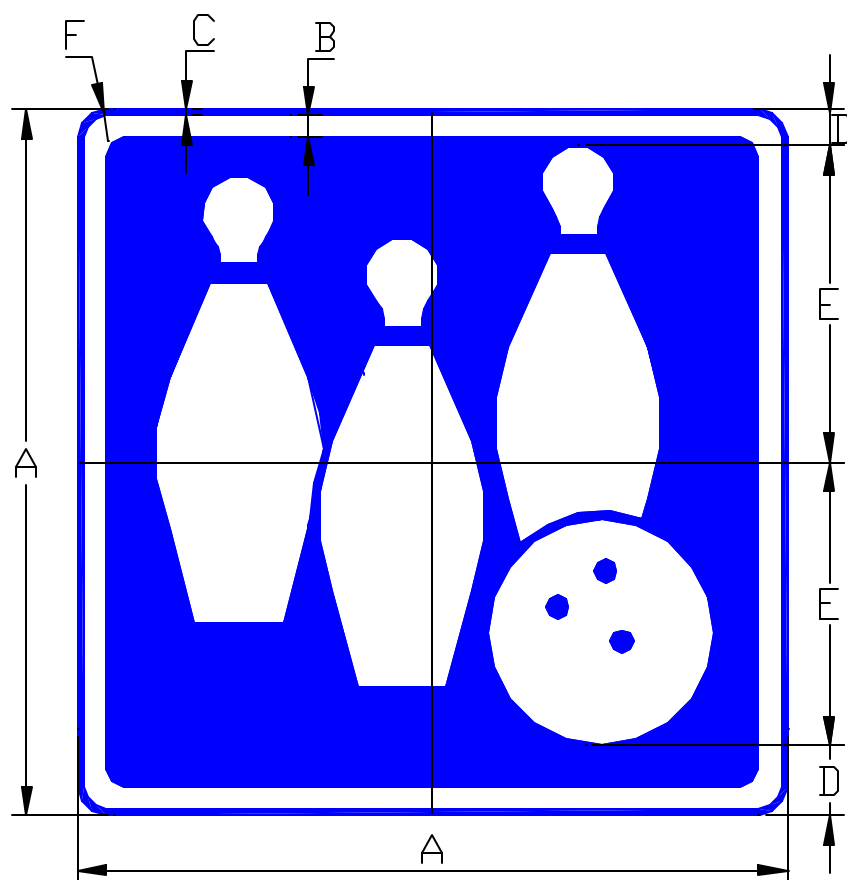
C.764



IS-2-26

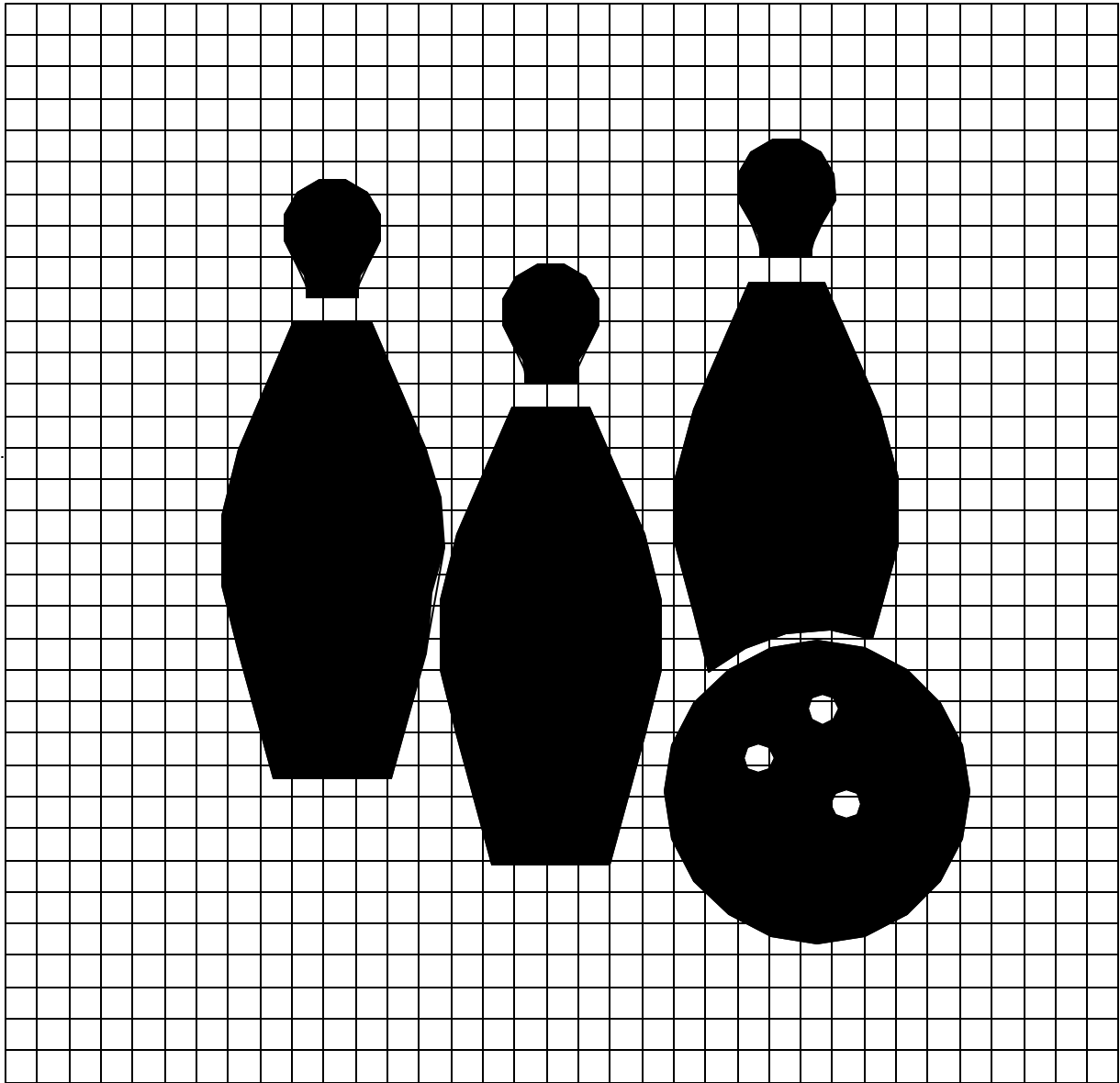
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46	1.2	0.8	9.5	13.5	2.9
EST	61	1.6	1.0	12.5	18.0	3.8



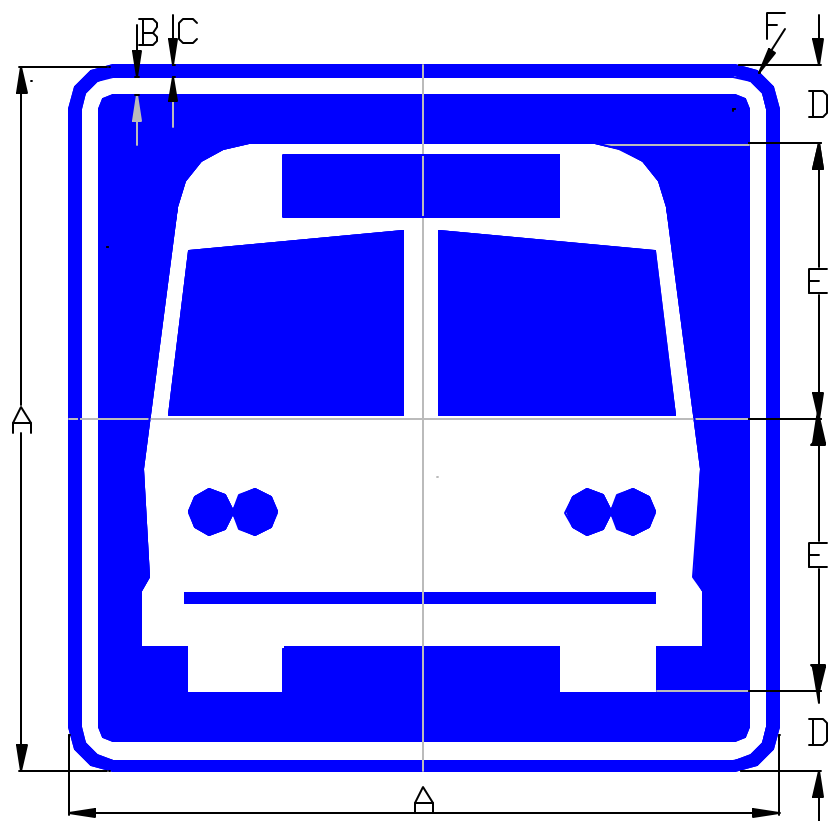


IS-2-27

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46	1.2	0.8	3.0	20.0	2.9
EST	61	1.6	1.0	4.5	26.0	3.8

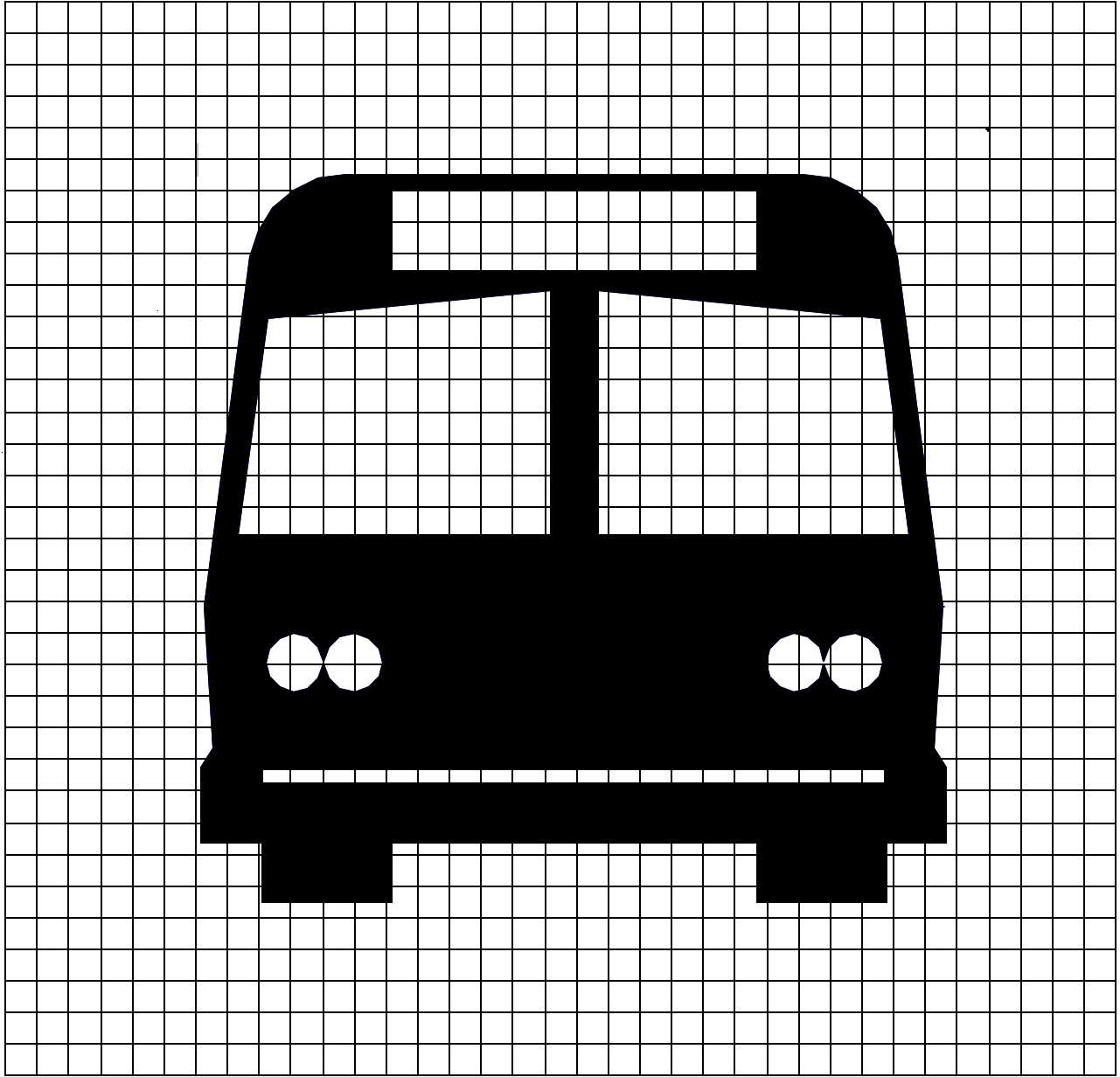


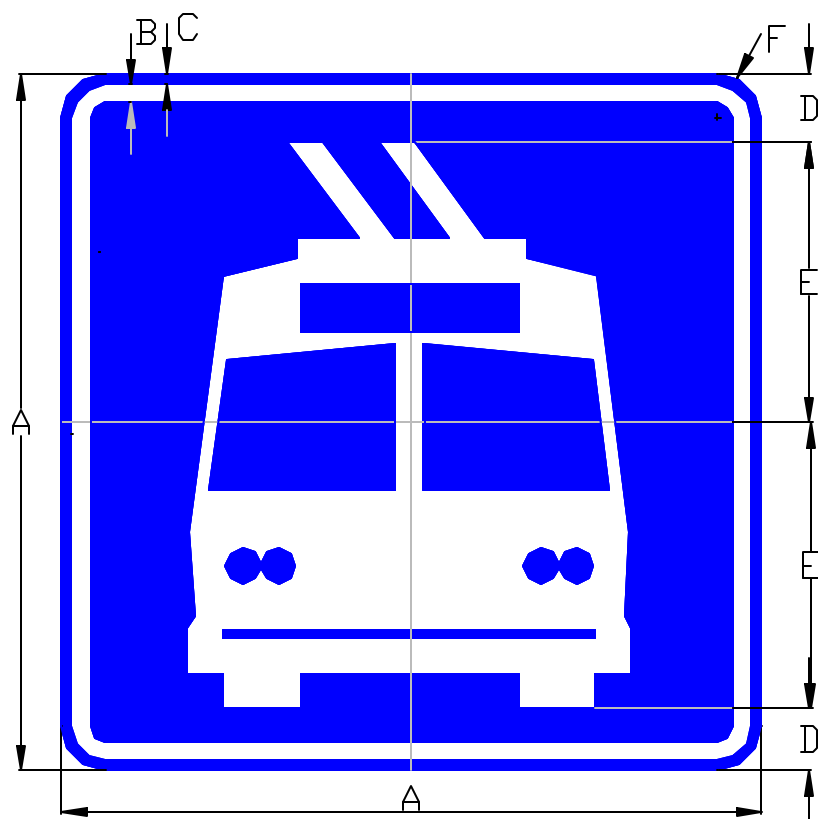




IS-3-1

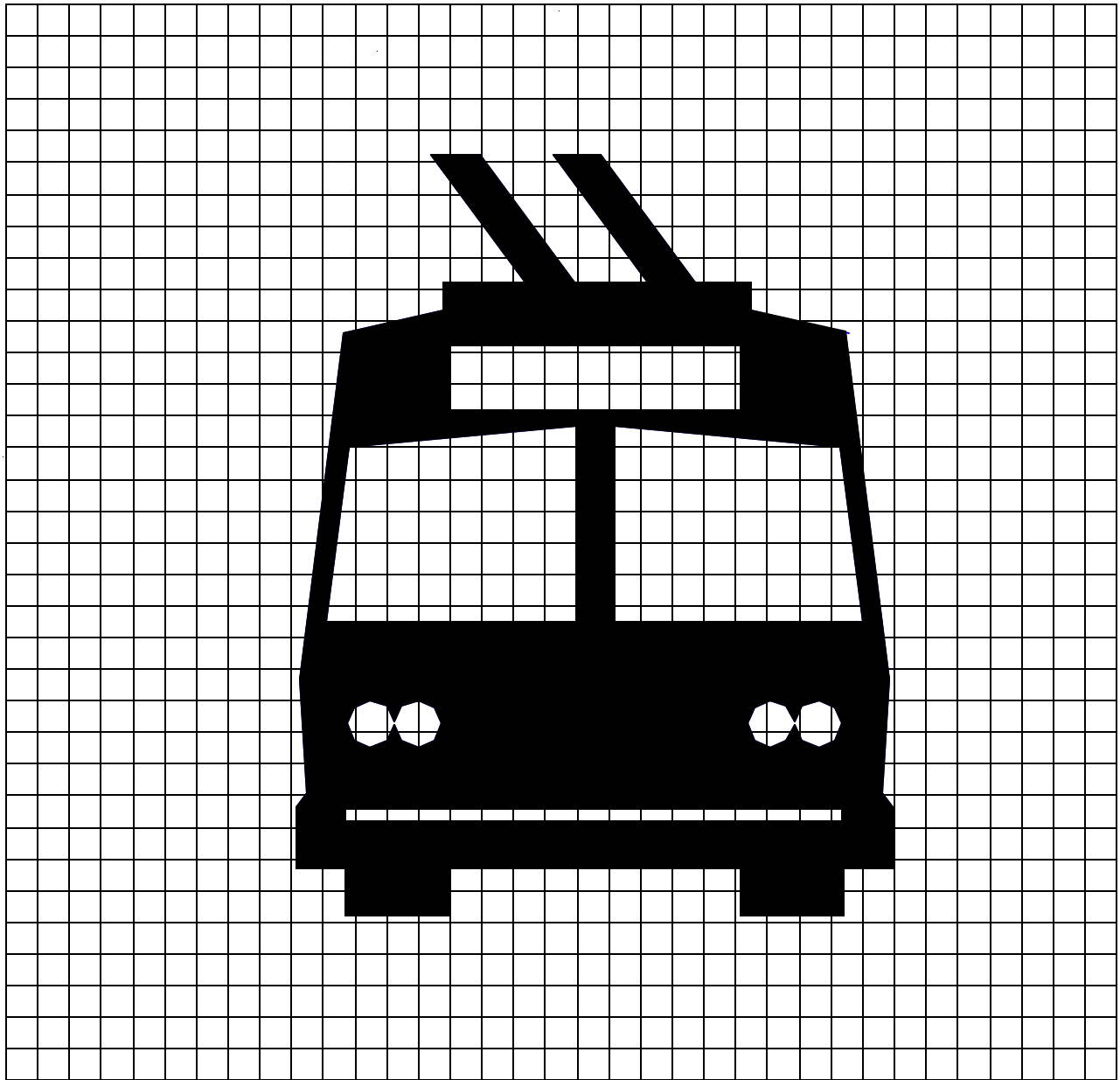
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46	1.2	0.8	5.7	17.3	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.6	22.9	3.8

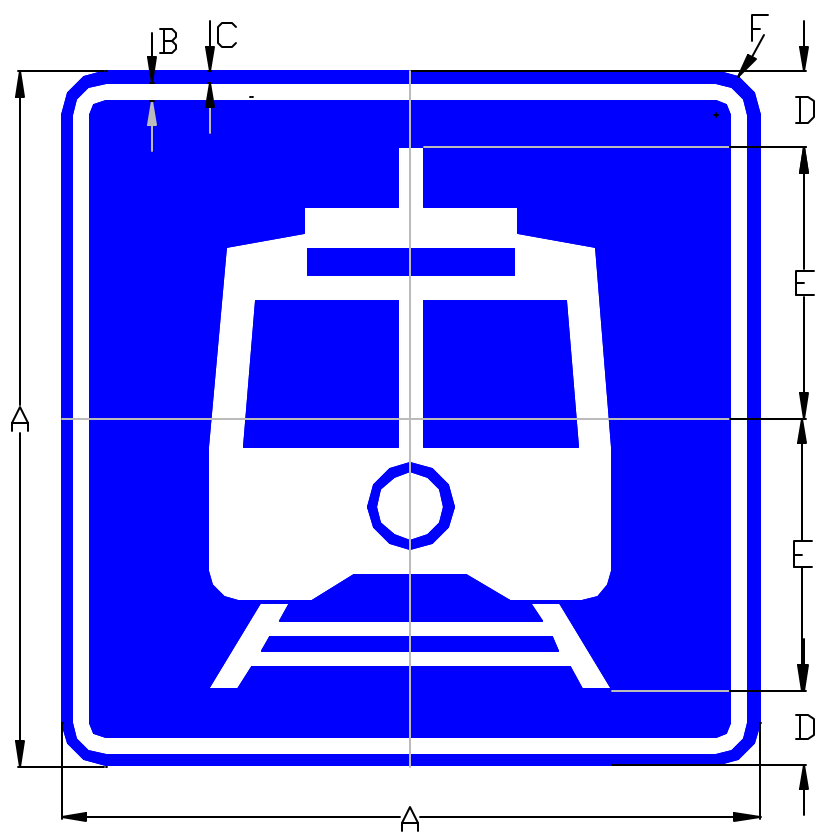




IS-3-2

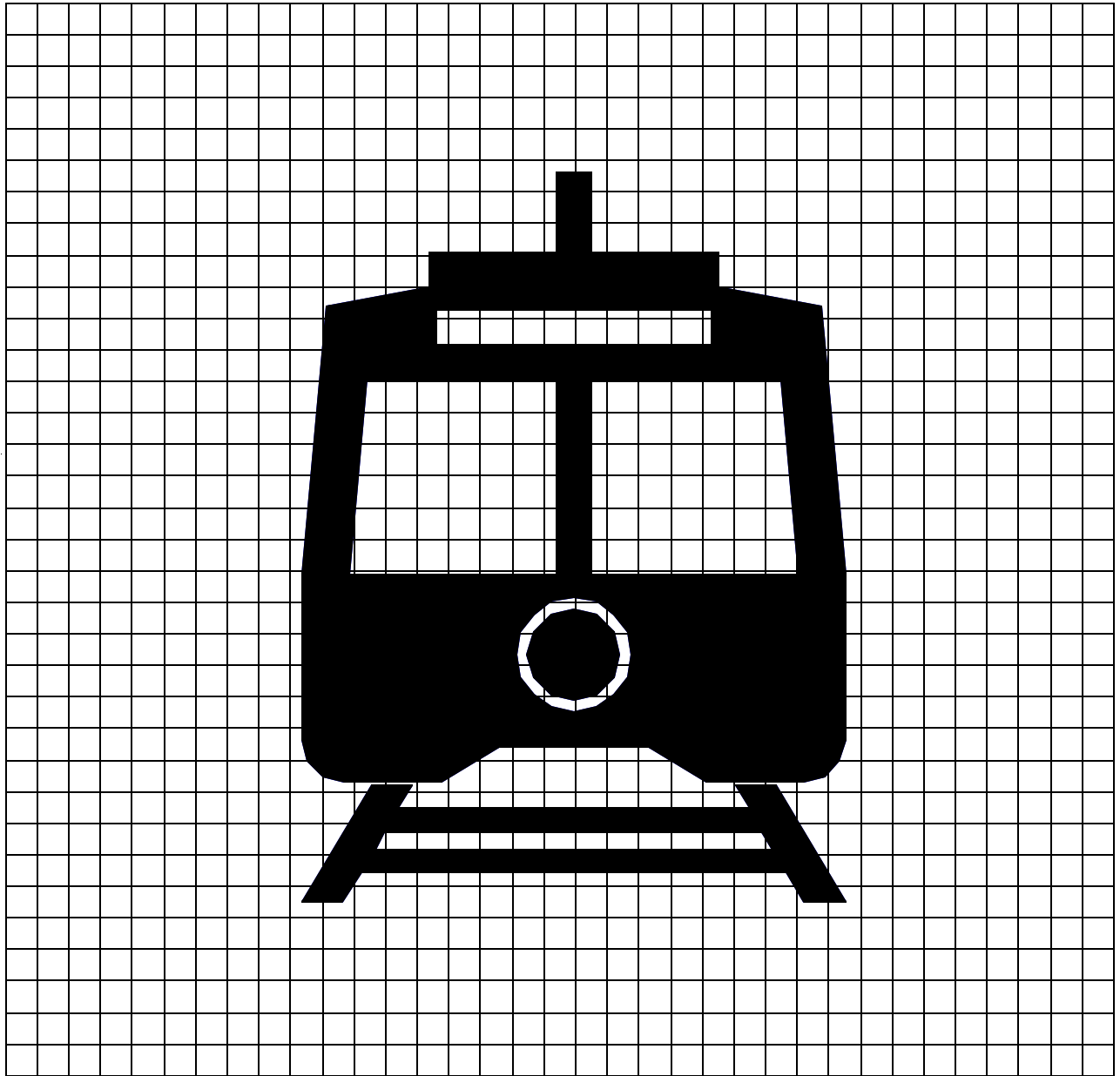
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.5	18.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.0	24.5	3.8

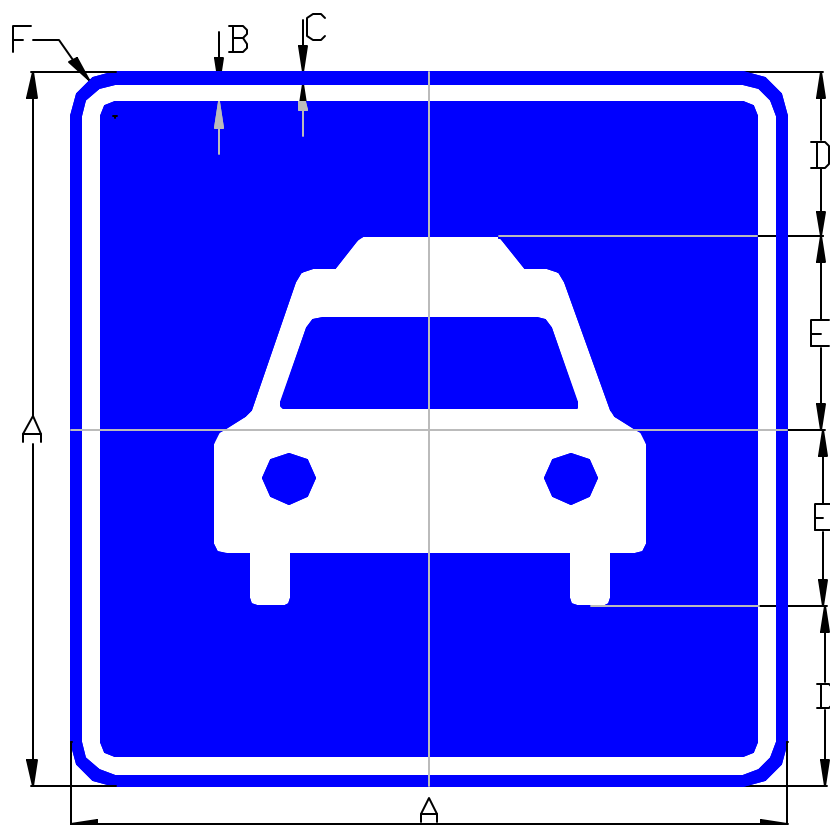




IS-3-3

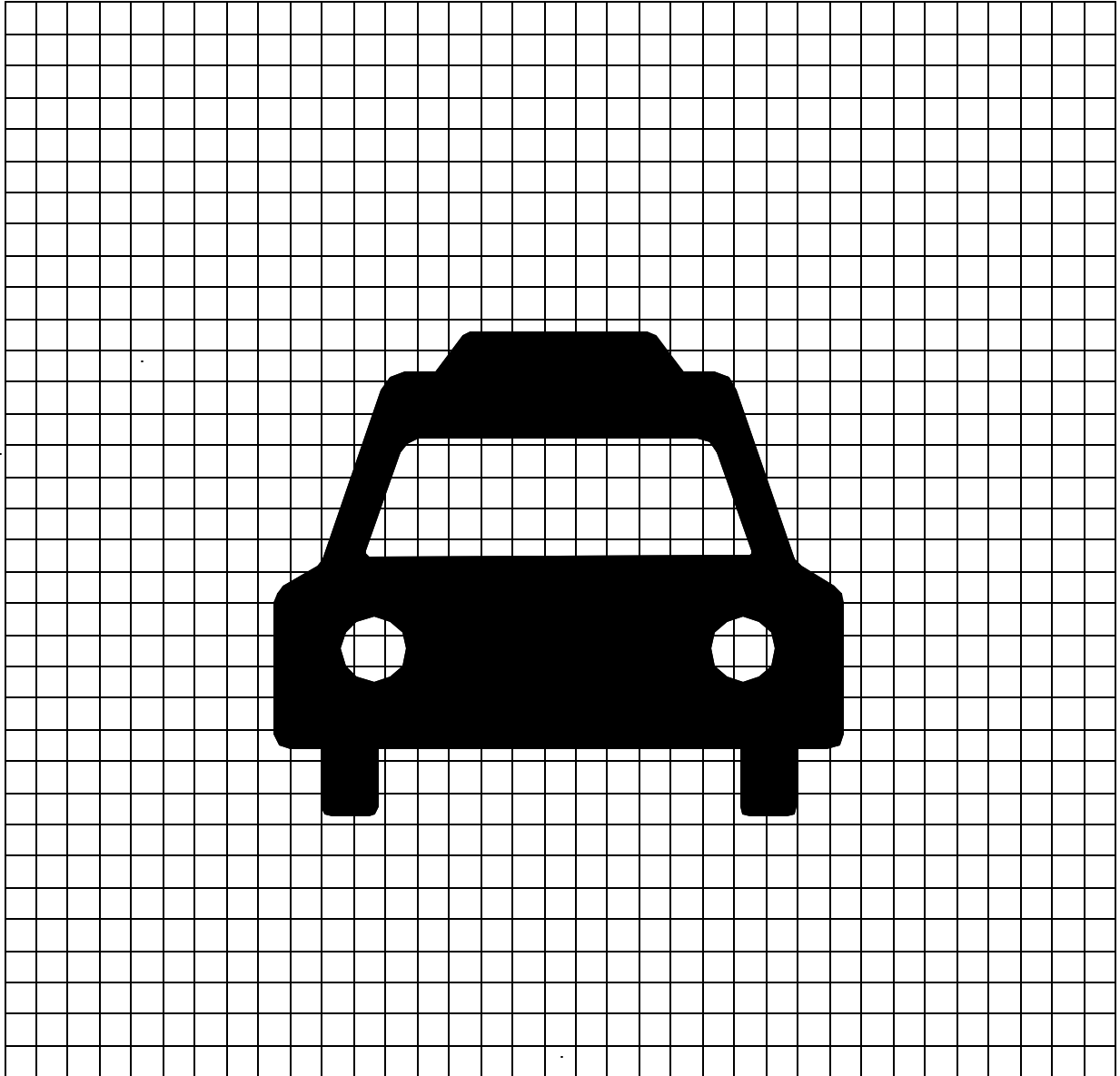
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.0	18.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.0	23.5	3.8



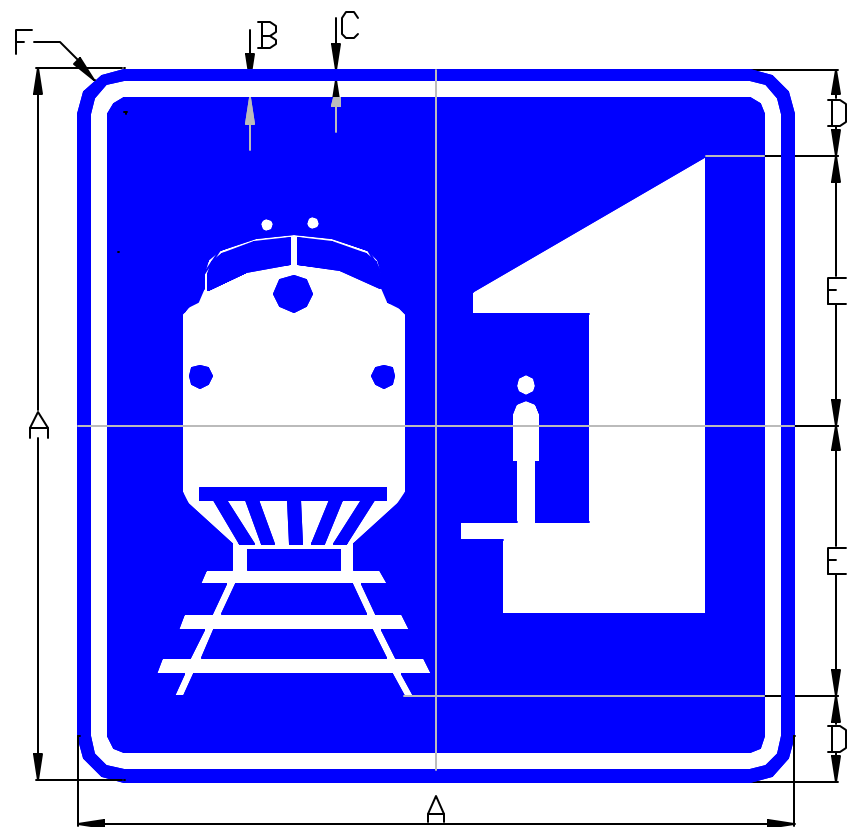


IS-3-4

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	11.5	11.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	15.5	15.0	3.8

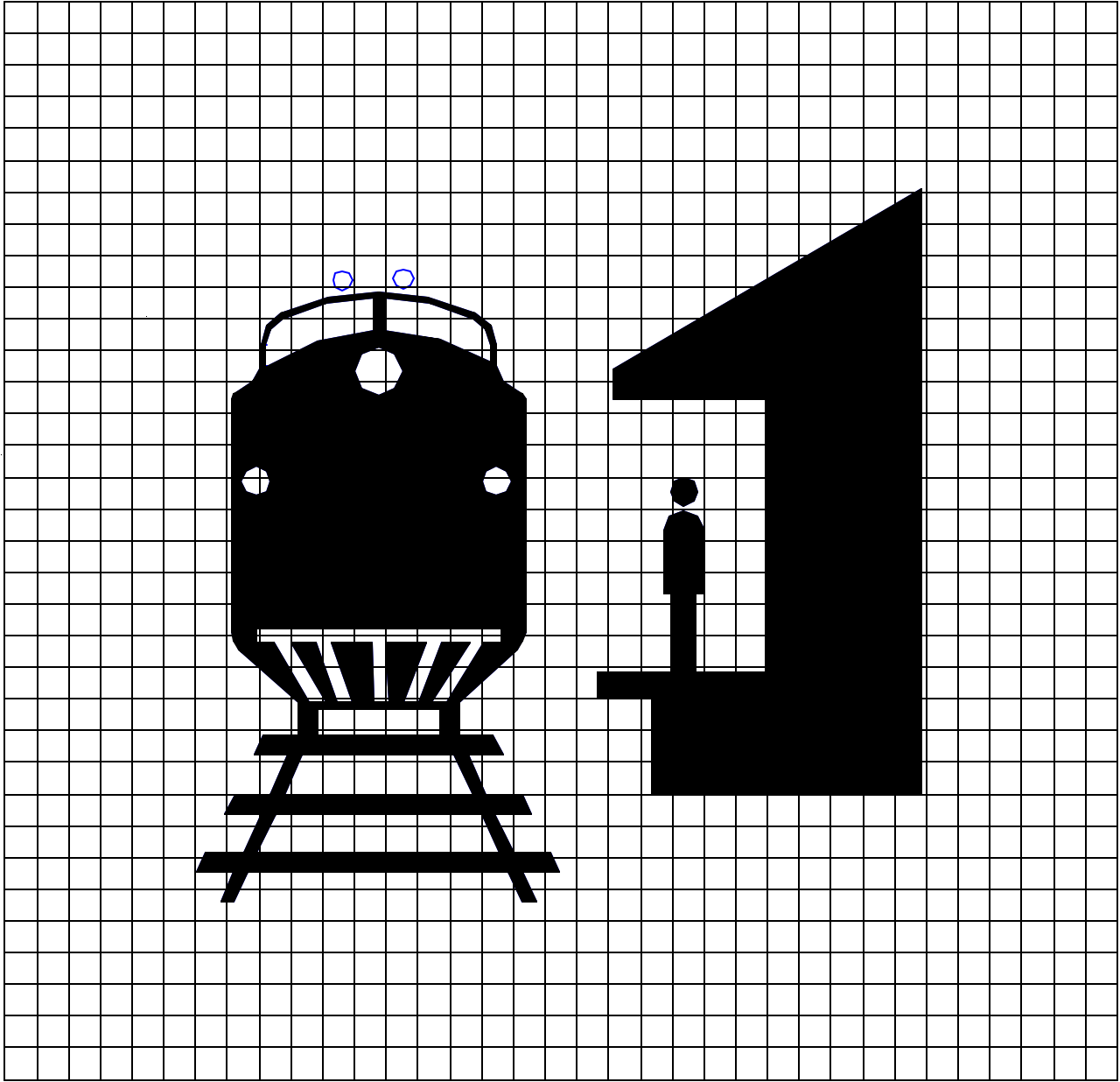


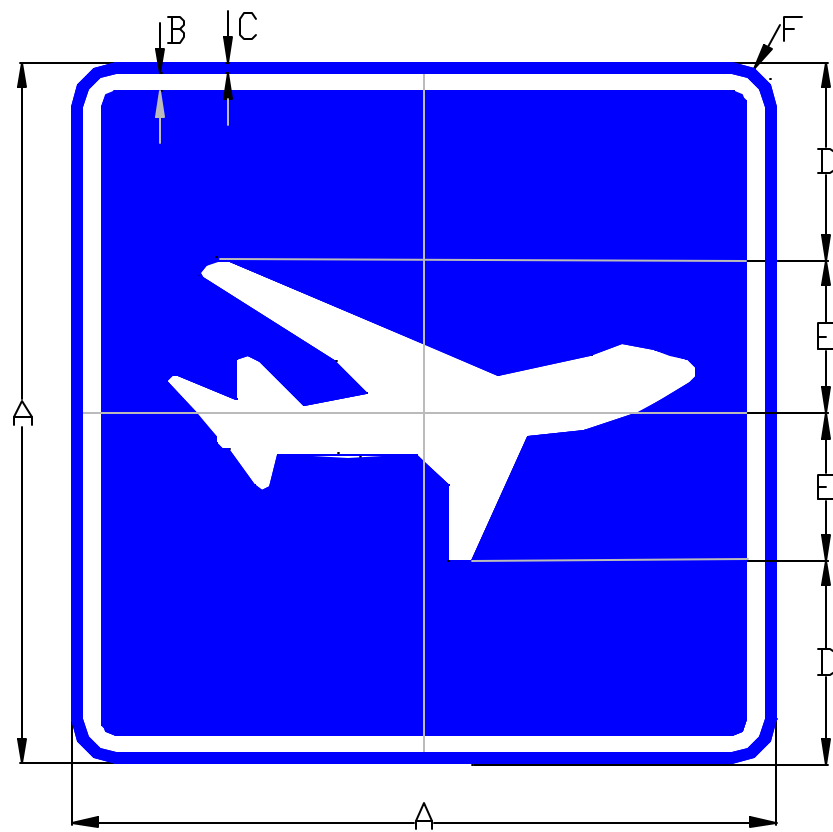




IS-3-5

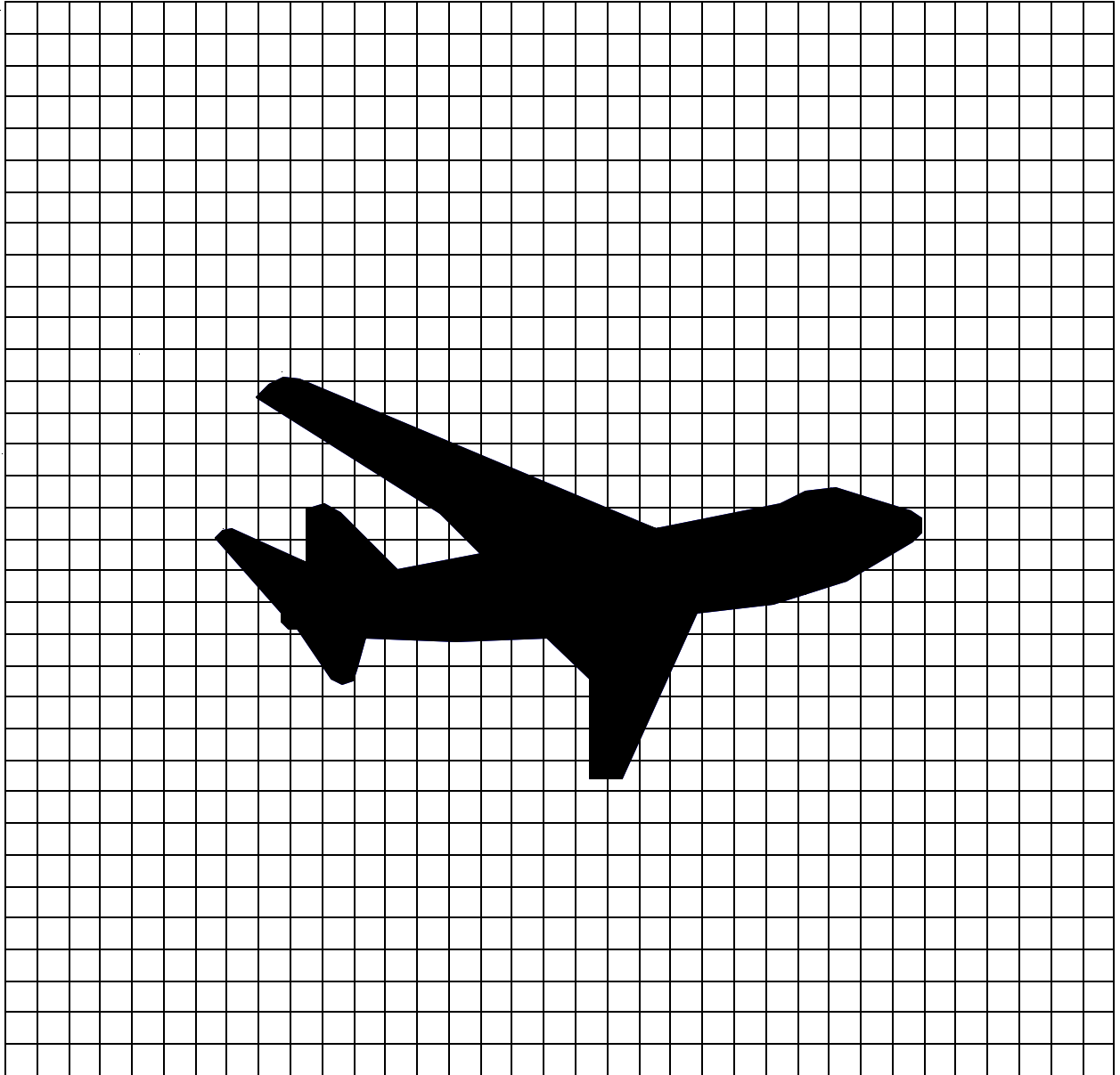
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.0	18.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.0	23.5	3.8

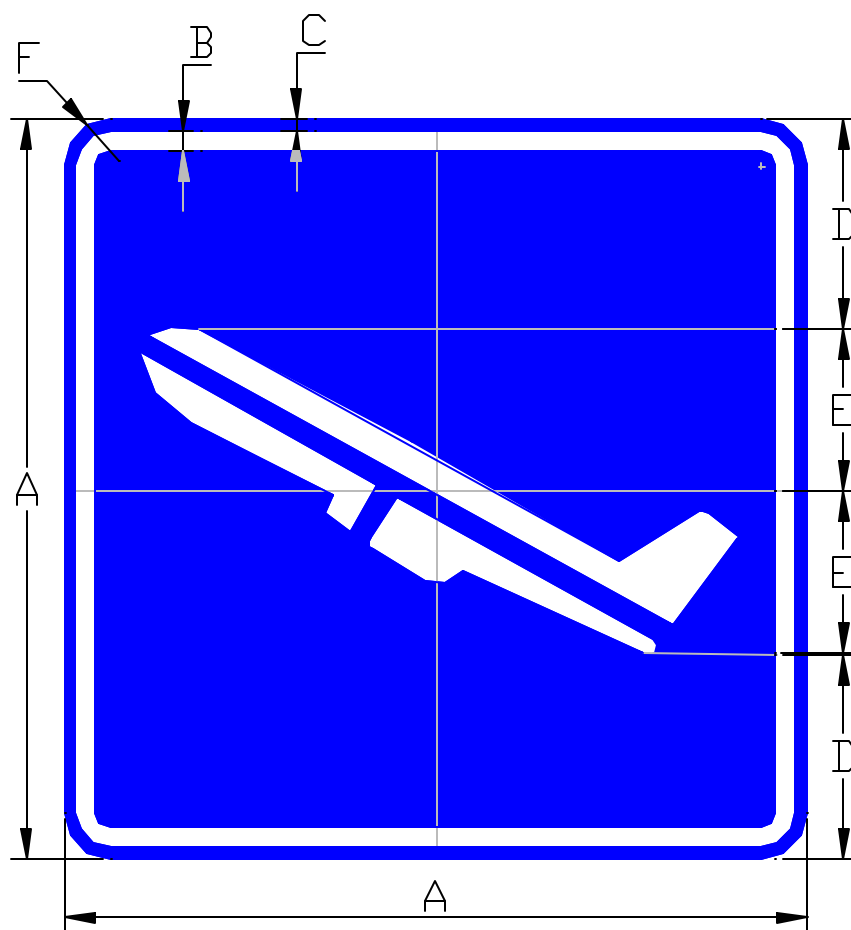




IS-3-6

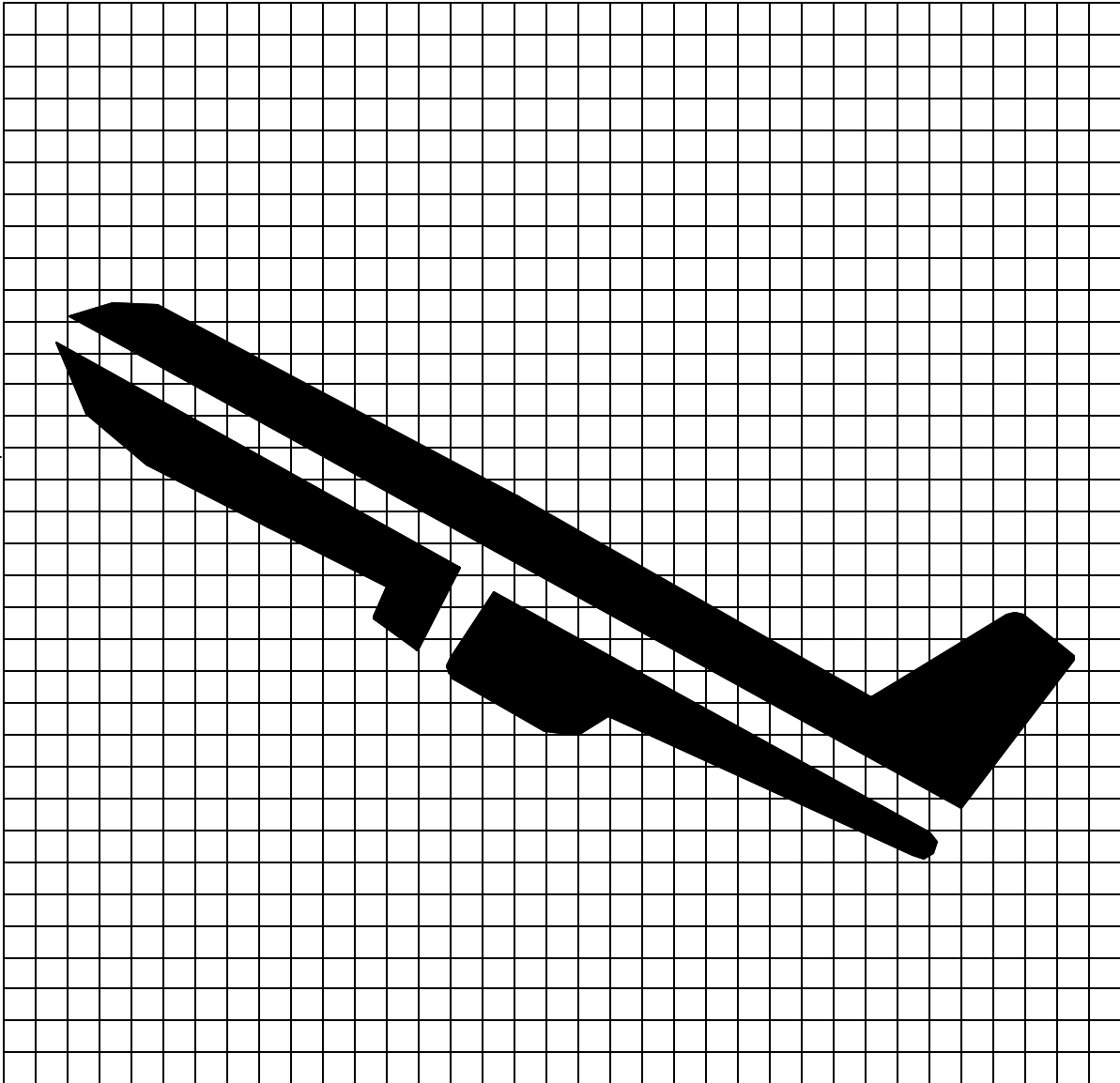
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.6	17.4	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.5	23.0	3.8

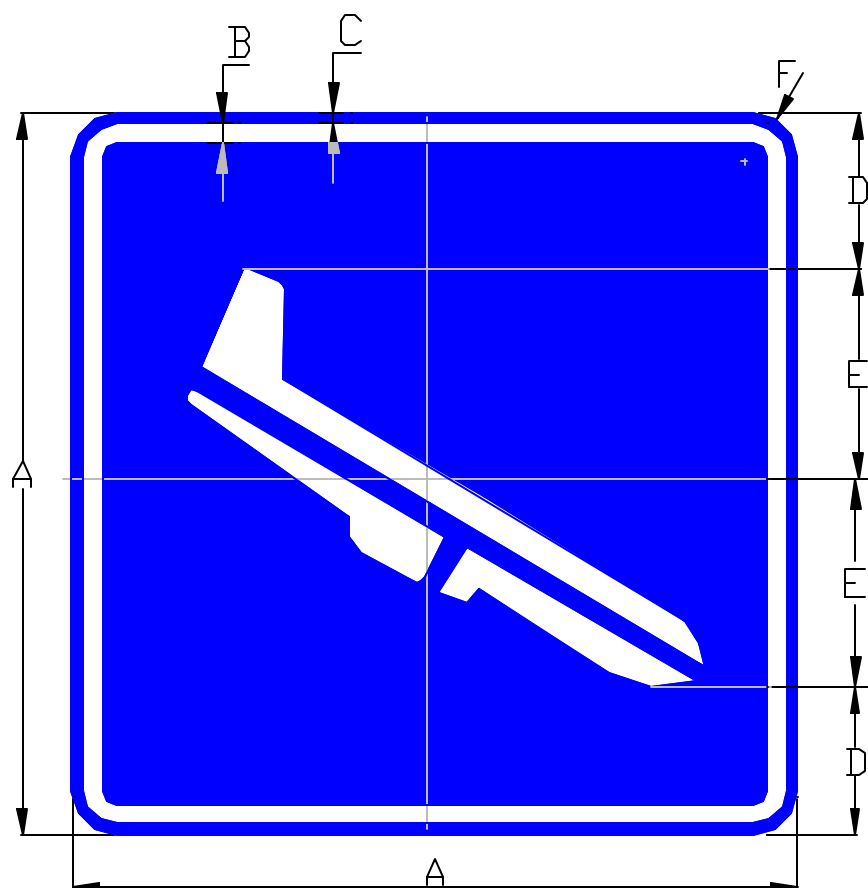




IS-3-7

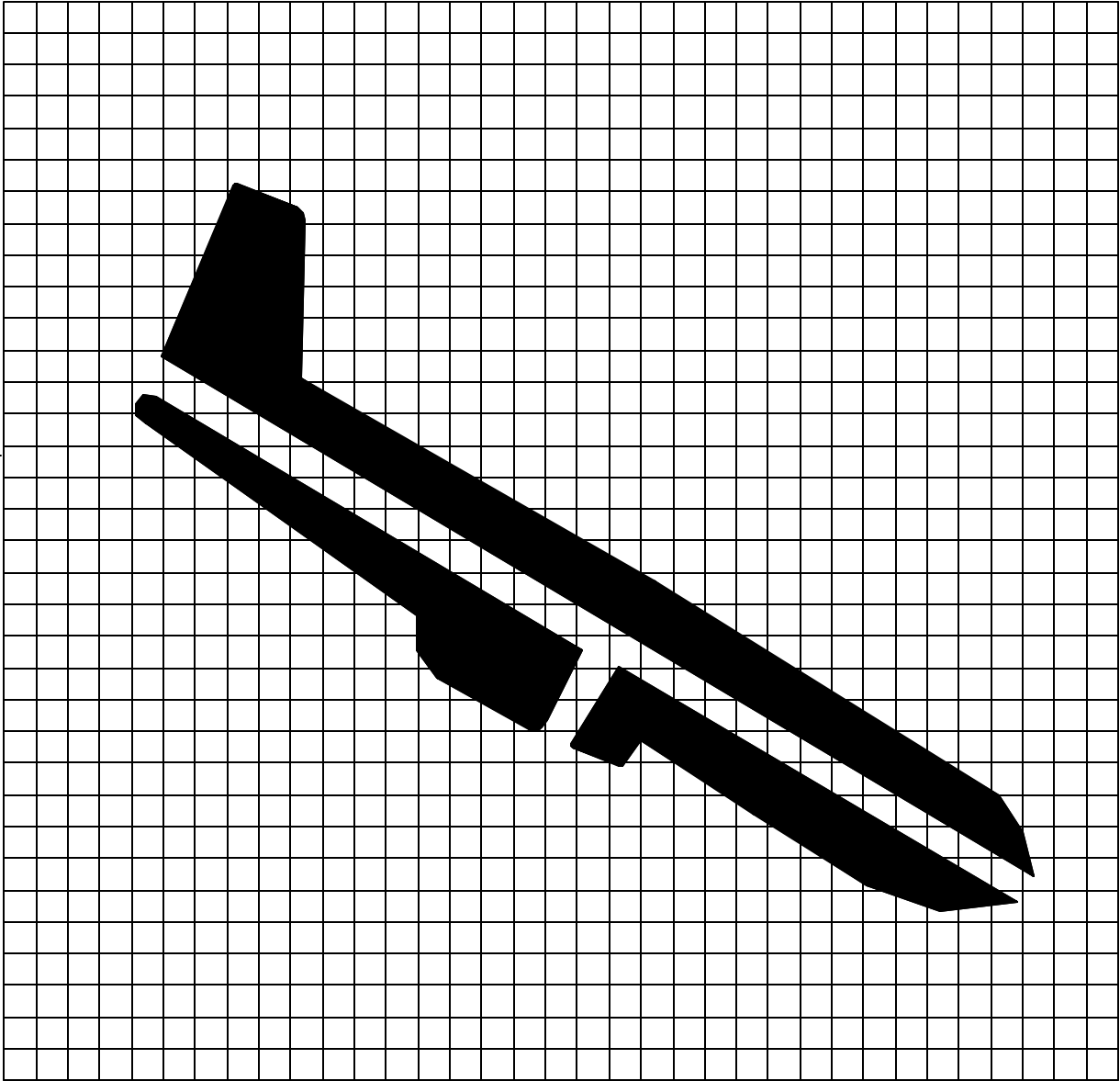
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	13.0	10.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	17.0	13.5	3.8



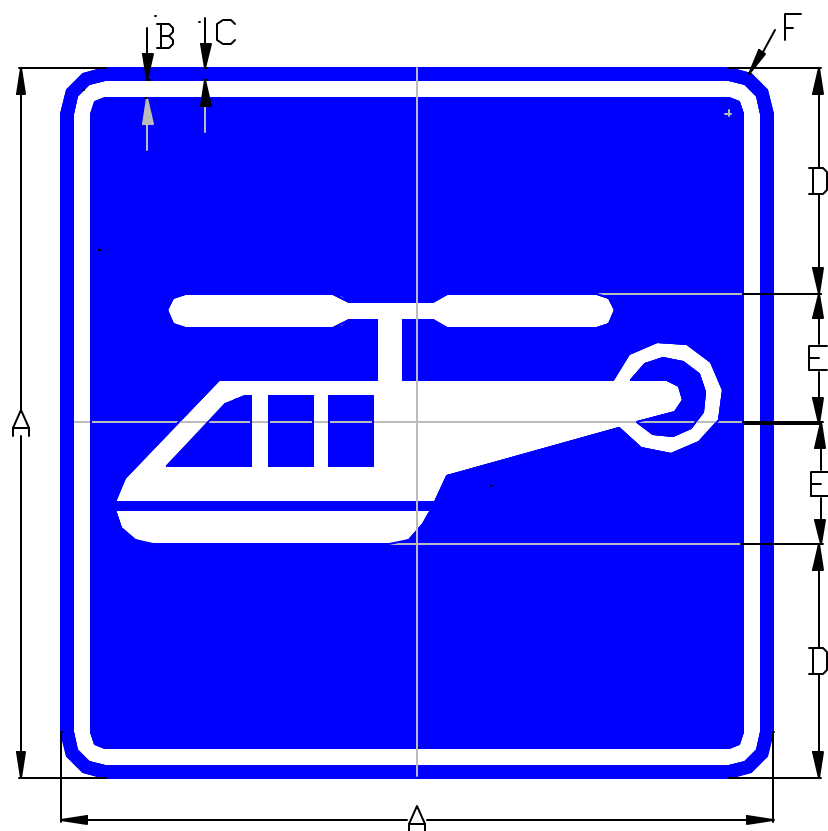


IS-3-8

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	13.0	10.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	17.0	13.5	3.8

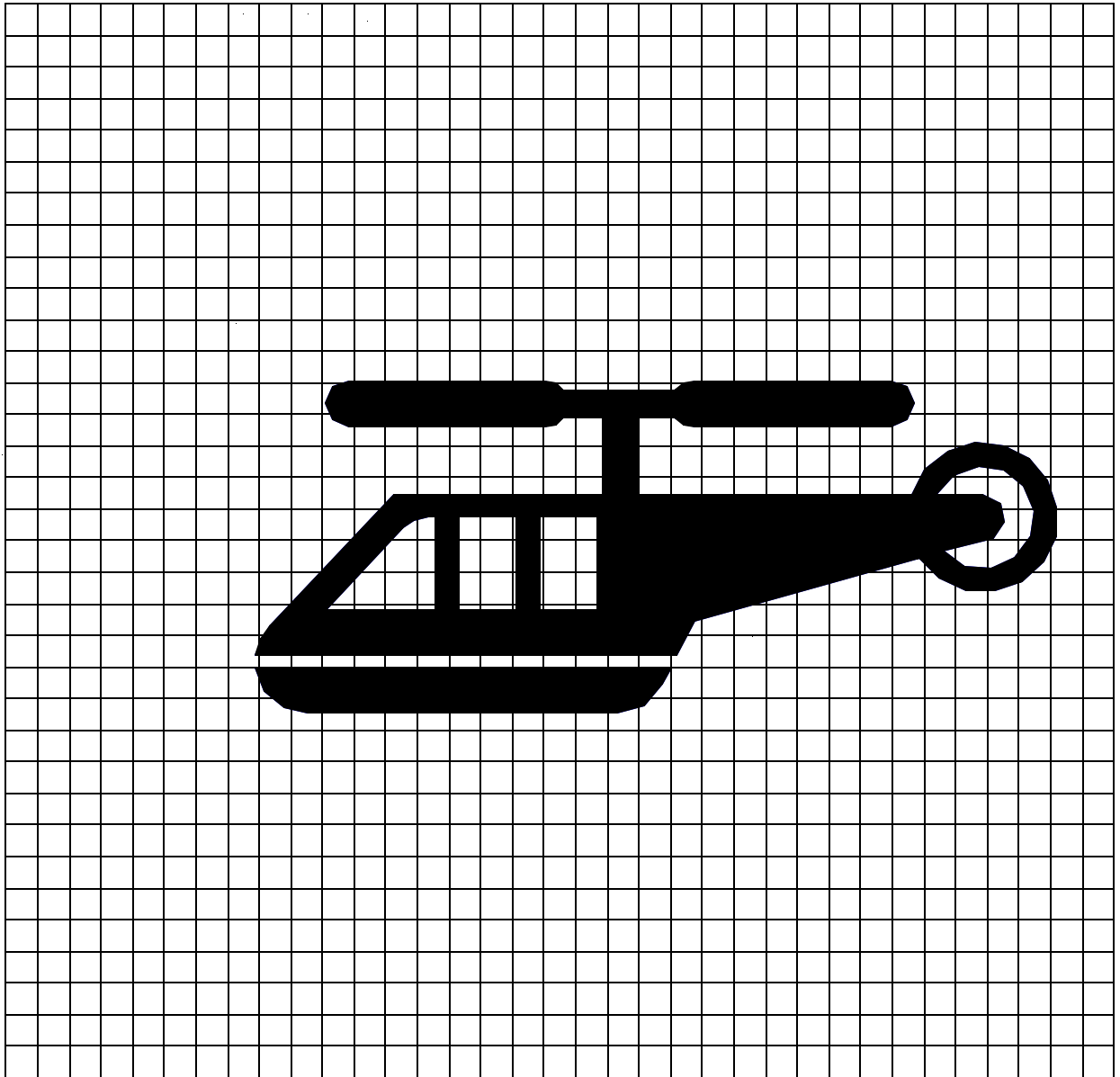


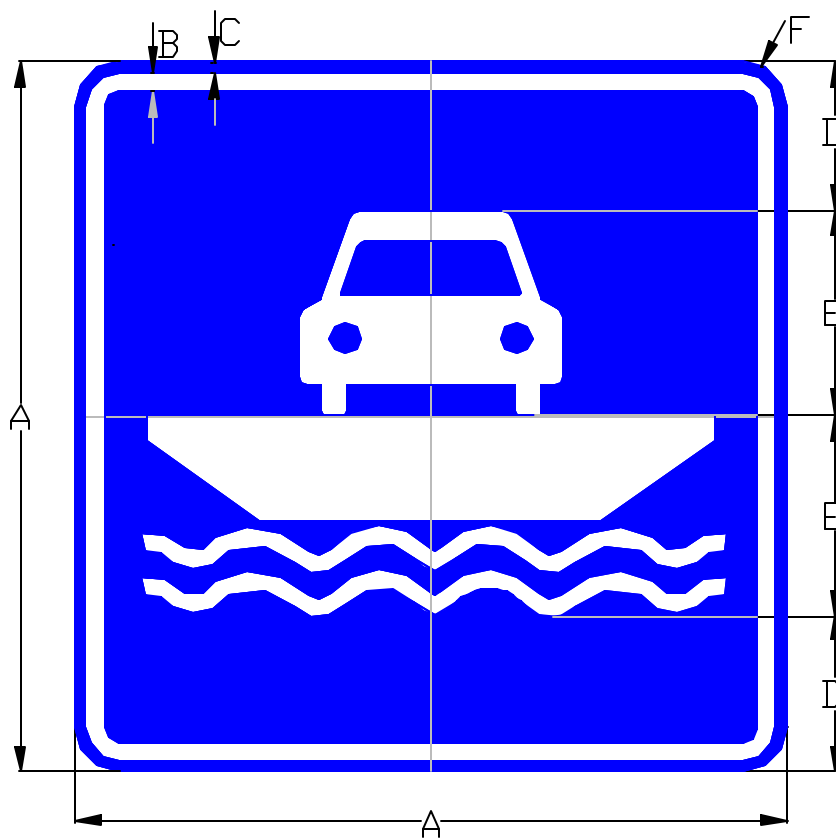




IS-3-9

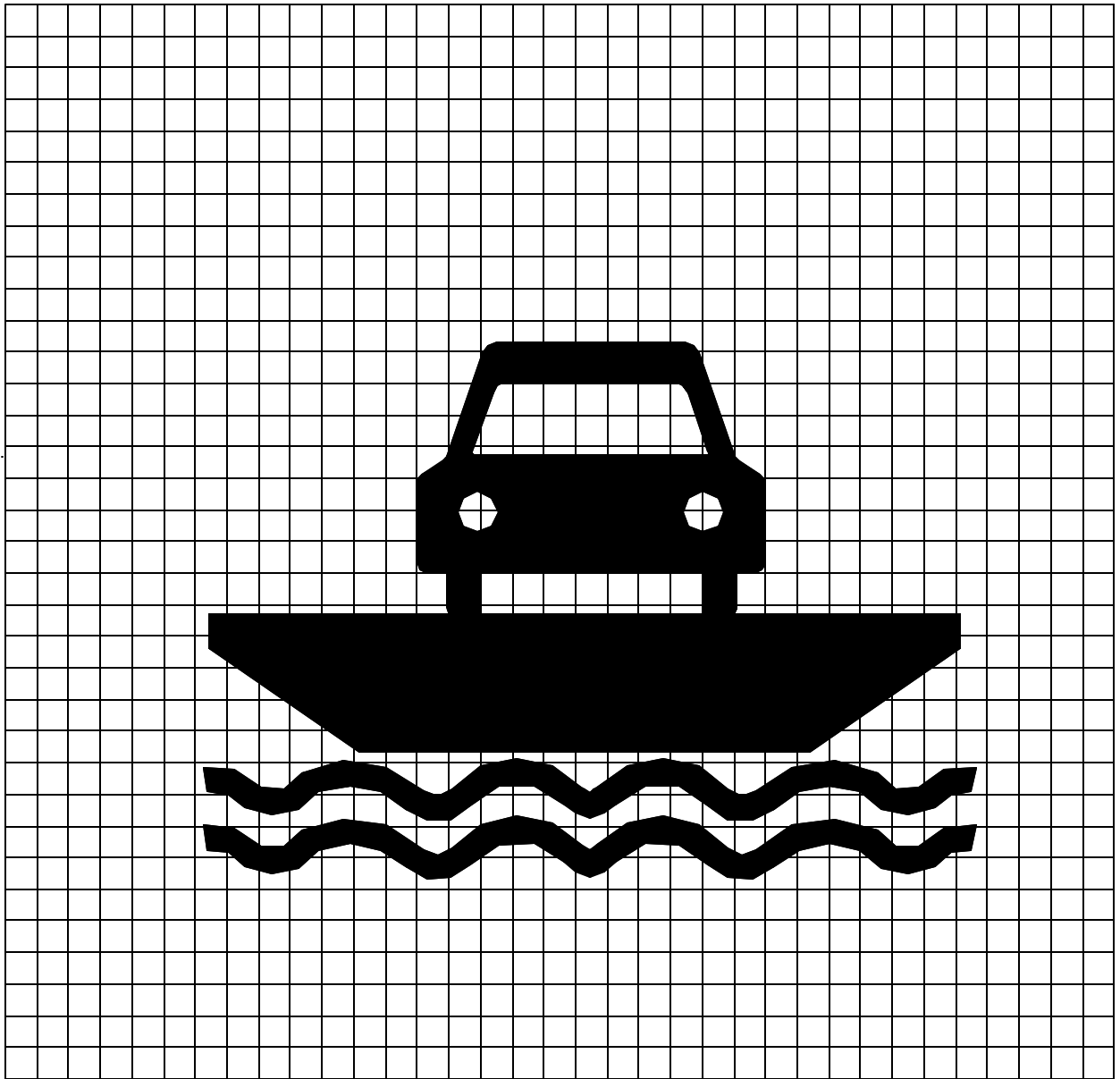
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	14.5	8.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	19.0	11.5	3.8

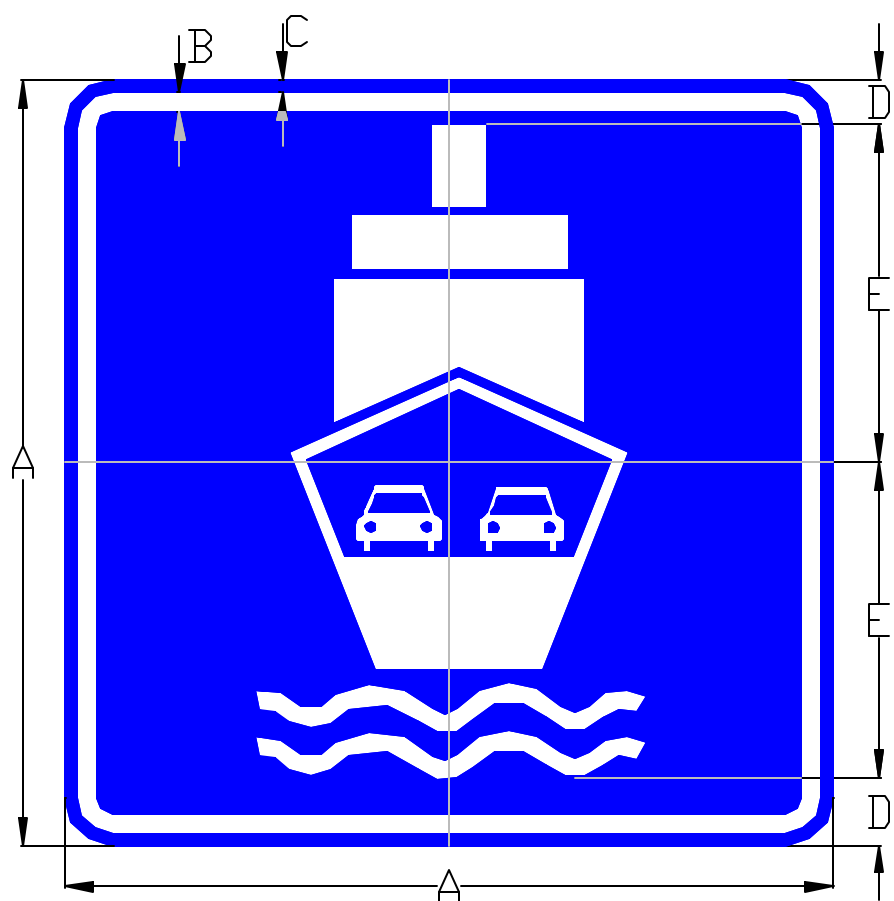




IS-3-10

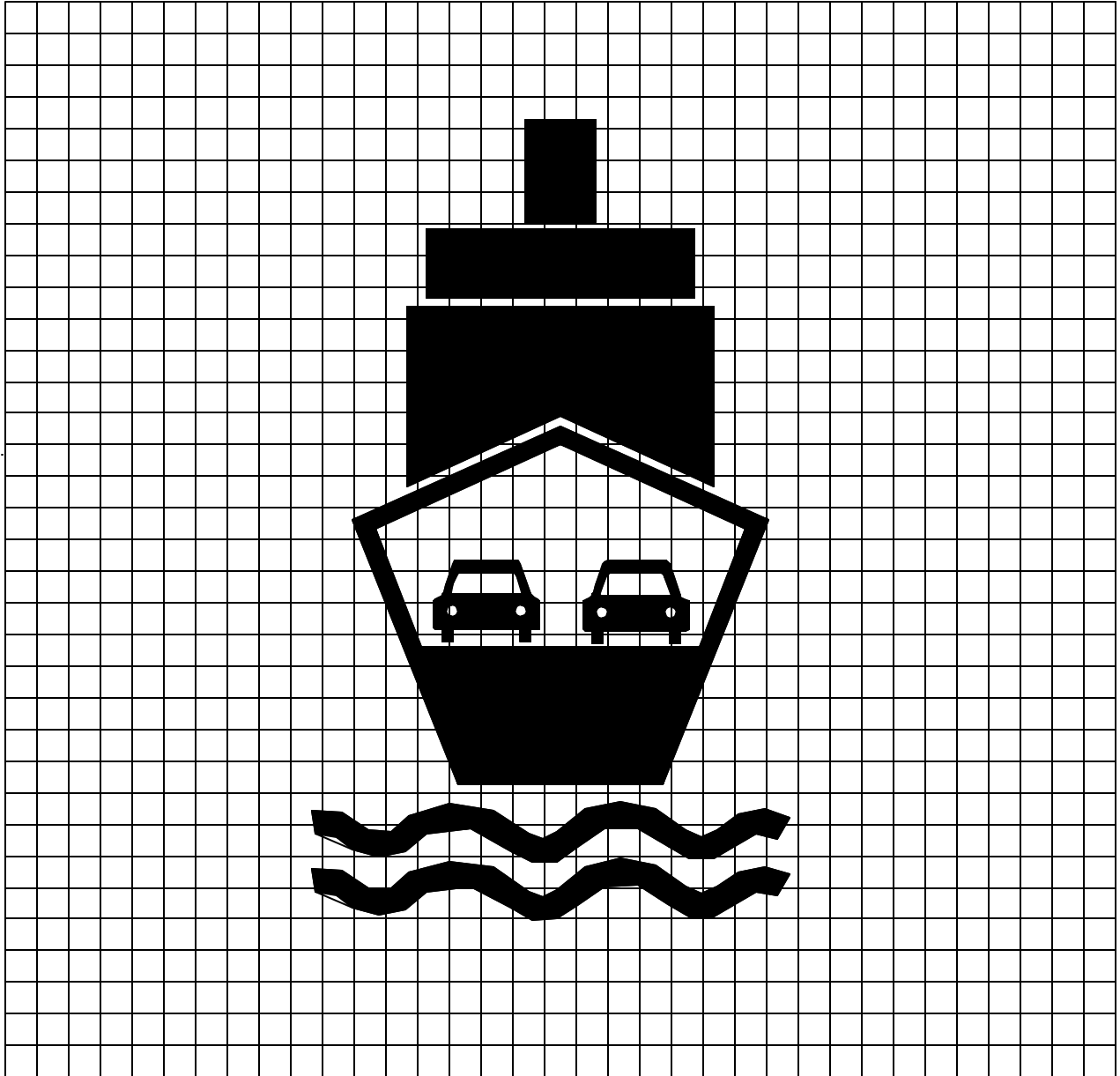
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	9.0	14.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	13.0	17.5	3.8

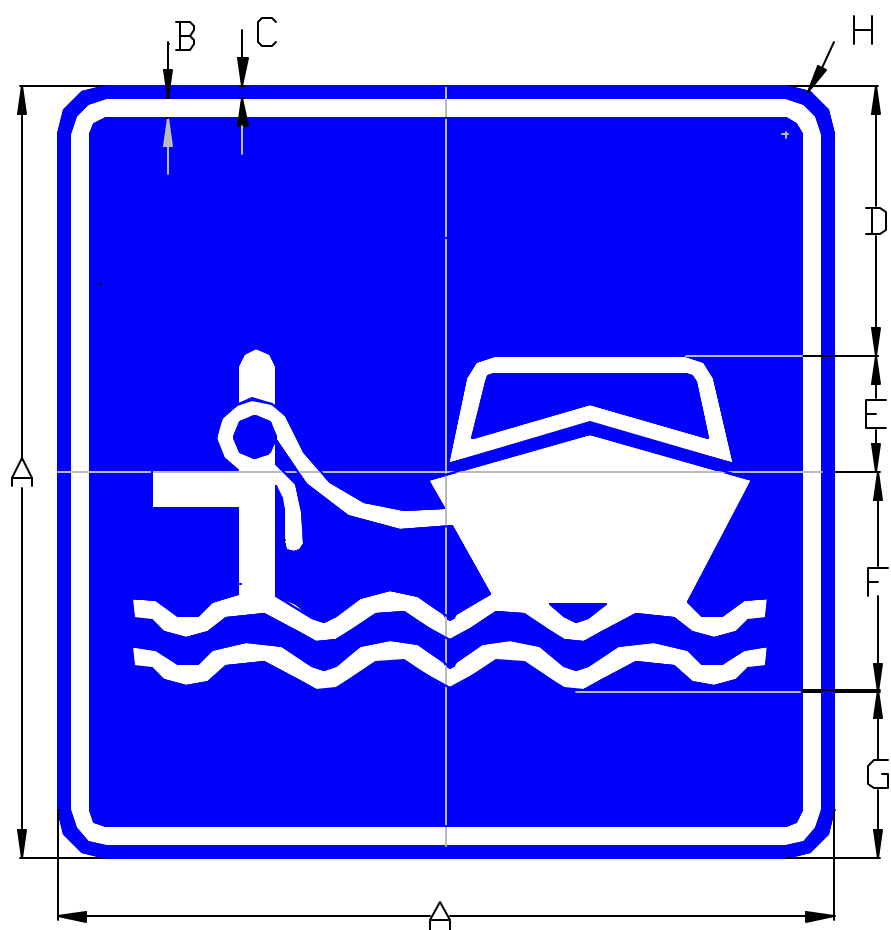




IS-3-11

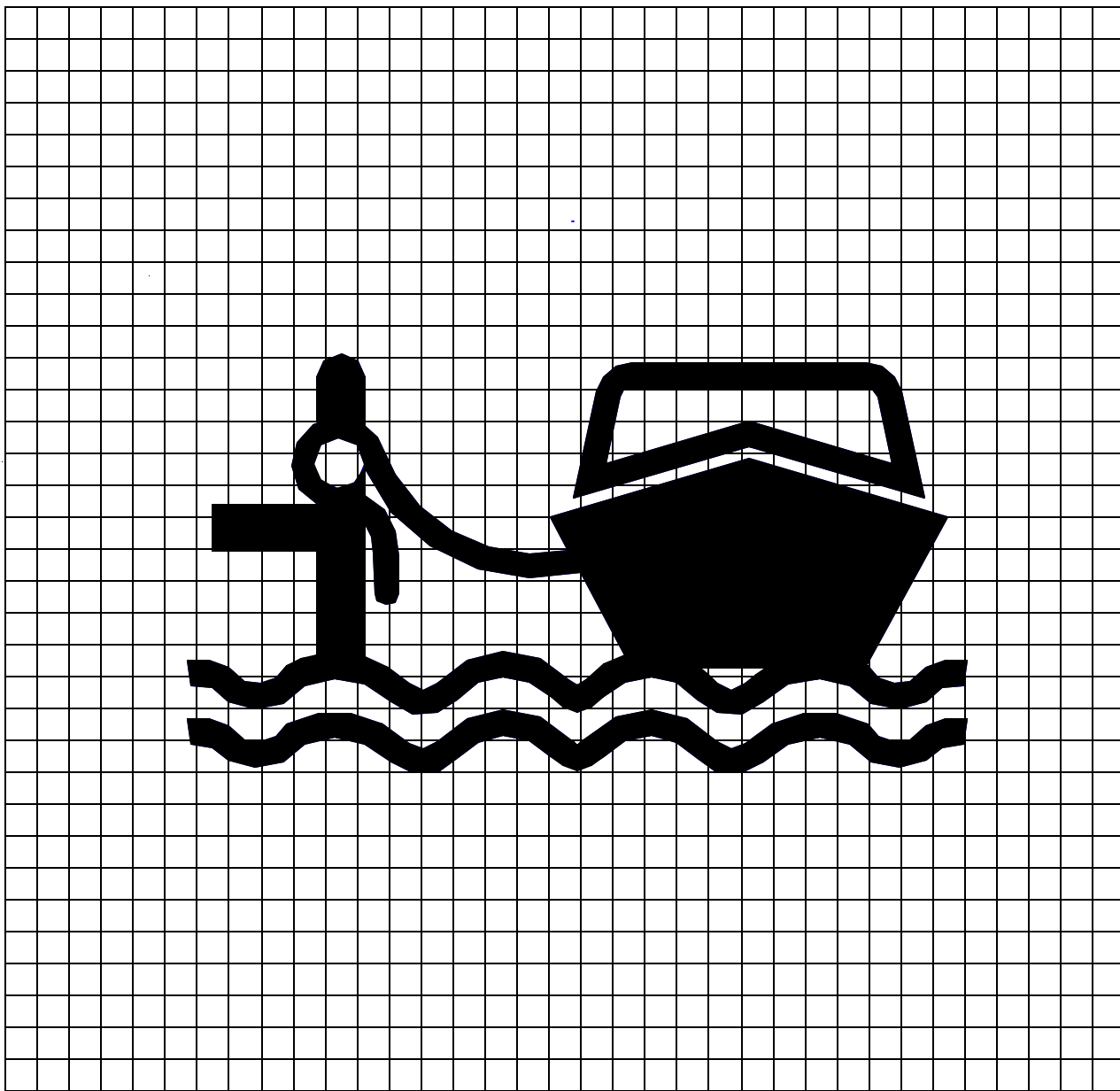
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	3.0	20.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	4.5	26.0	3.8



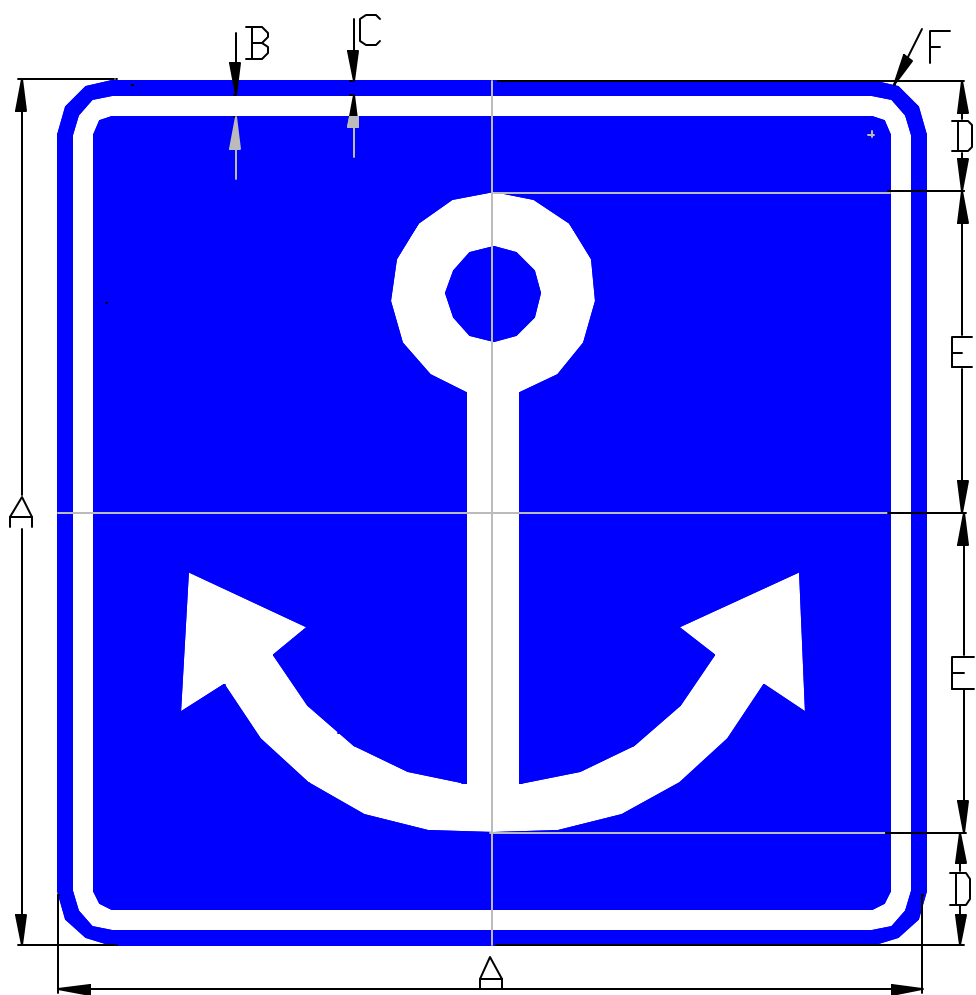


IS-3-12

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	46	1.2	0.8	16.4	6.8	12.8	10.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	22.0	9.0	17.0	13.0	3.8

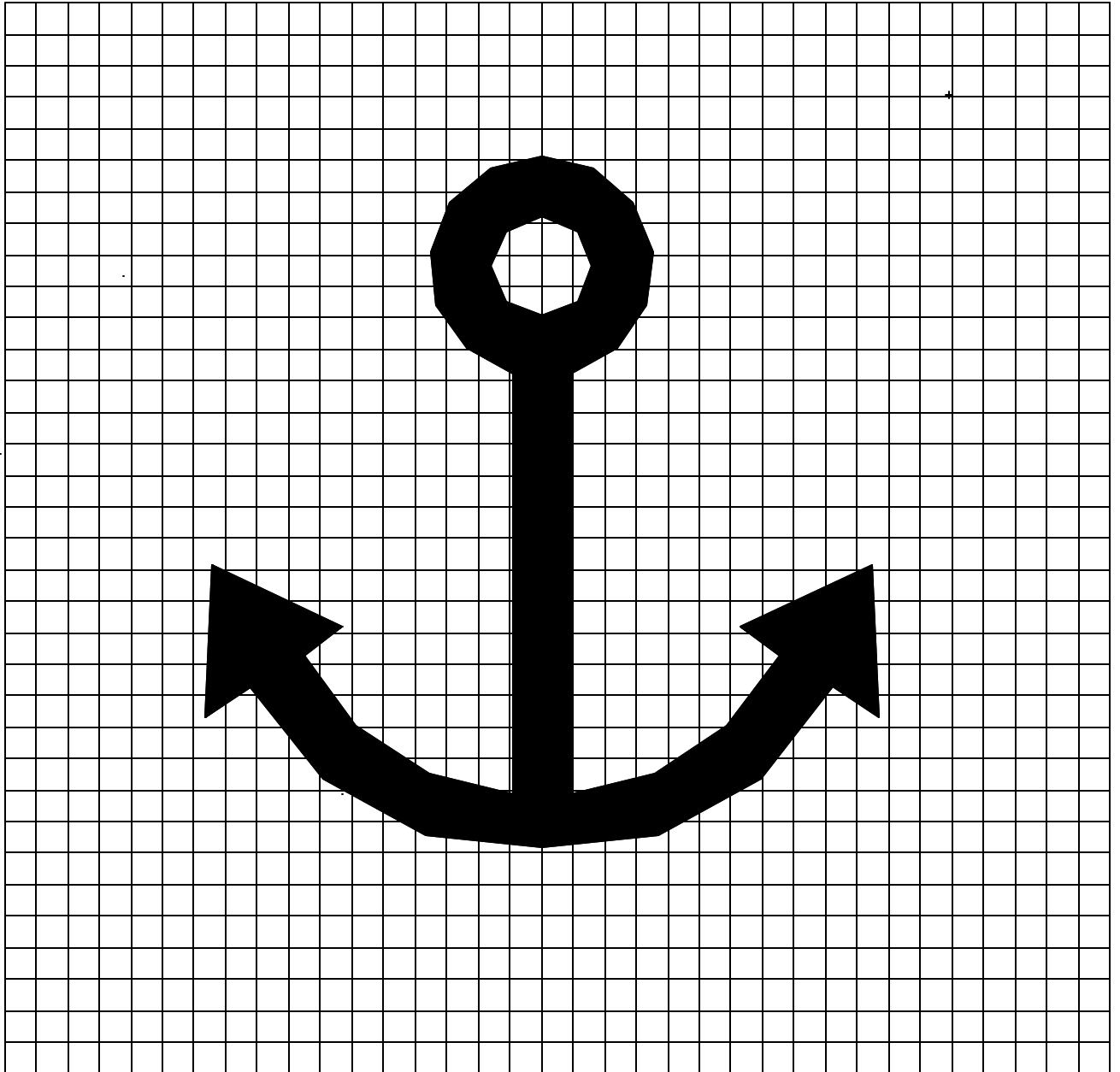


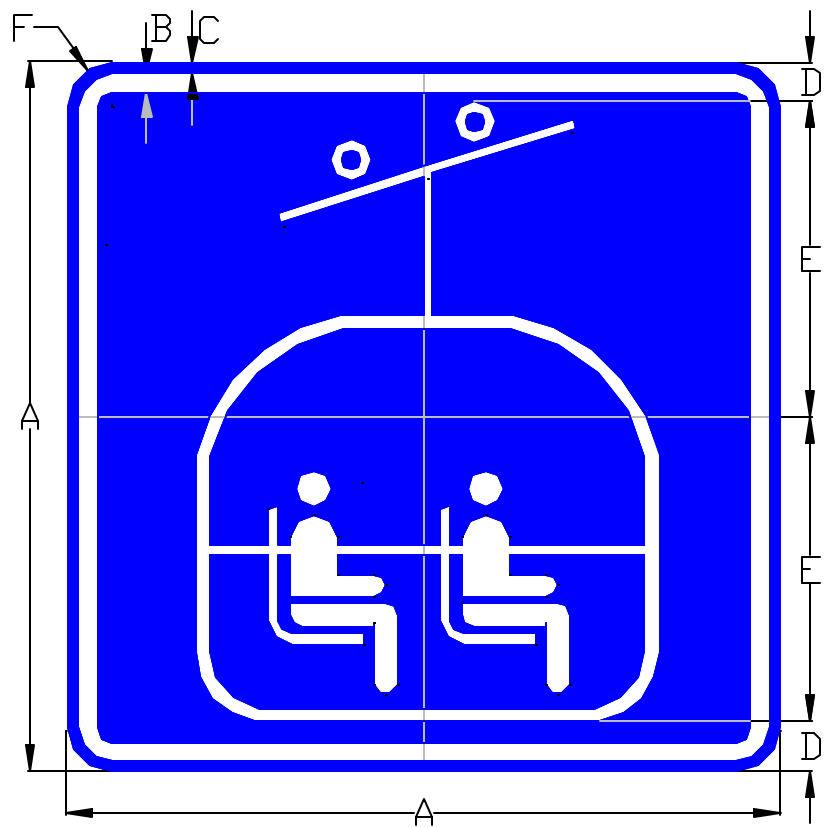




IS-3-13

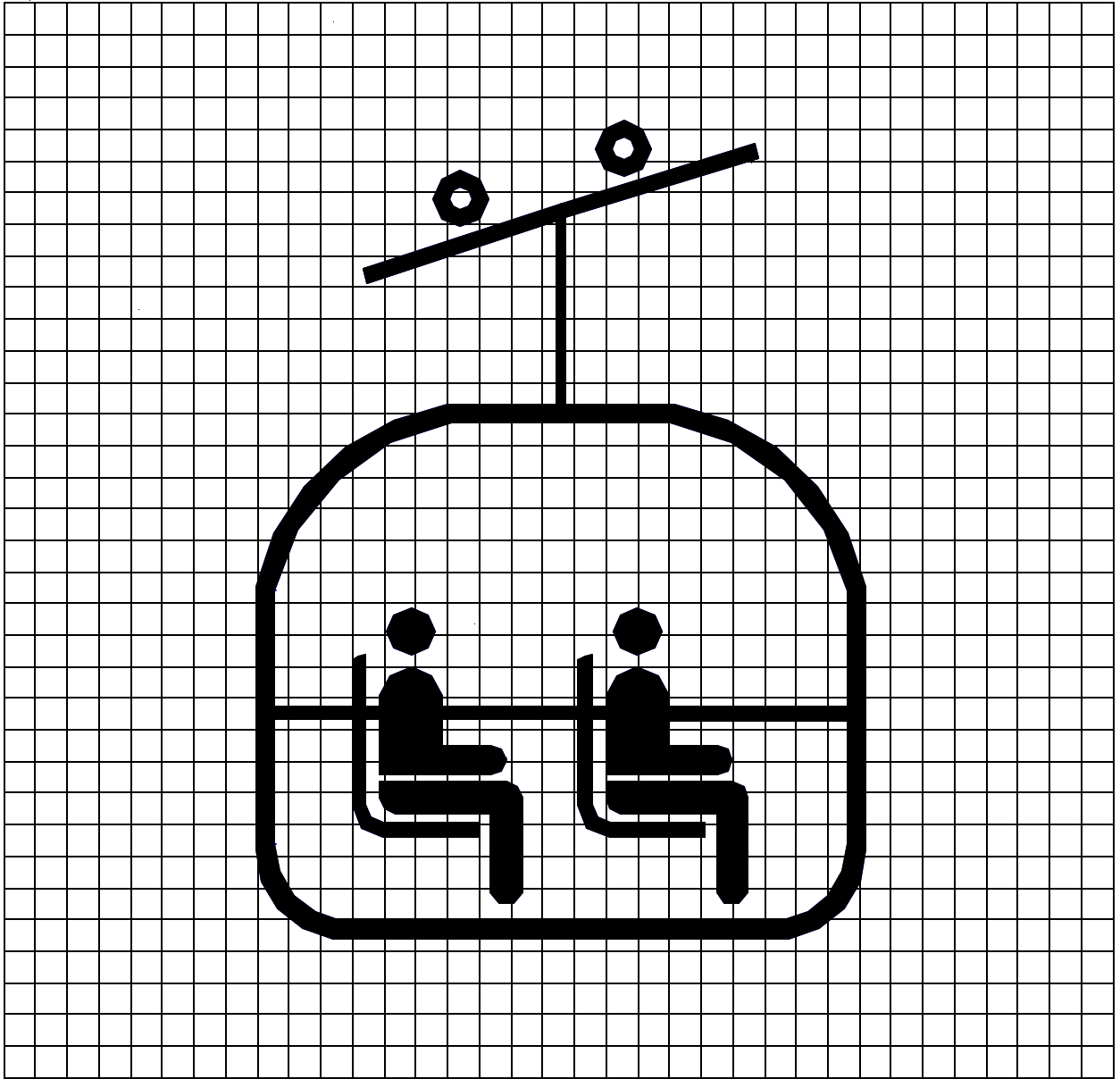
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.9	17.1	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.8	22.7	3.8

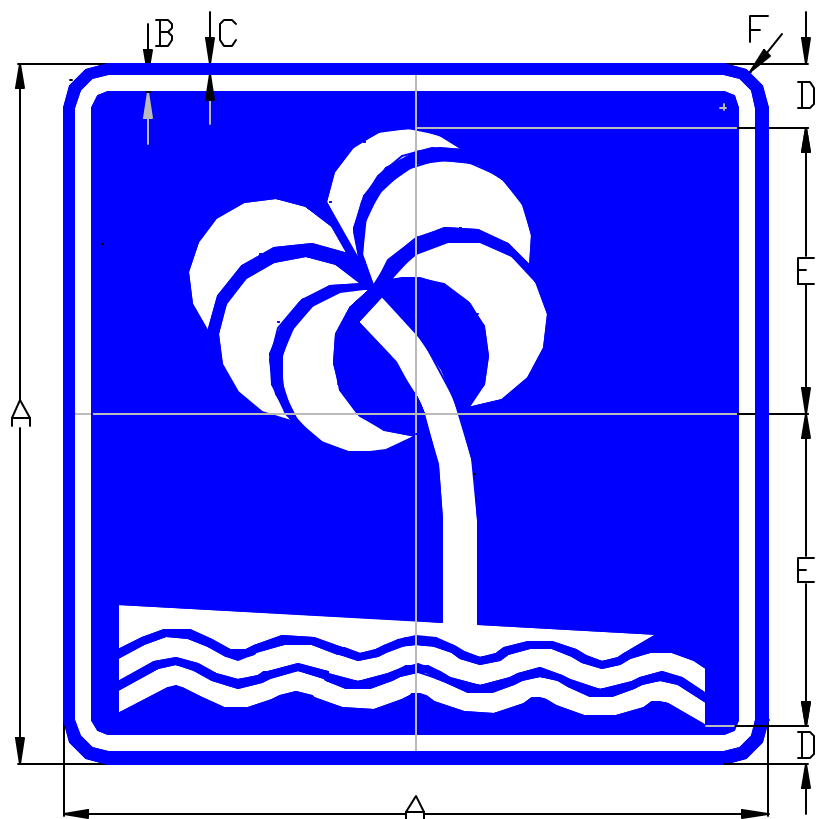




IS-3-14

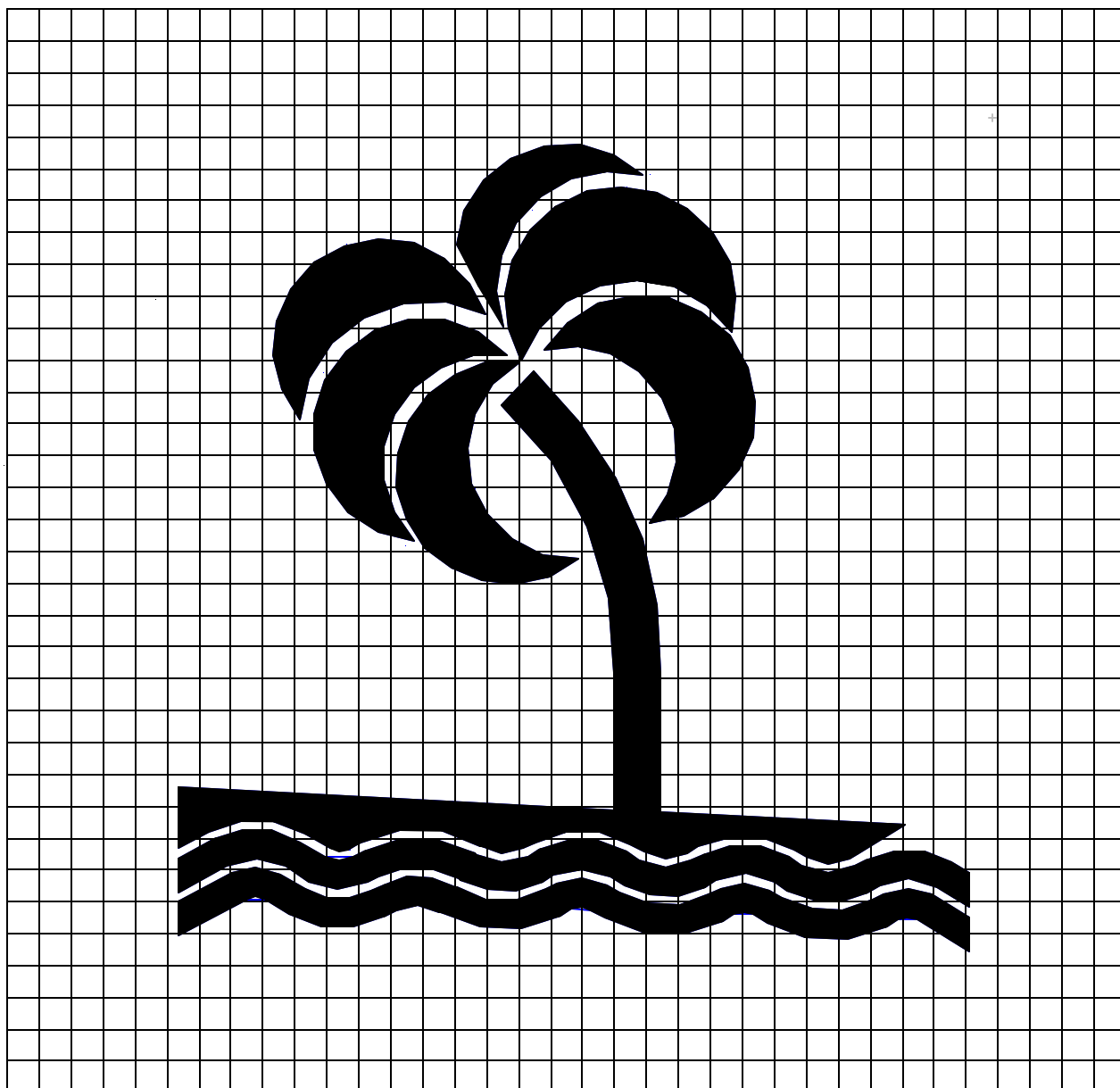
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	2.6	20.4	2.9
EST.	61	1.6	1.0	3.5	27.0	3.8

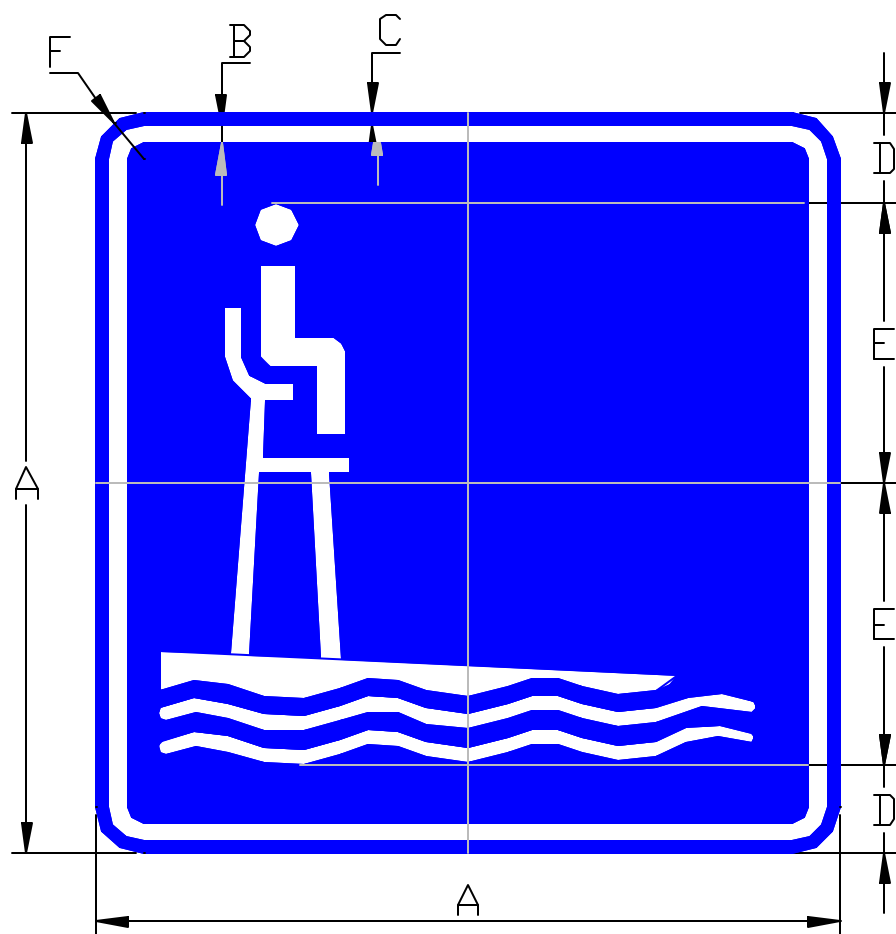




IS-4-1

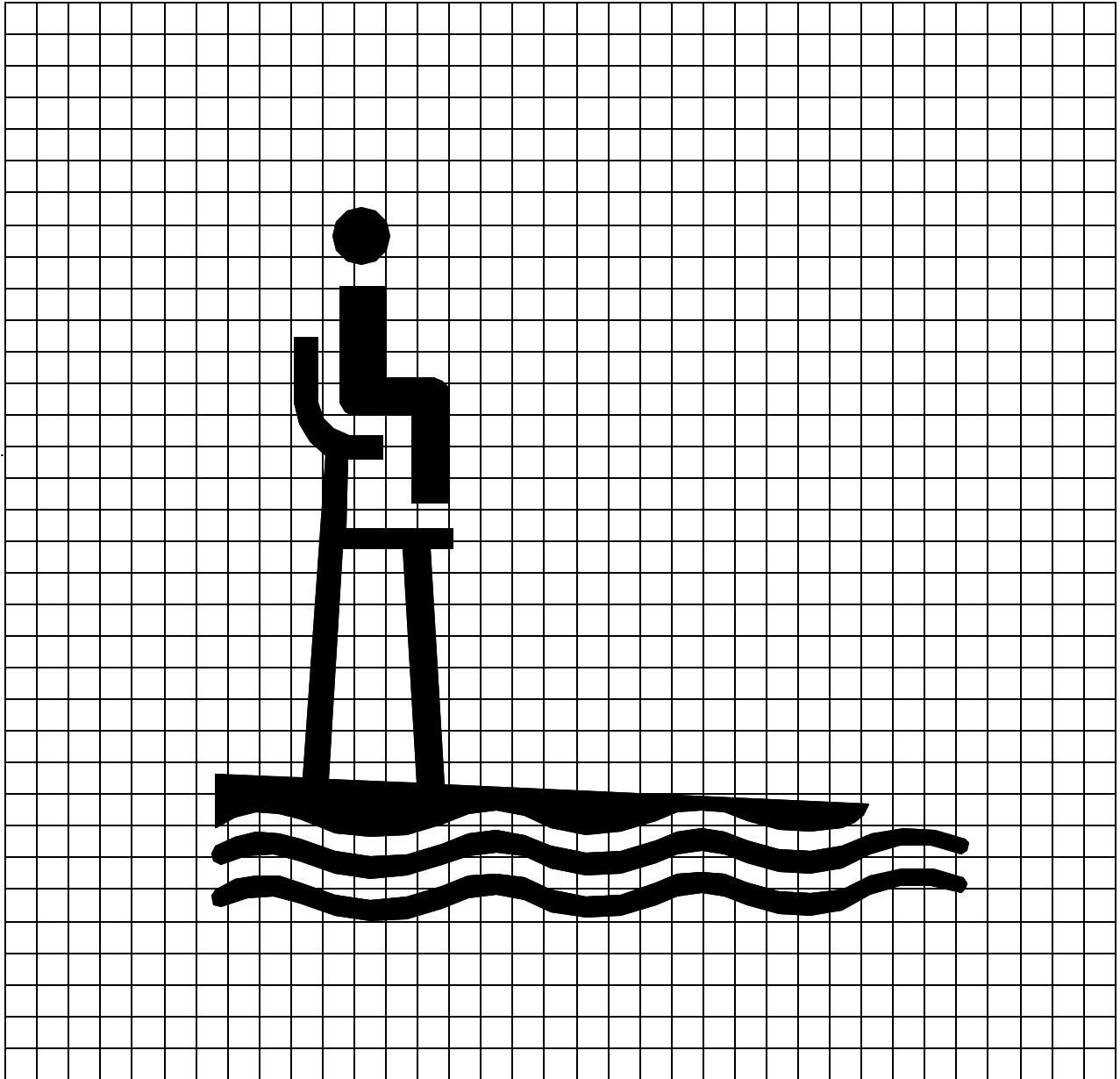
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	3.4	19.6	2.9
EST.	61	1.6	1.0	4.5	26.0	3.8



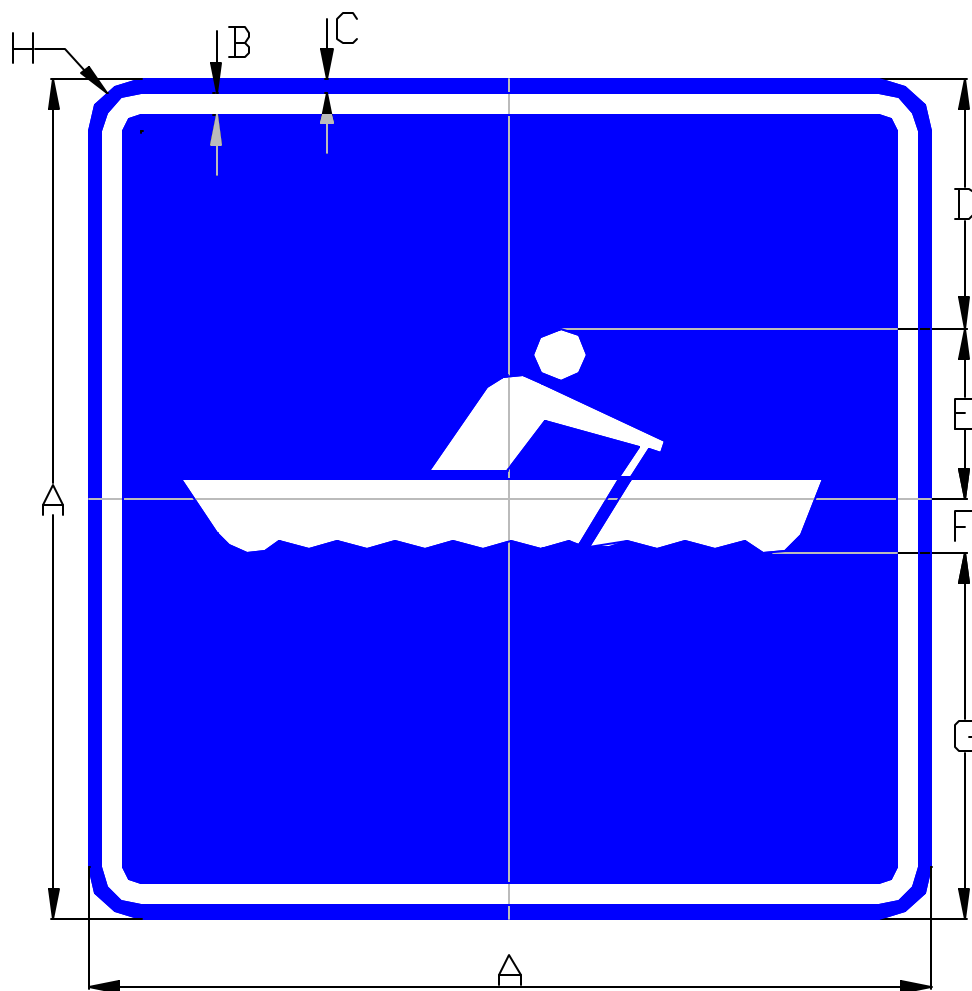


IS-4-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.3	17.7	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.0	23.5	3.8

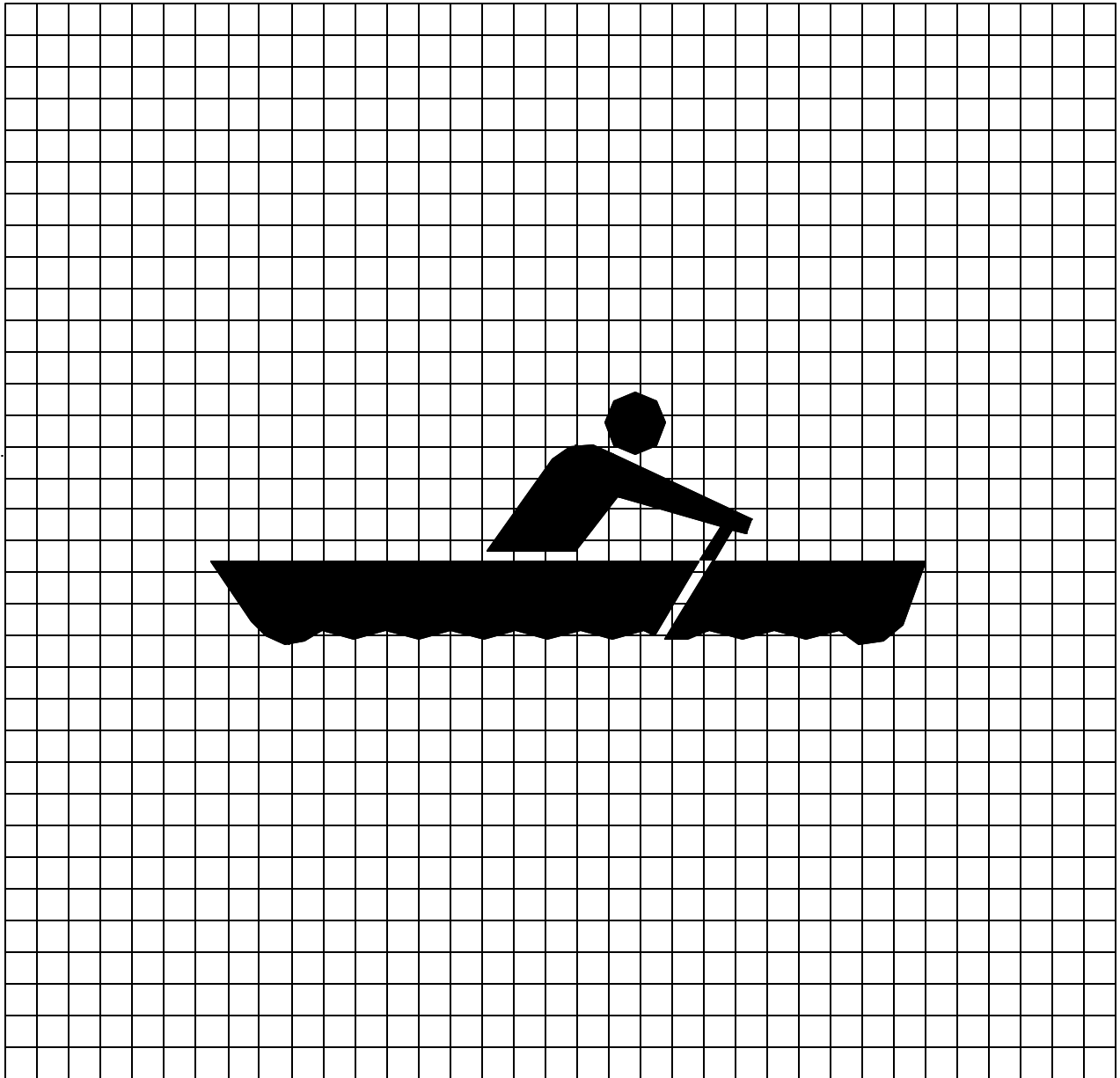


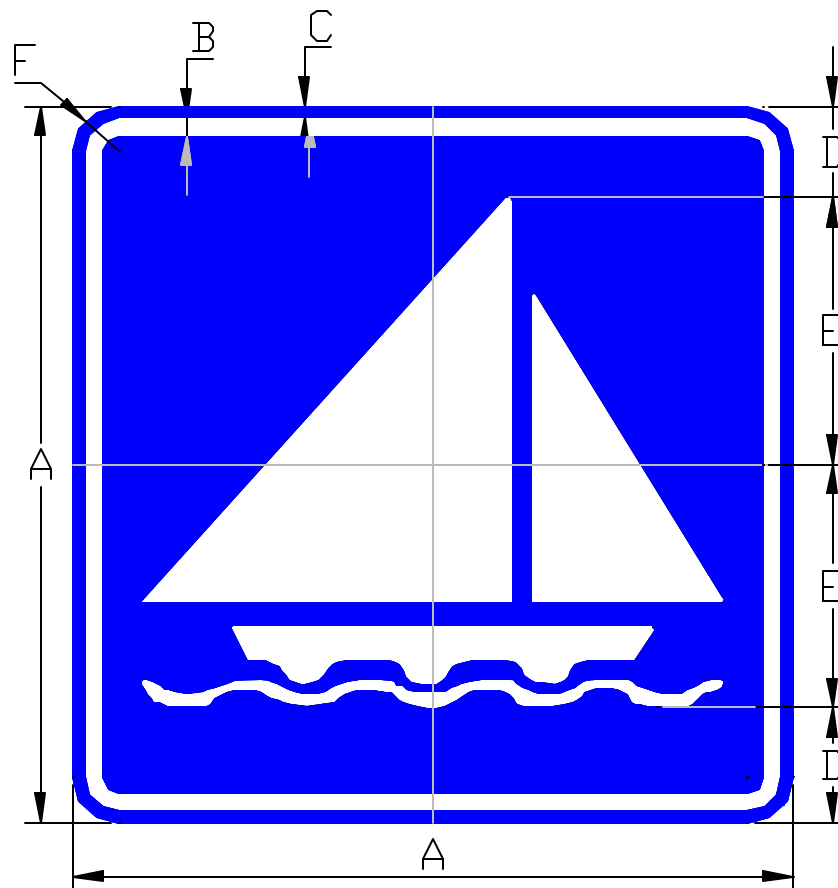




IS-4-3

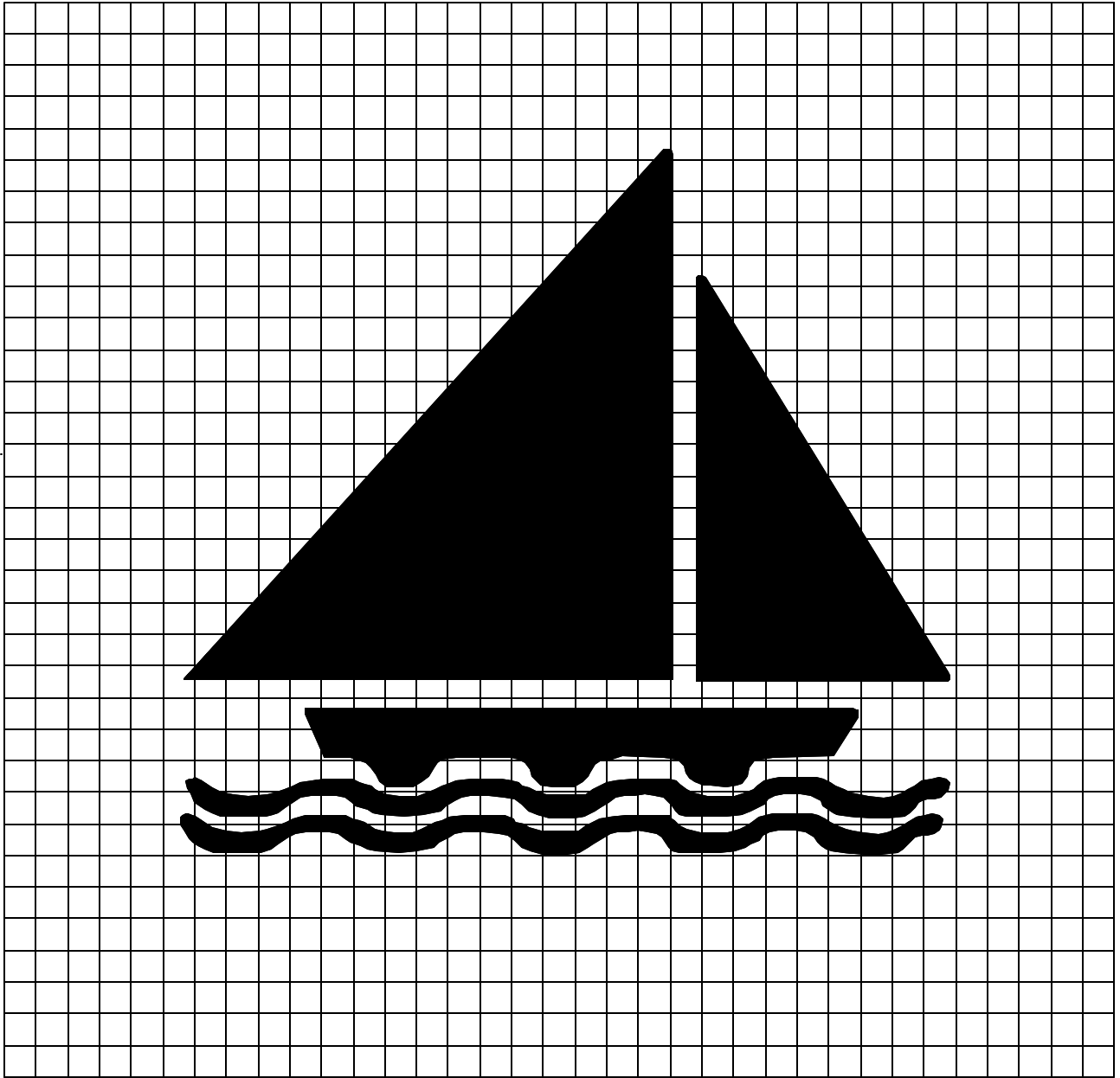
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	46	1.2	0.8	13.5	9.3	2.8	20.4	2.9
EST.	61	1.6	1.0	18.0	12.3	3.7	27.0	3.8

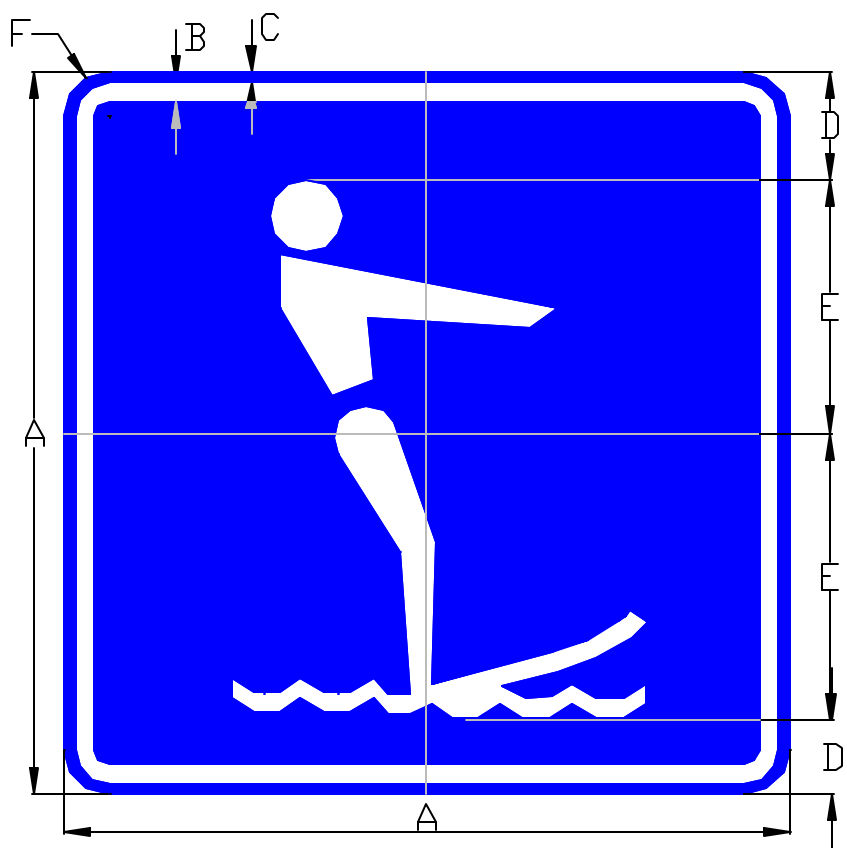




IS-4-4

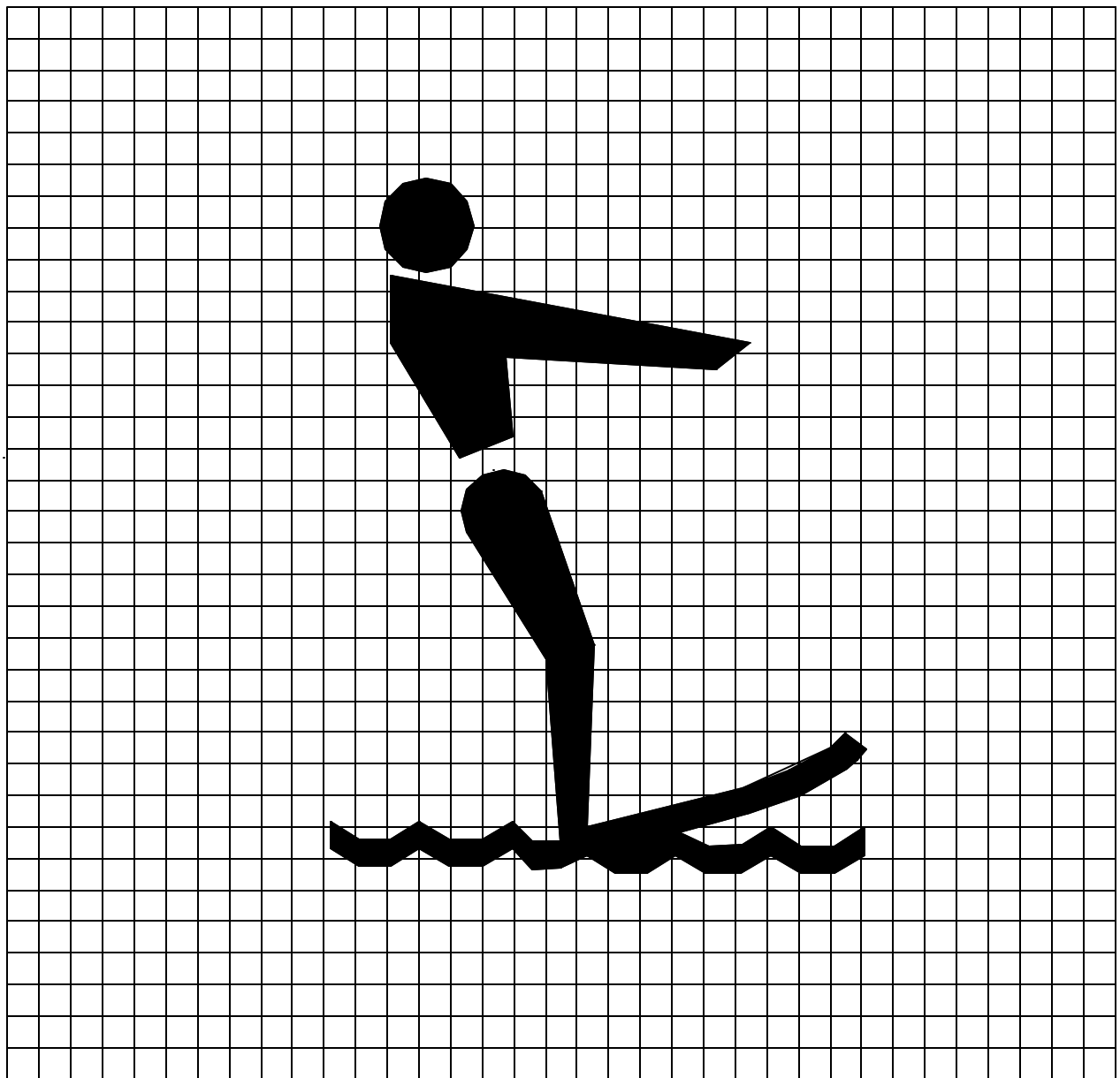
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.7	17.3	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.5	23.0	3.8





IS-4-5

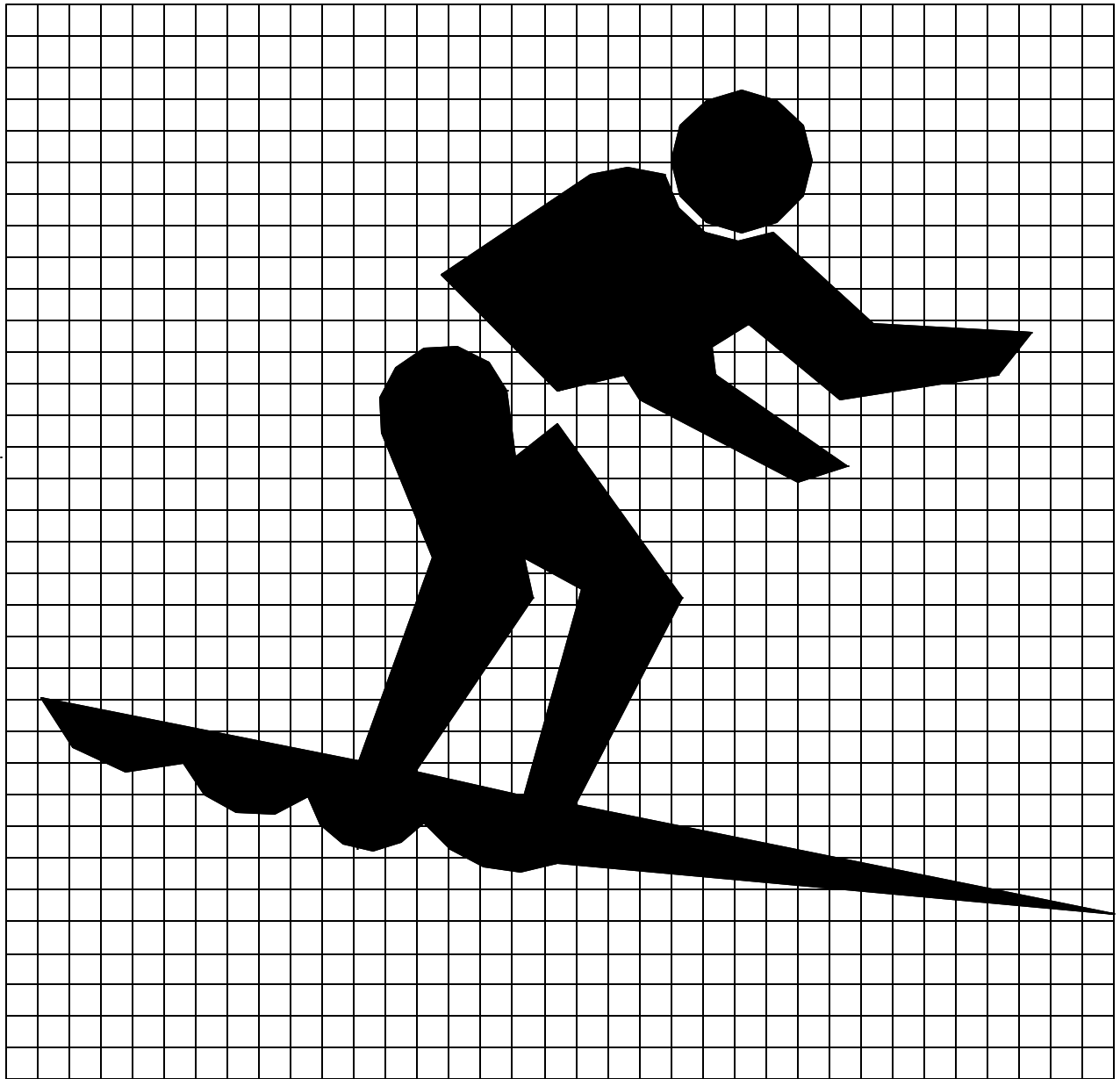
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.5	17.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.5	23.0	3.8



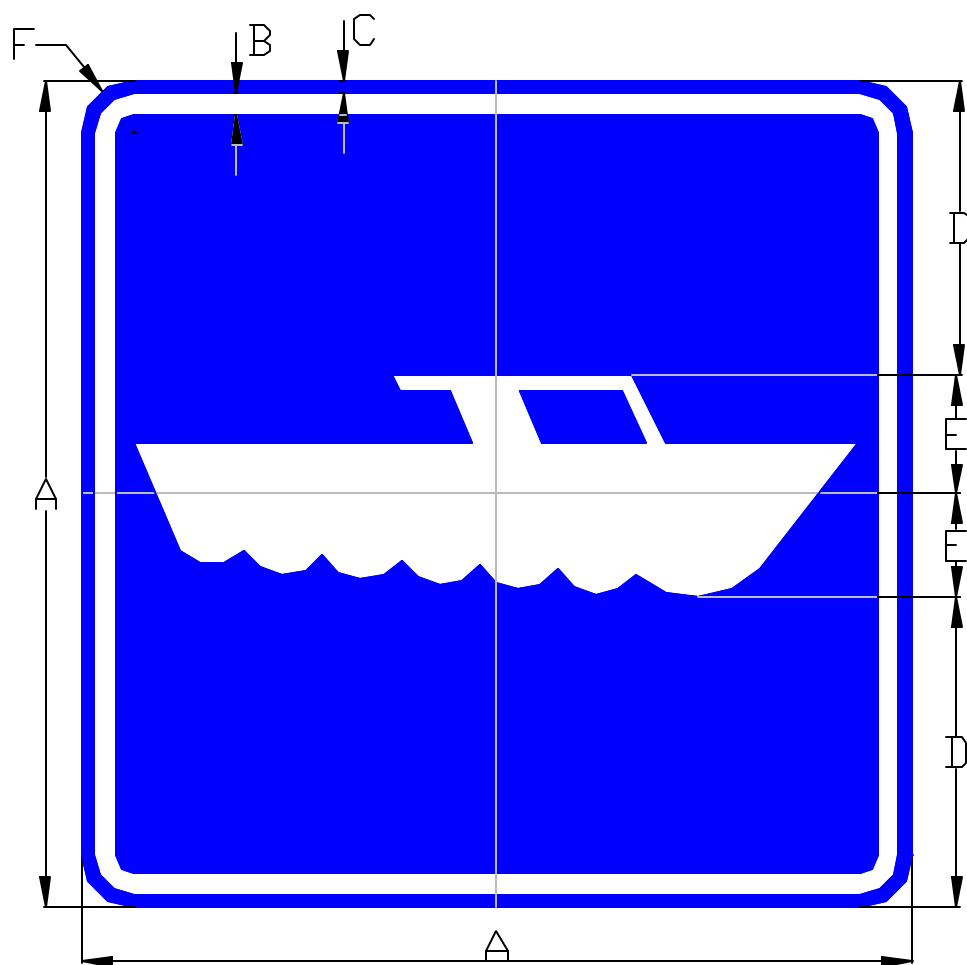


IS-4-6

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	8.0	15.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	10.5	20.0	3.8

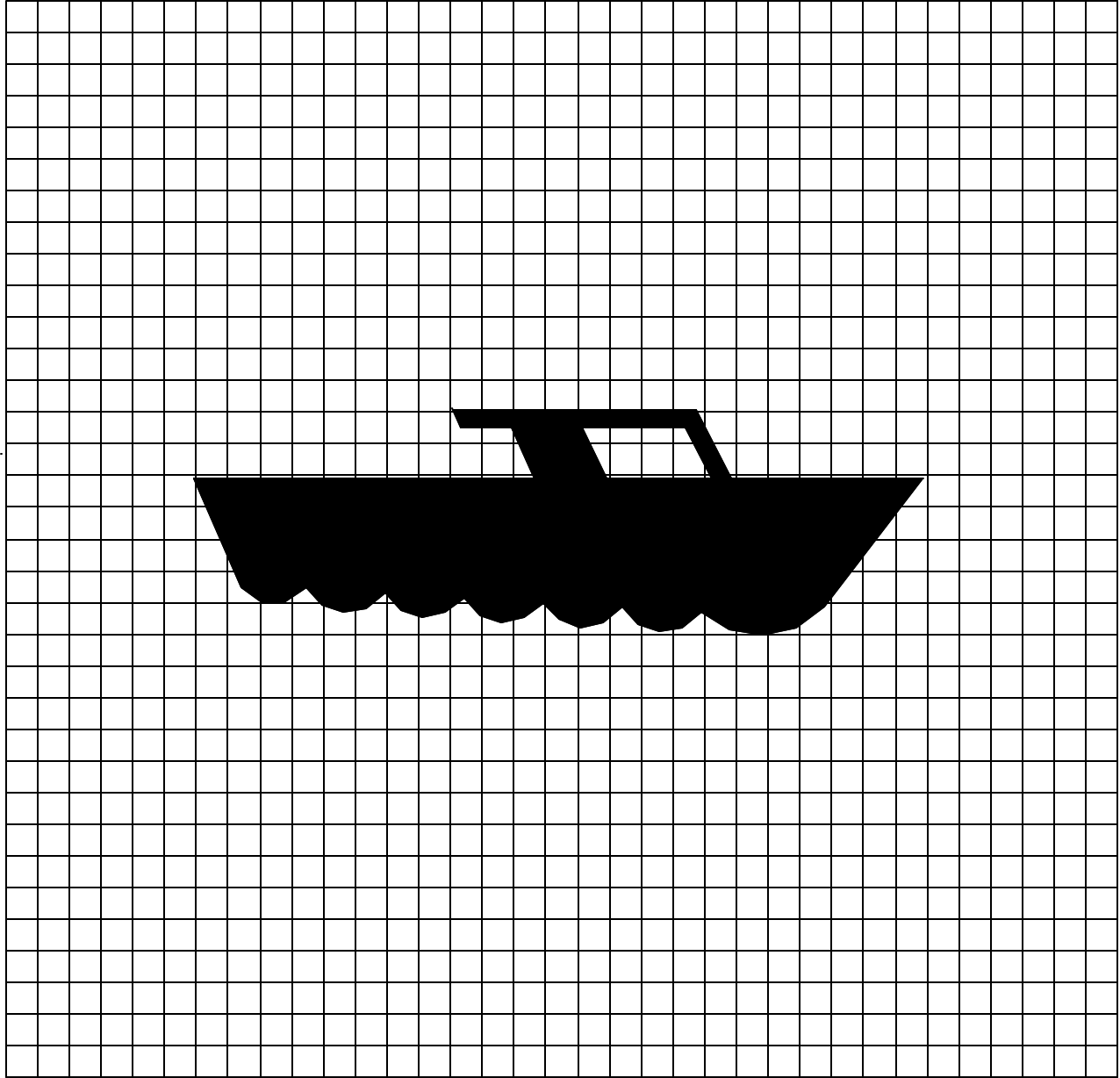


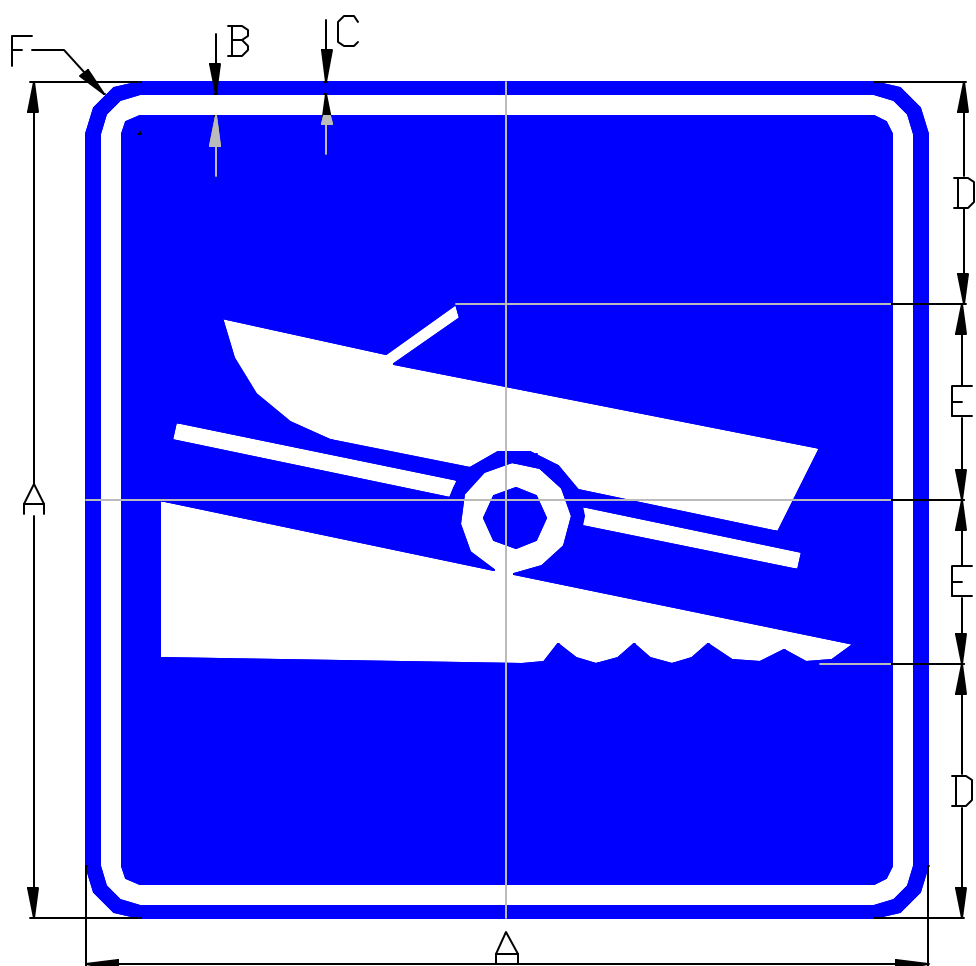




IS-4-7

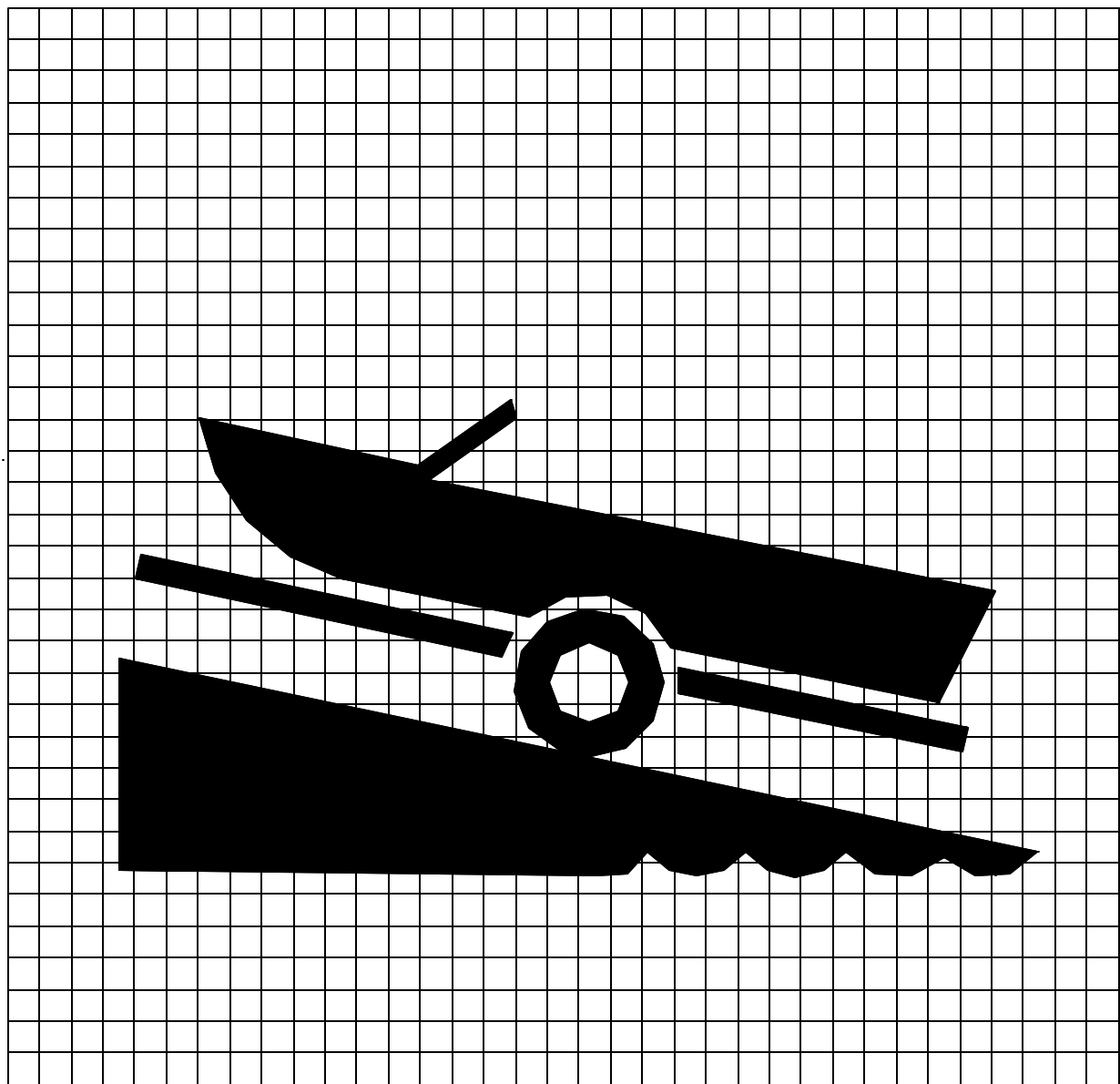
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	17.3	5.7	2.9
EST.	61	1.6	1.0	23.0	7.5	3.8

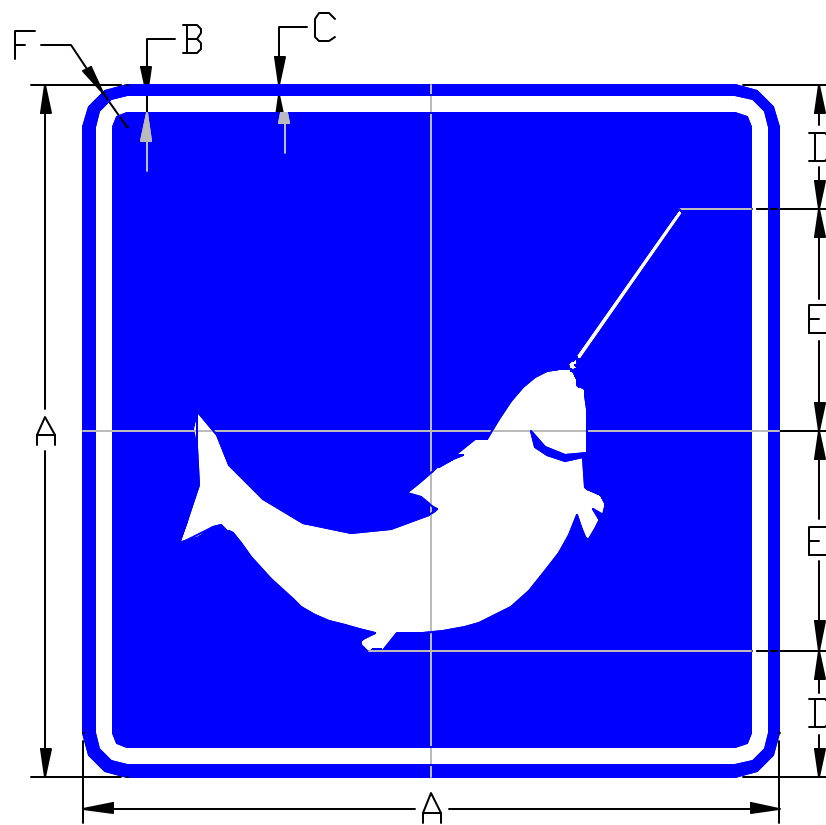




IS-4-8

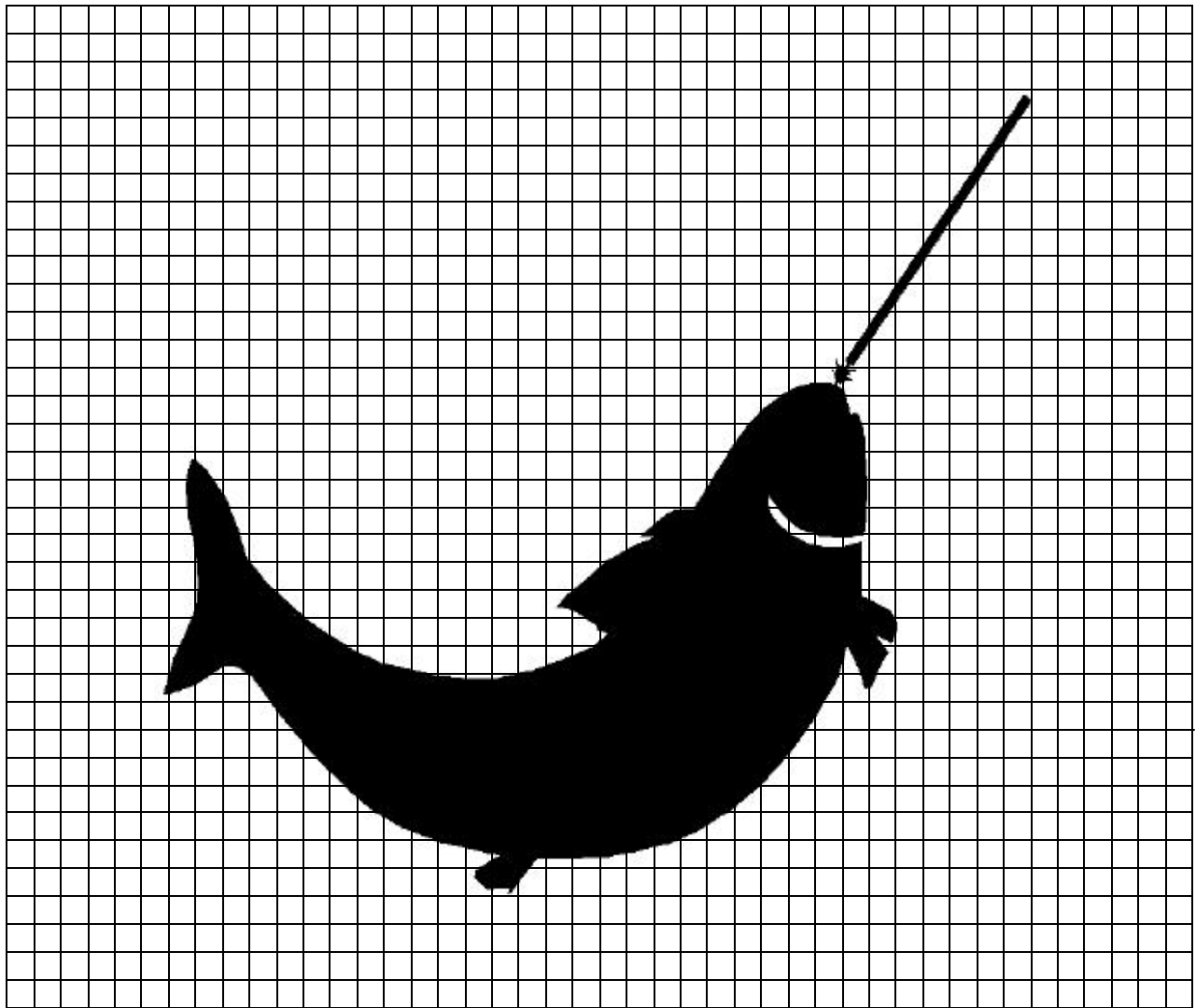
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	13.2	9.8	2.9
EST.	61	1.6	1.0	17.5	13.0	3.8

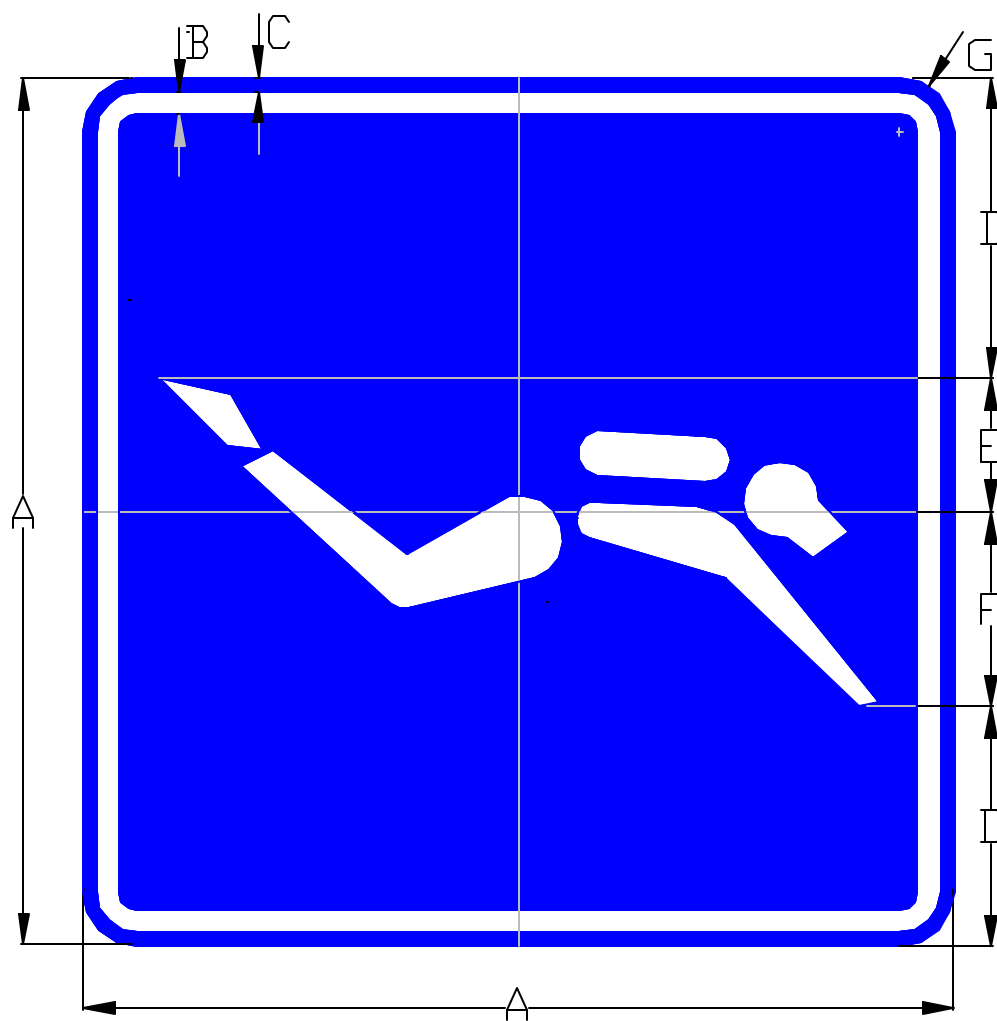




IS-4-9

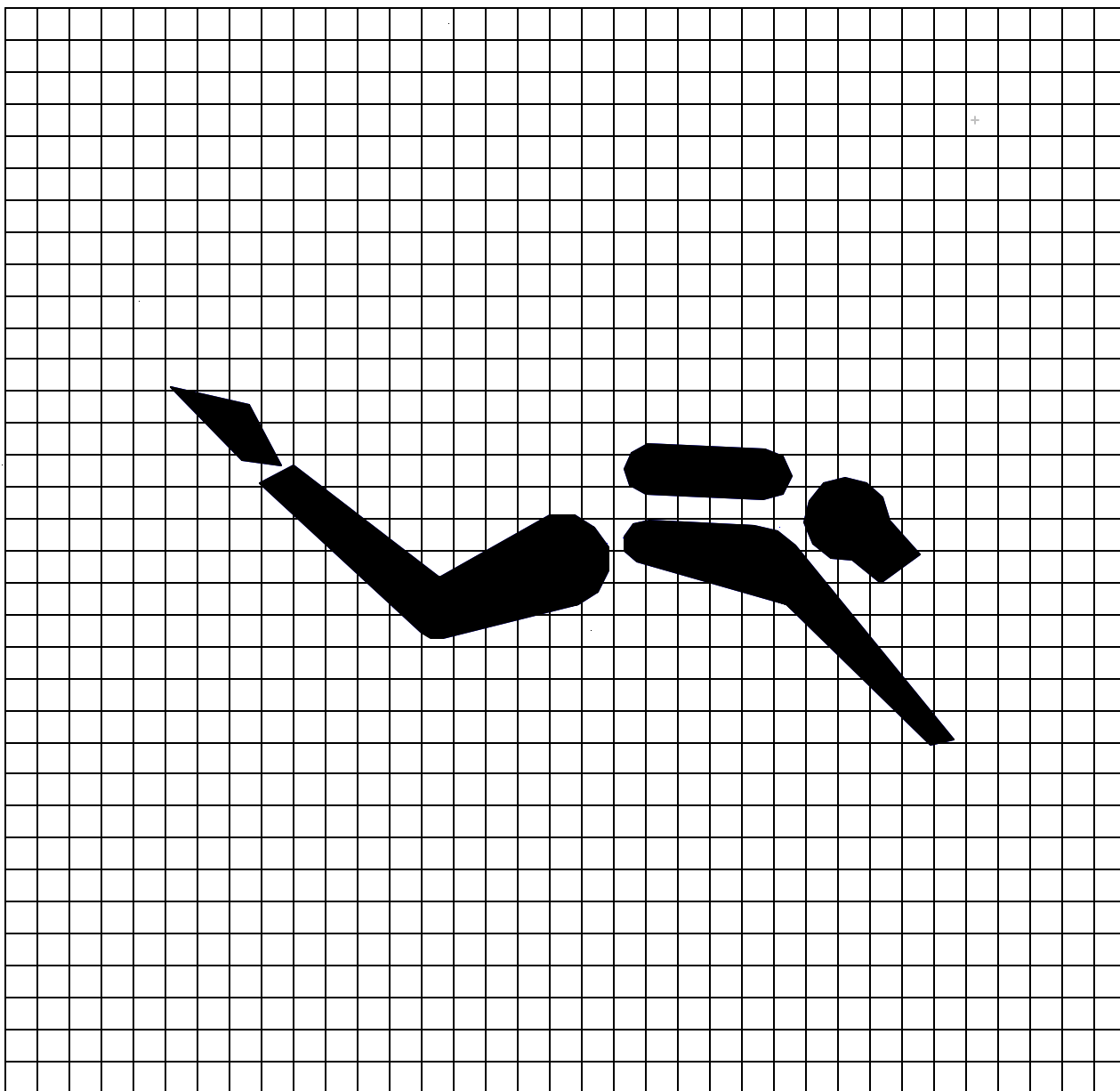
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	6.5	16.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	8.6	21.9	3.8



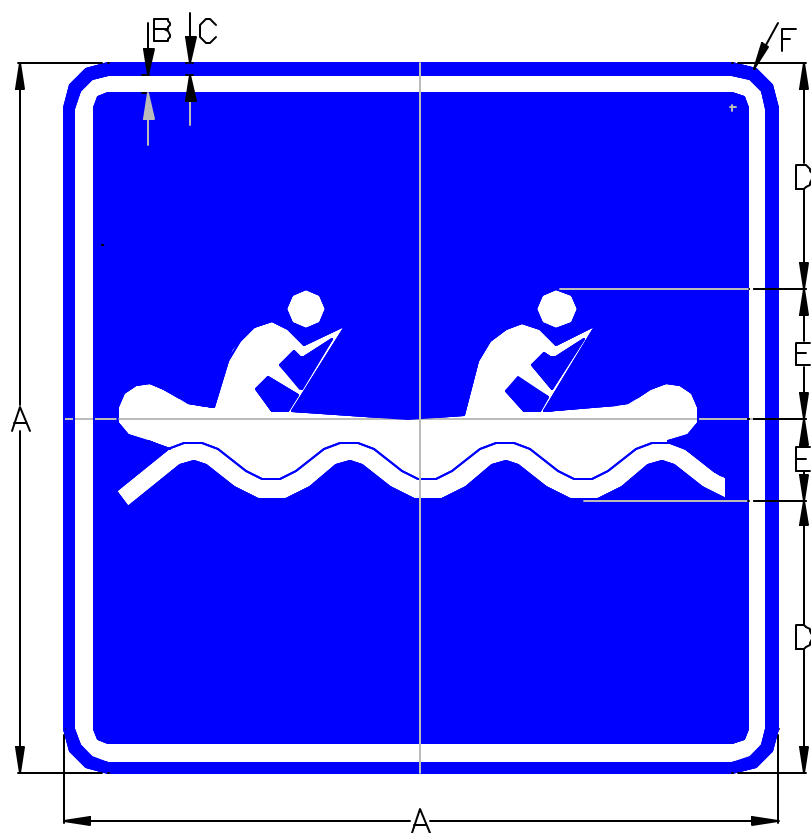


IS-4-10

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)						
	A	B	C	D	E	F	G
MIN.	46	1.2	0.8	14.3	6.8	10.6	2.9
EST.	61	1.6	1.0	19.0	9.0	14.0	3.8

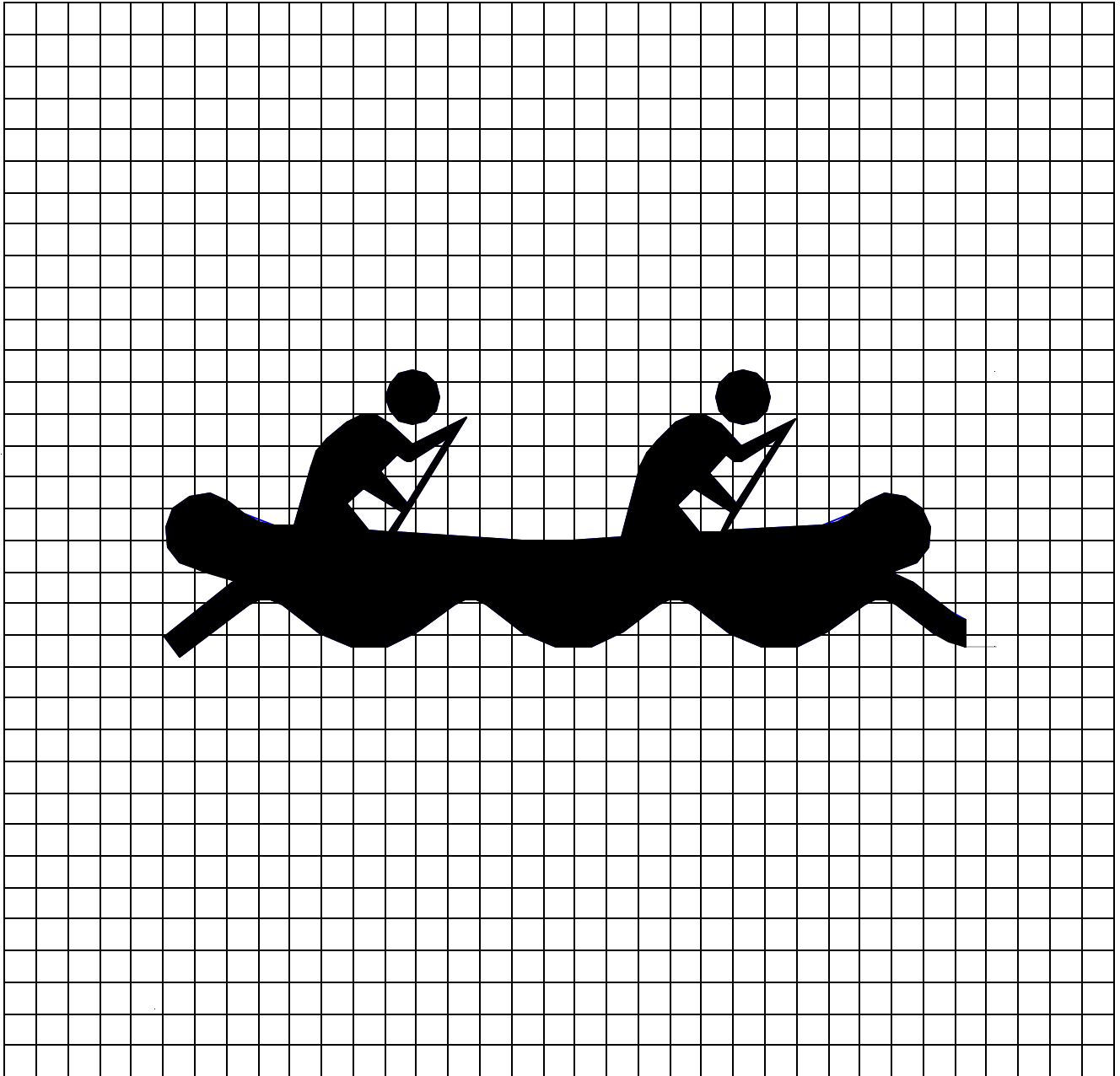


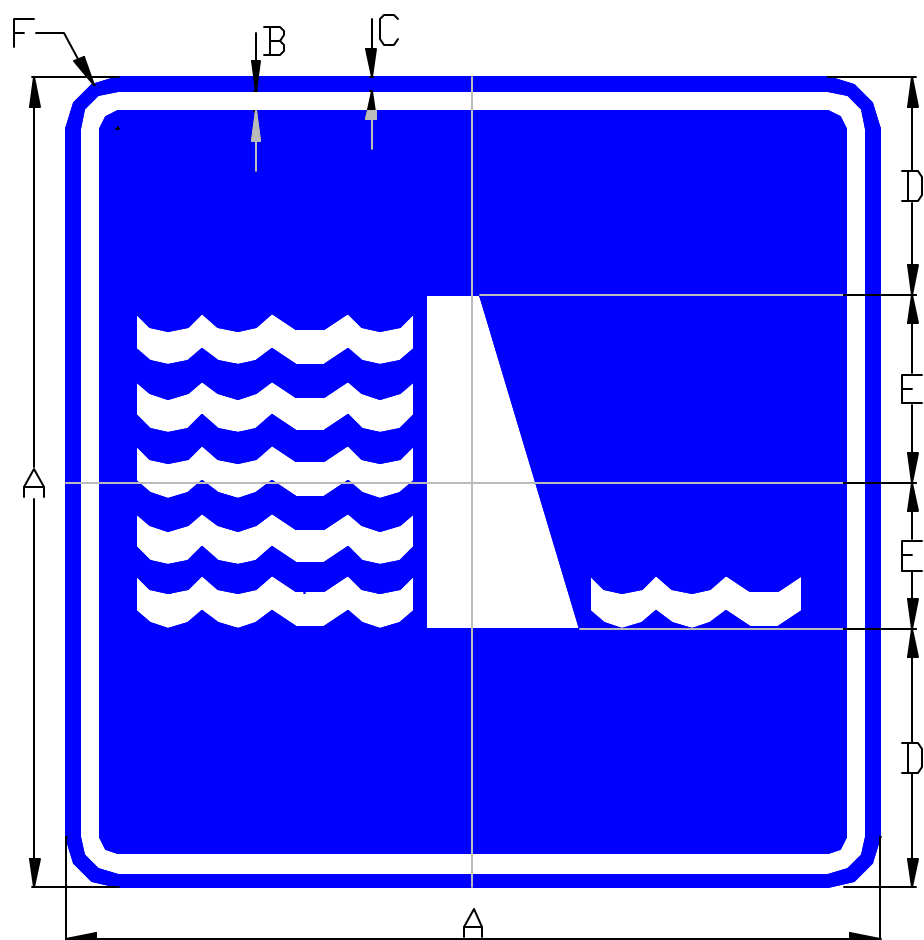




IS-4-11

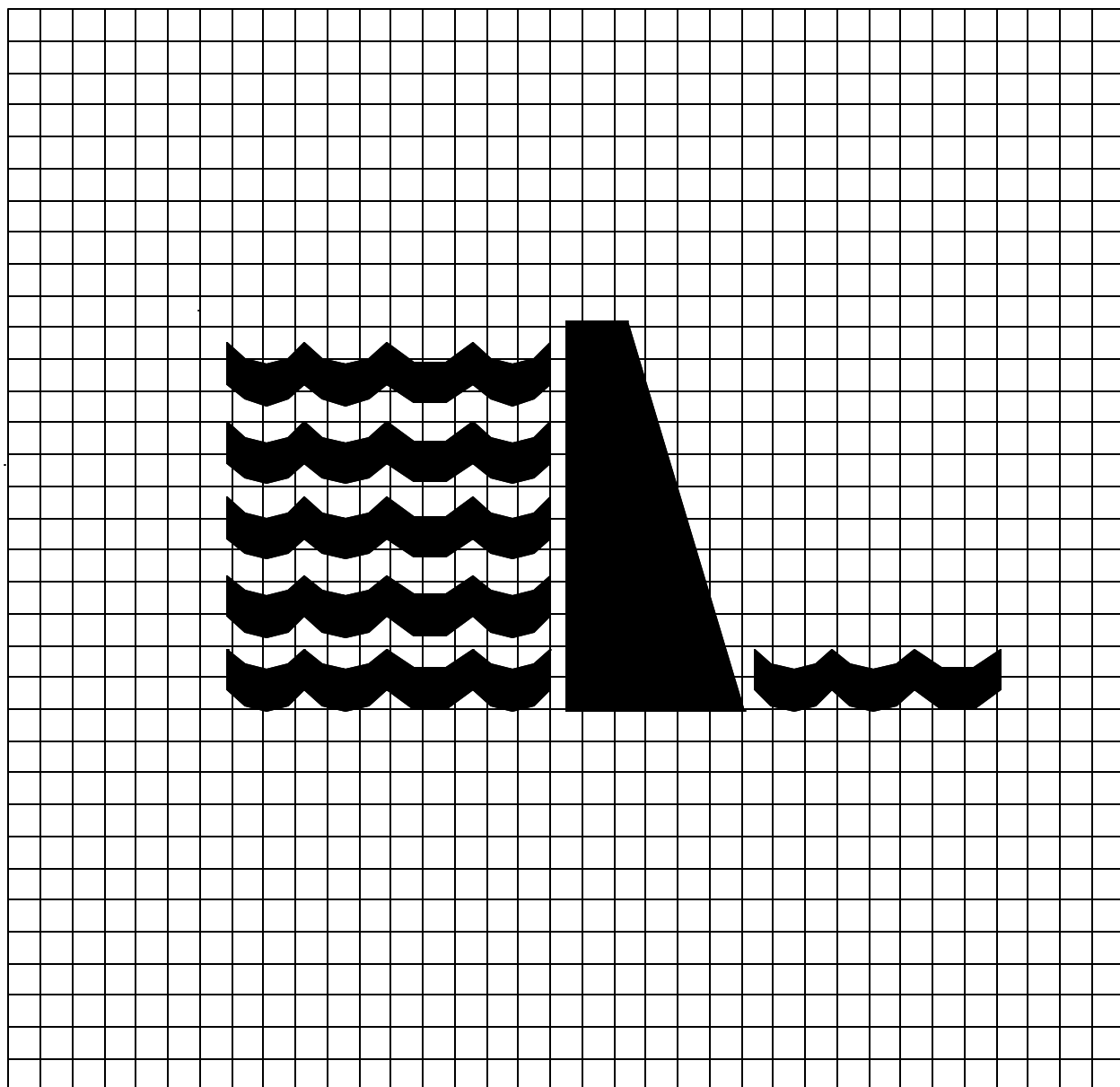
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	15.8	7.2	2.9
EST.	61	1.6	1.0	21.0	9.5	3.8

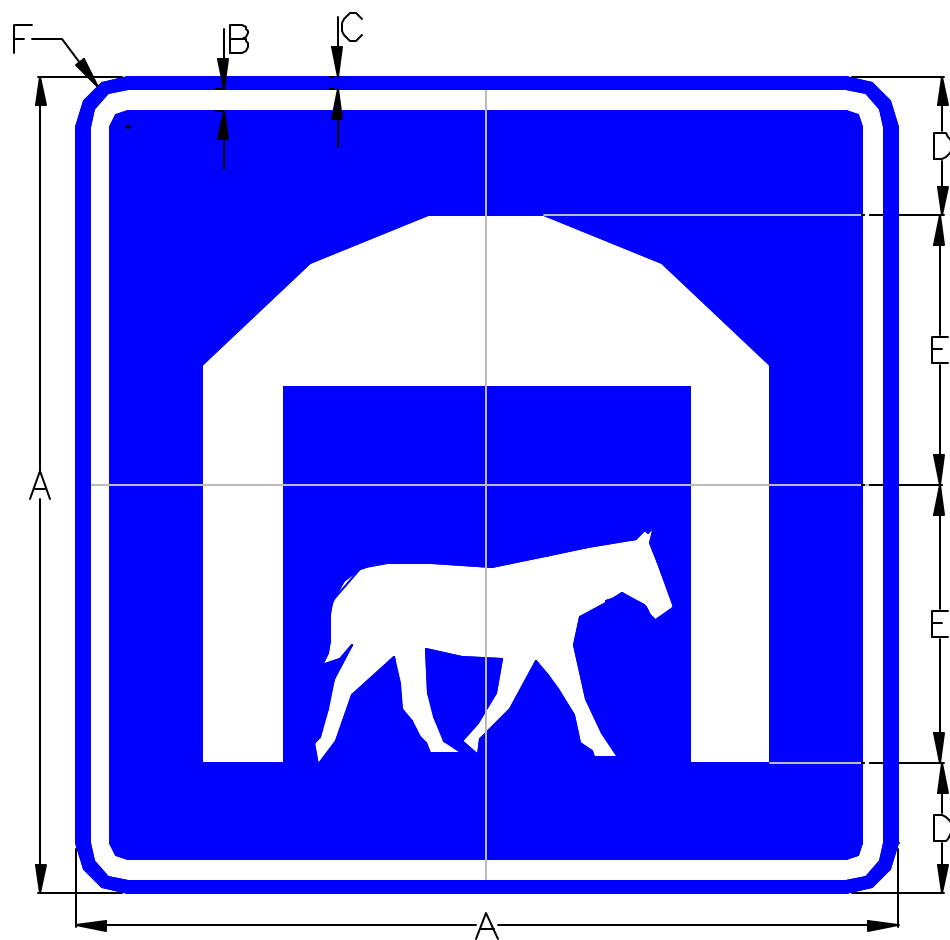




IS-4-12

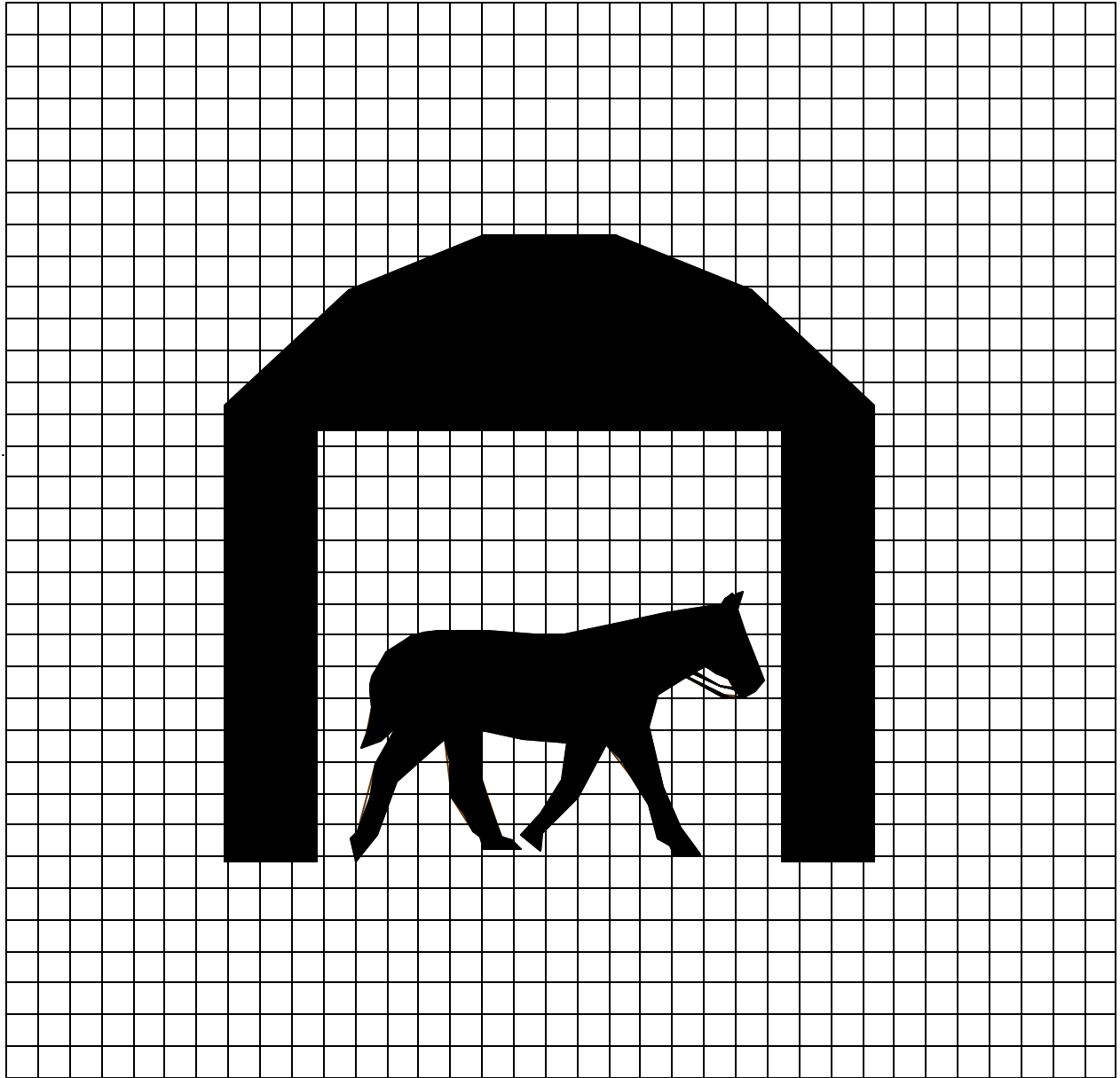
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	13.6	9.4	2.9
EST.	61	1.6	1.0	18.0	12.5	3.8

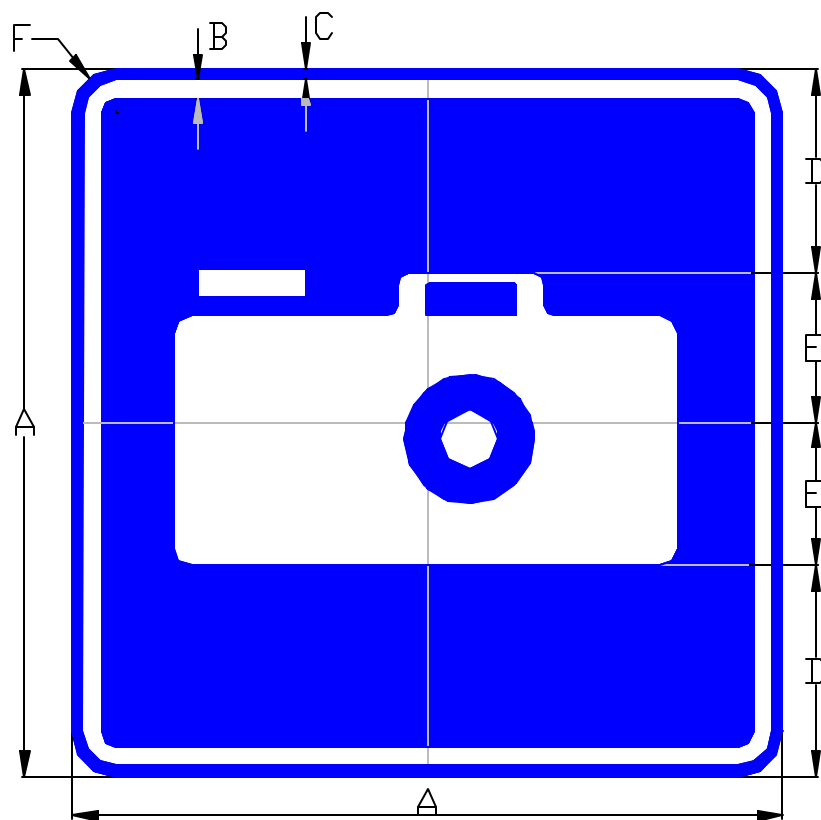




IS-4-13

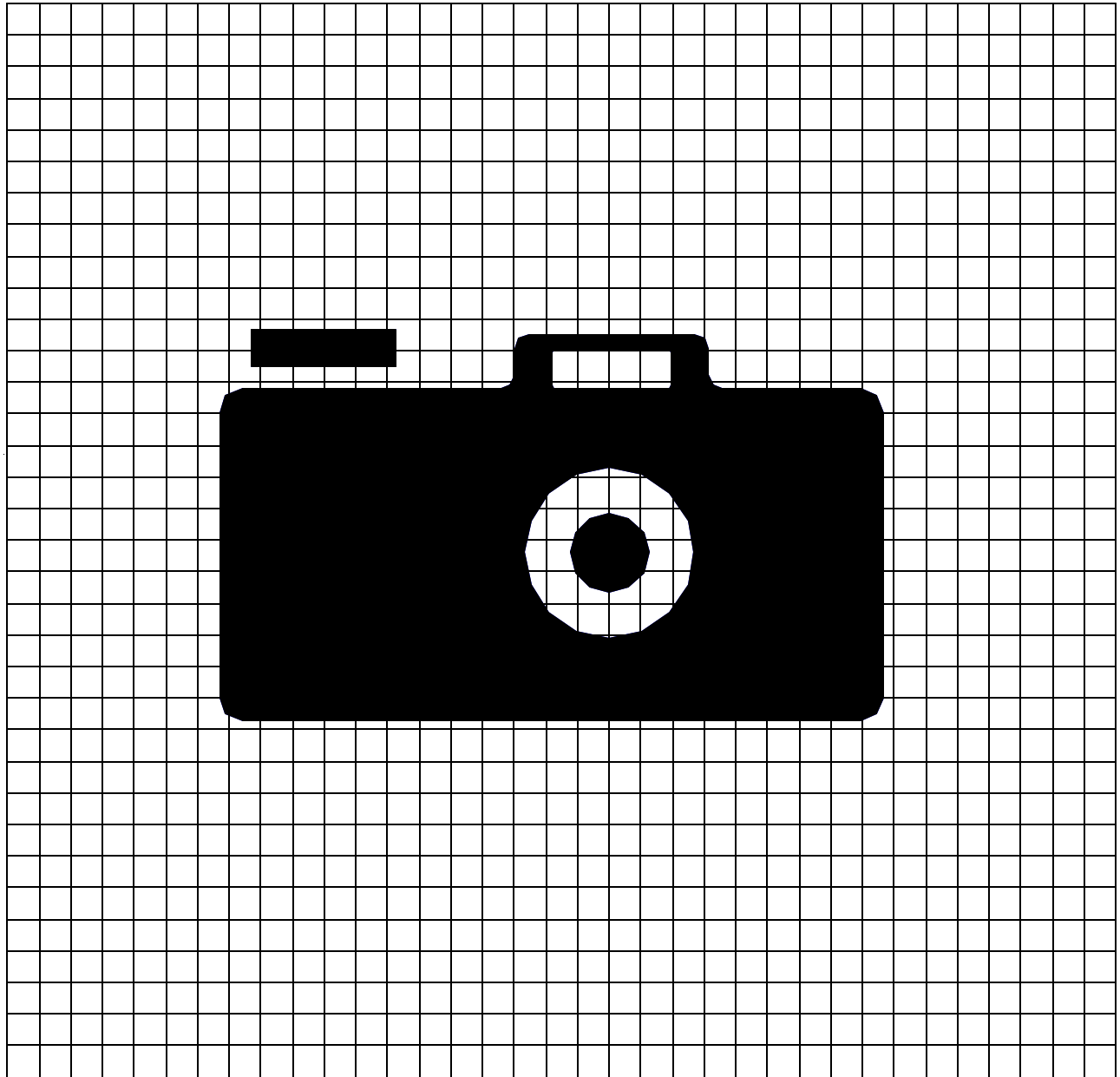
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	16.5	6.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	10.0	20.5	3.8



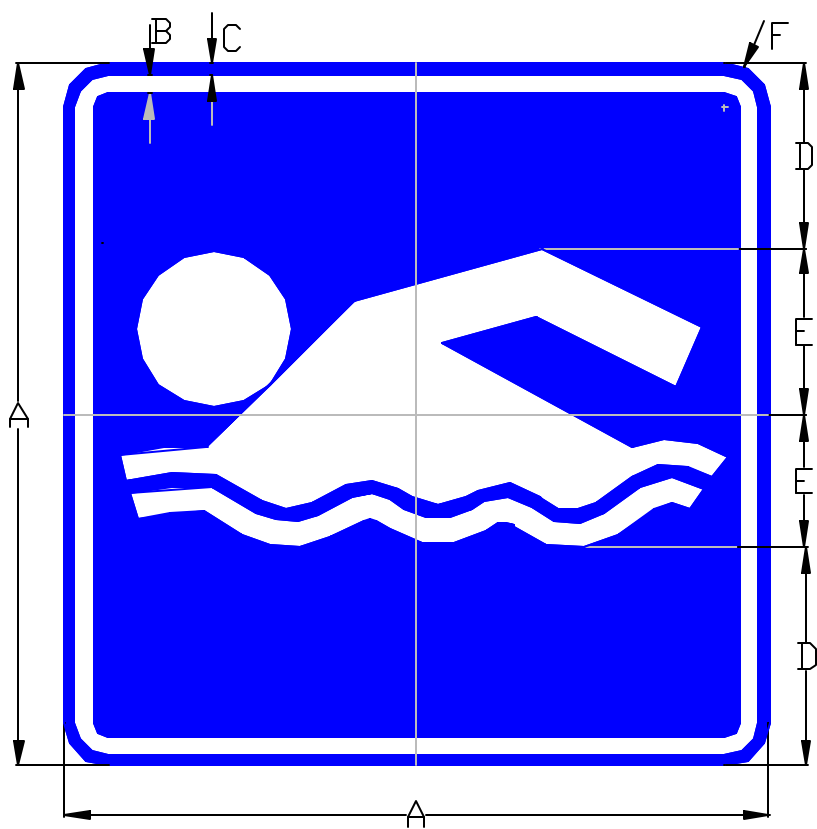


IS-4-14

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	13.6	9.4	2.9
EST.	61	1.6	1.0	18.0	12.5	3.8

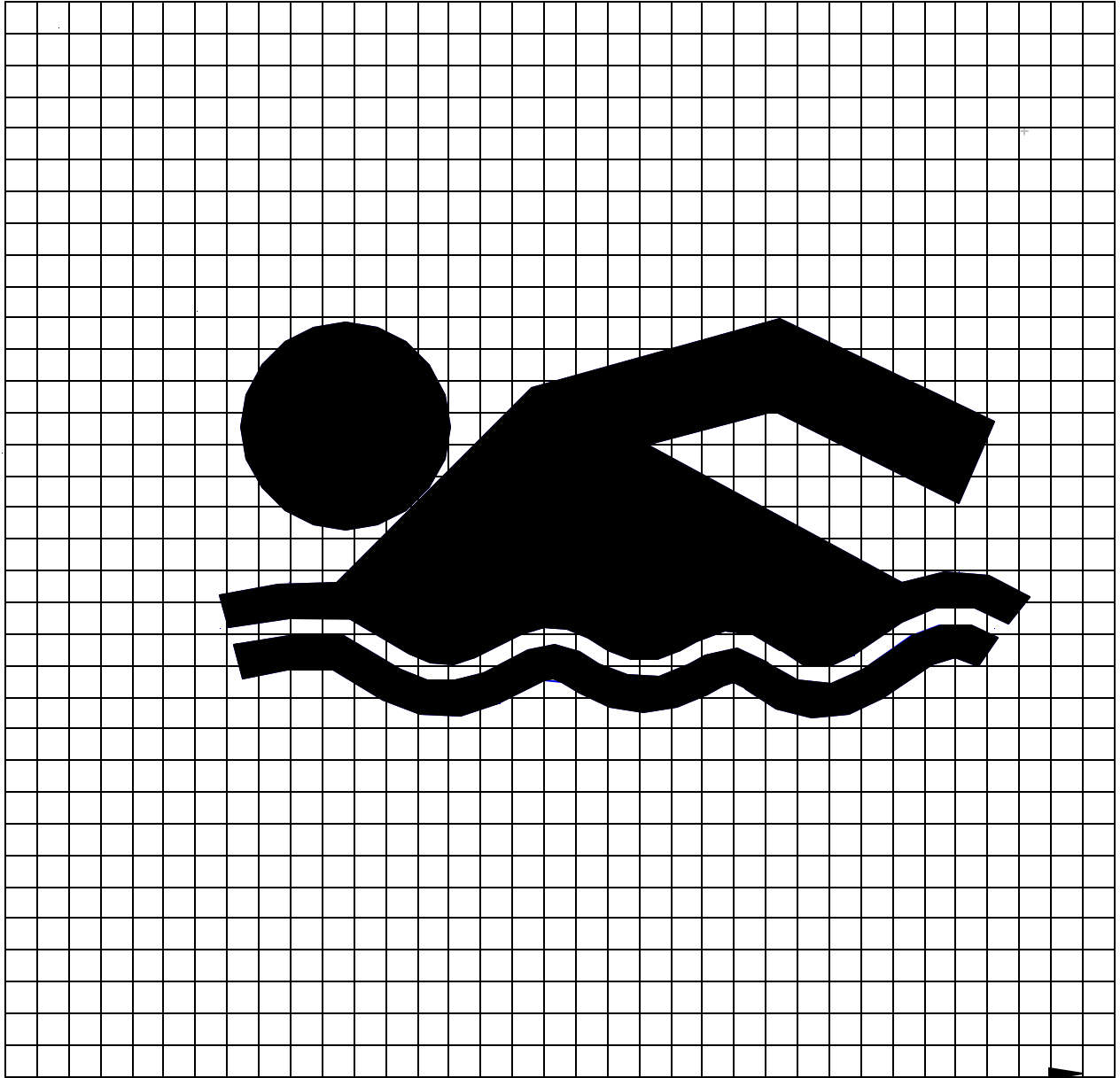


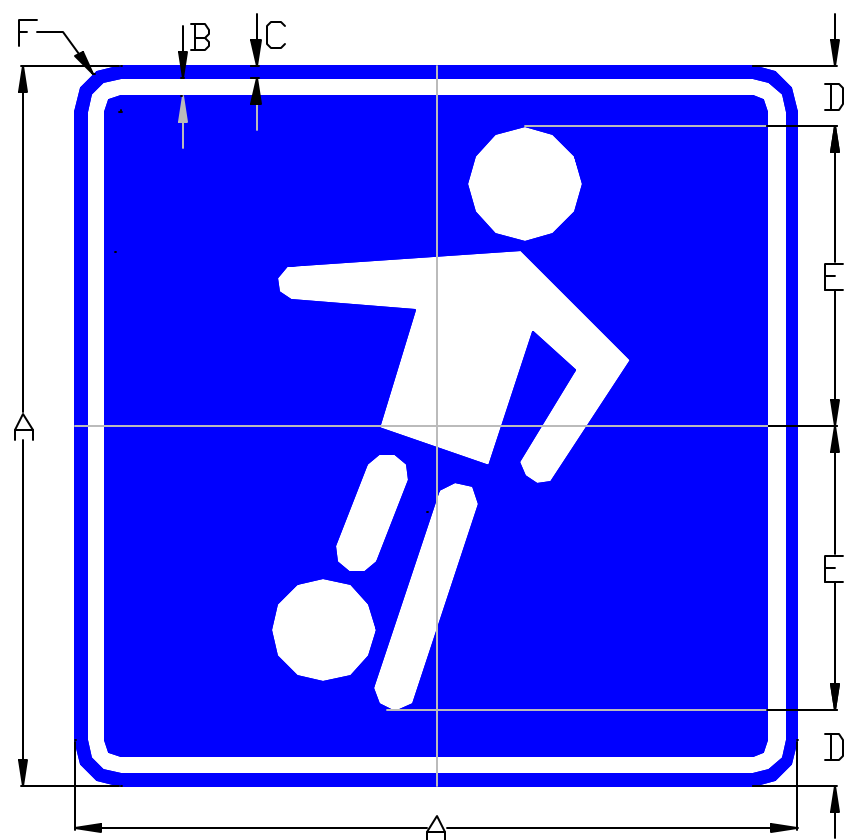




IS-5-1

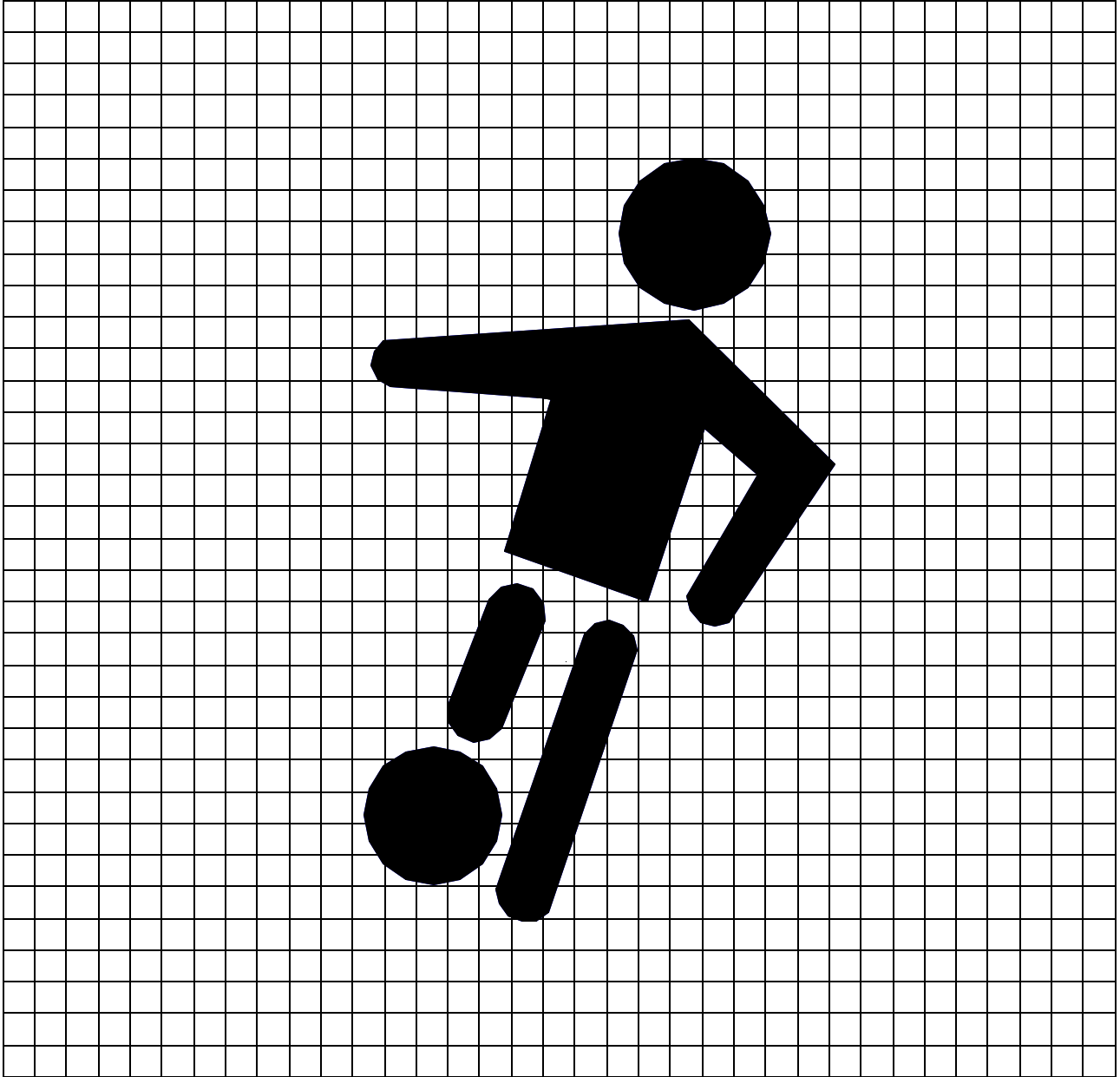
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	13.2	9.8	2.9
EST.	61	1.6	1.0	17.5	13.0	3.8

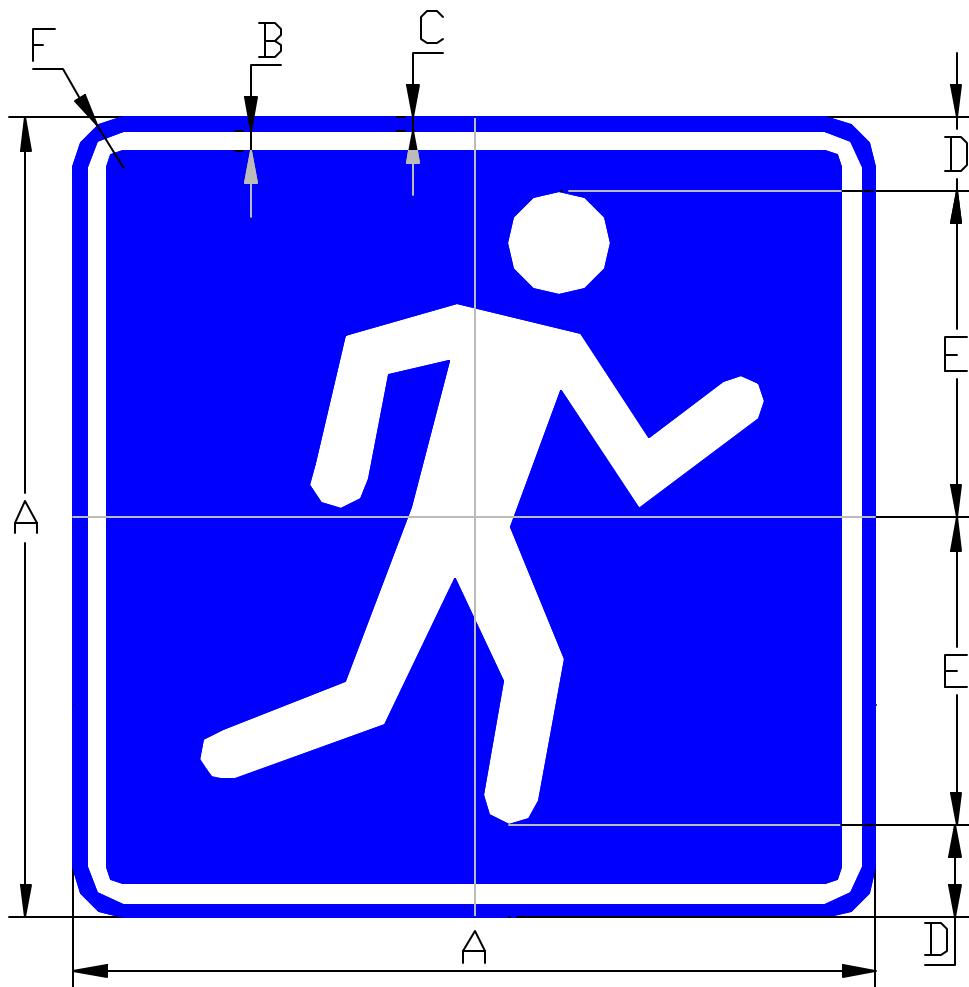




IS-5-2

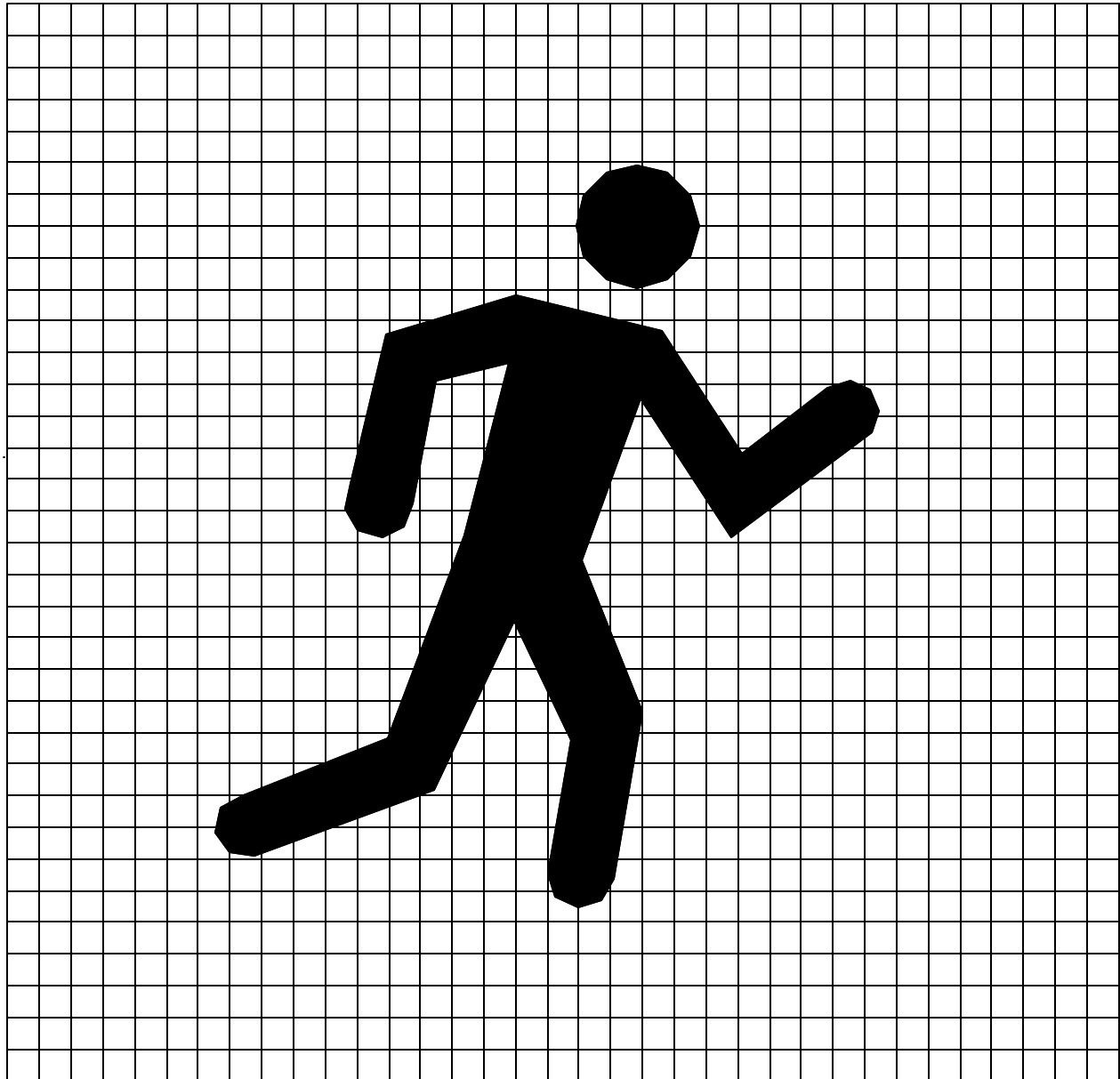
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.5	18.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.0	24.5	3.8

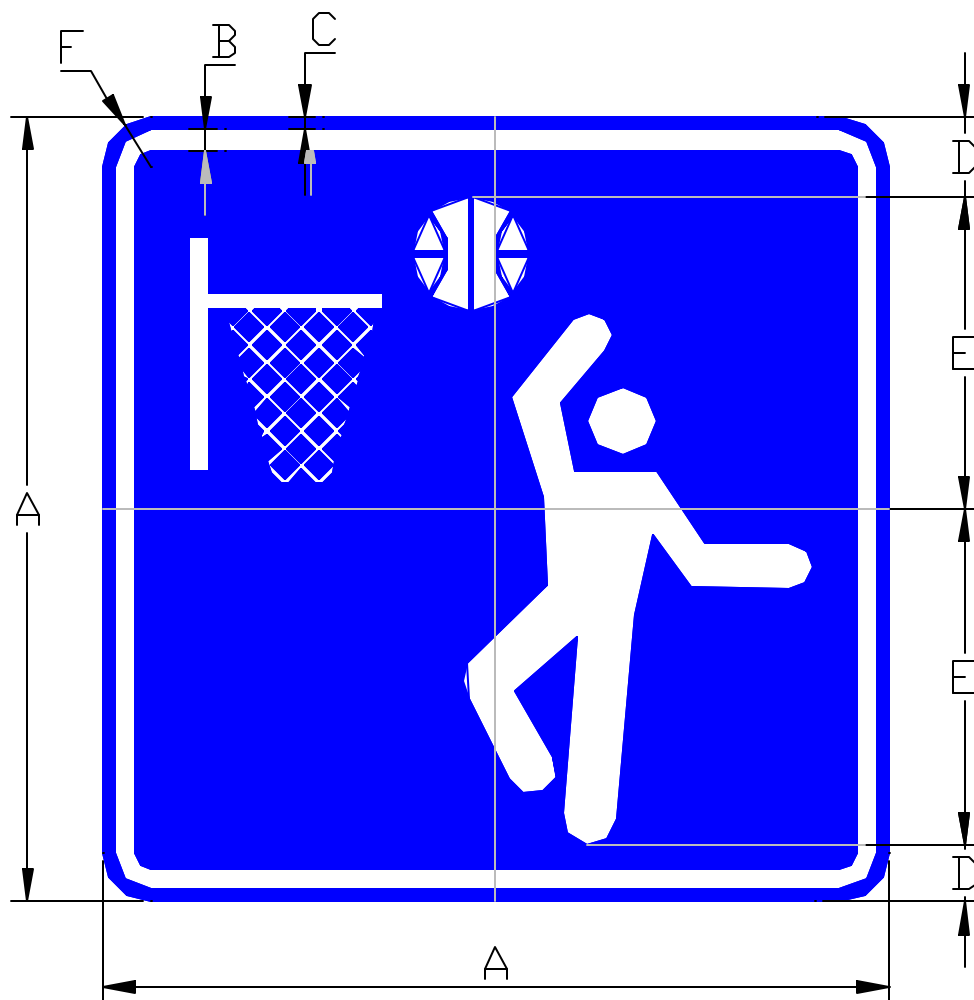




IS-5-3

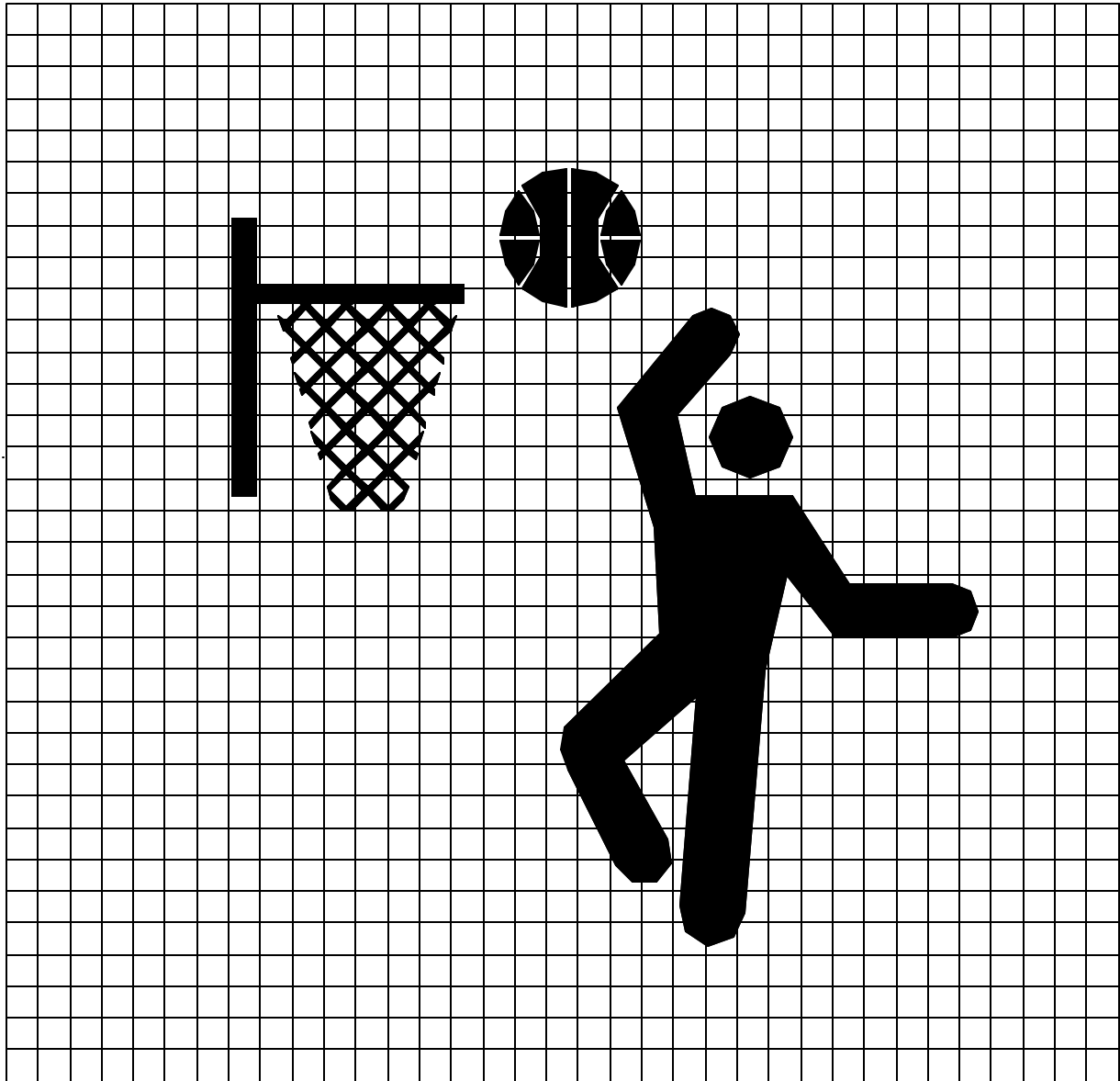
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.0	18.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.5	24.0	3.8



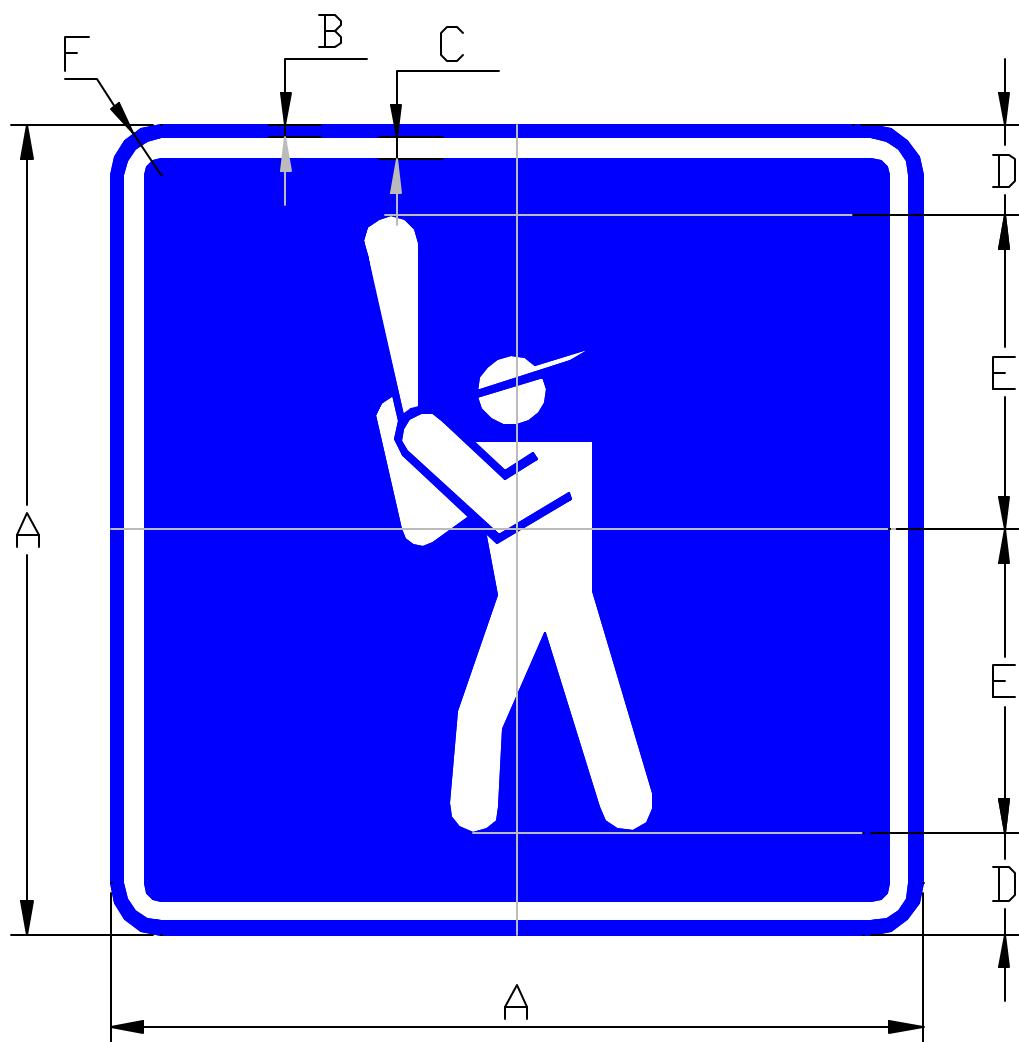


IS-5-4

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	3.8	19.2	2.9
EST.	61	1.6	1.0	5.0	25.5	3.8

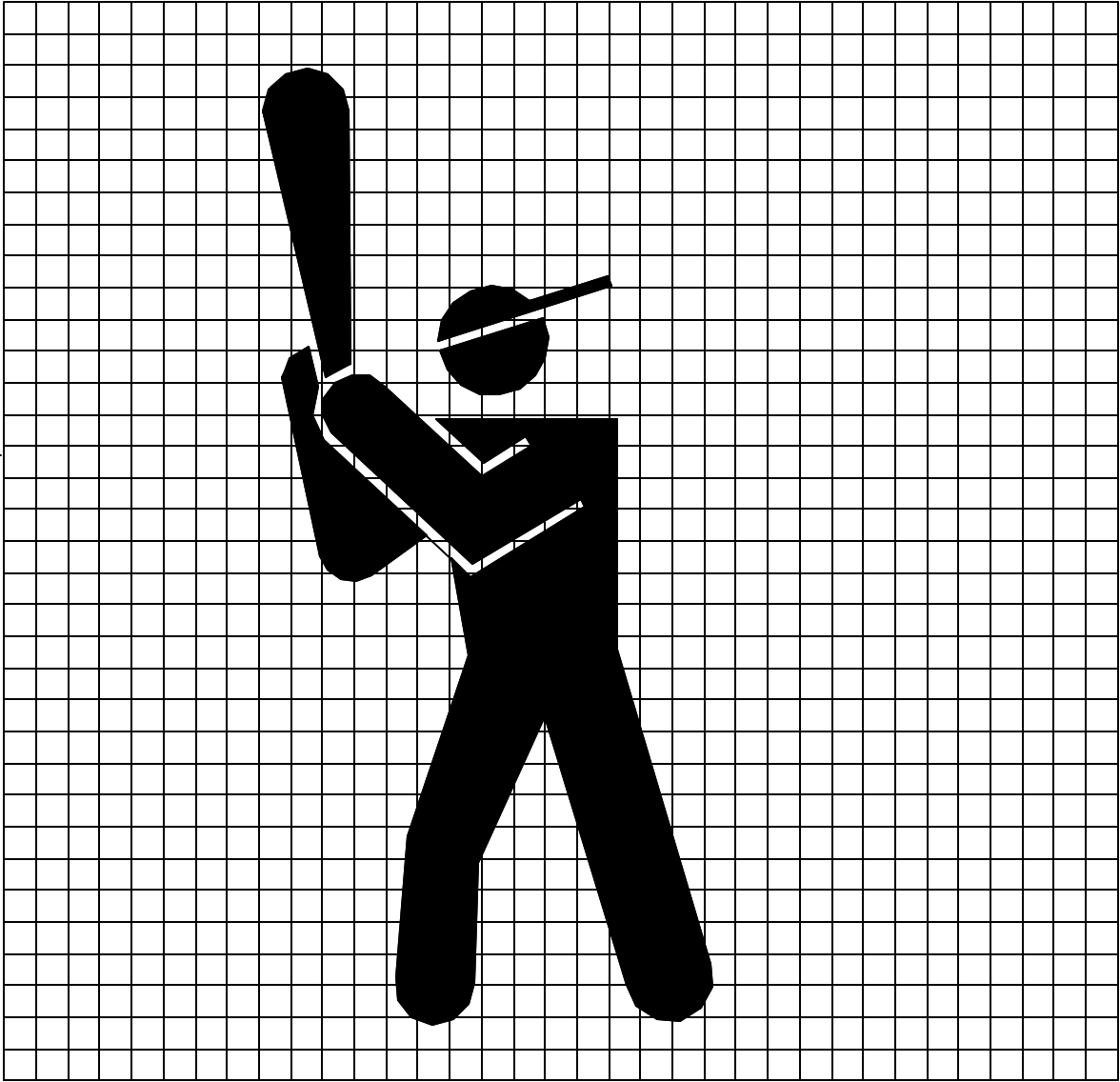


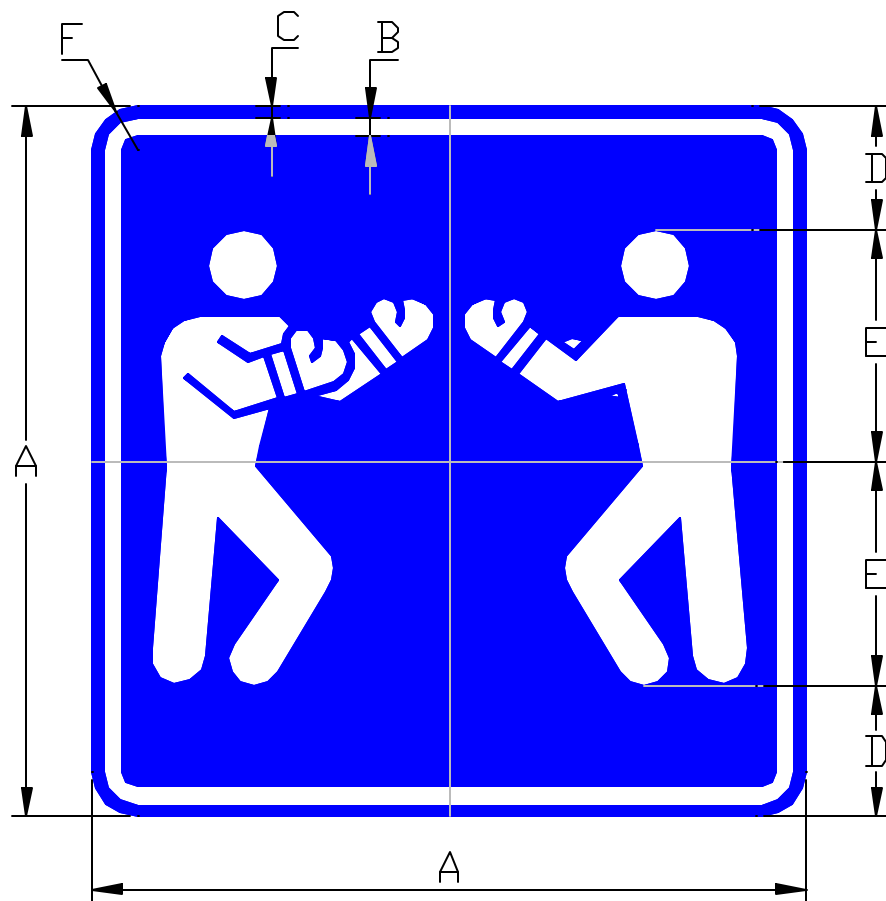




IS-5-5

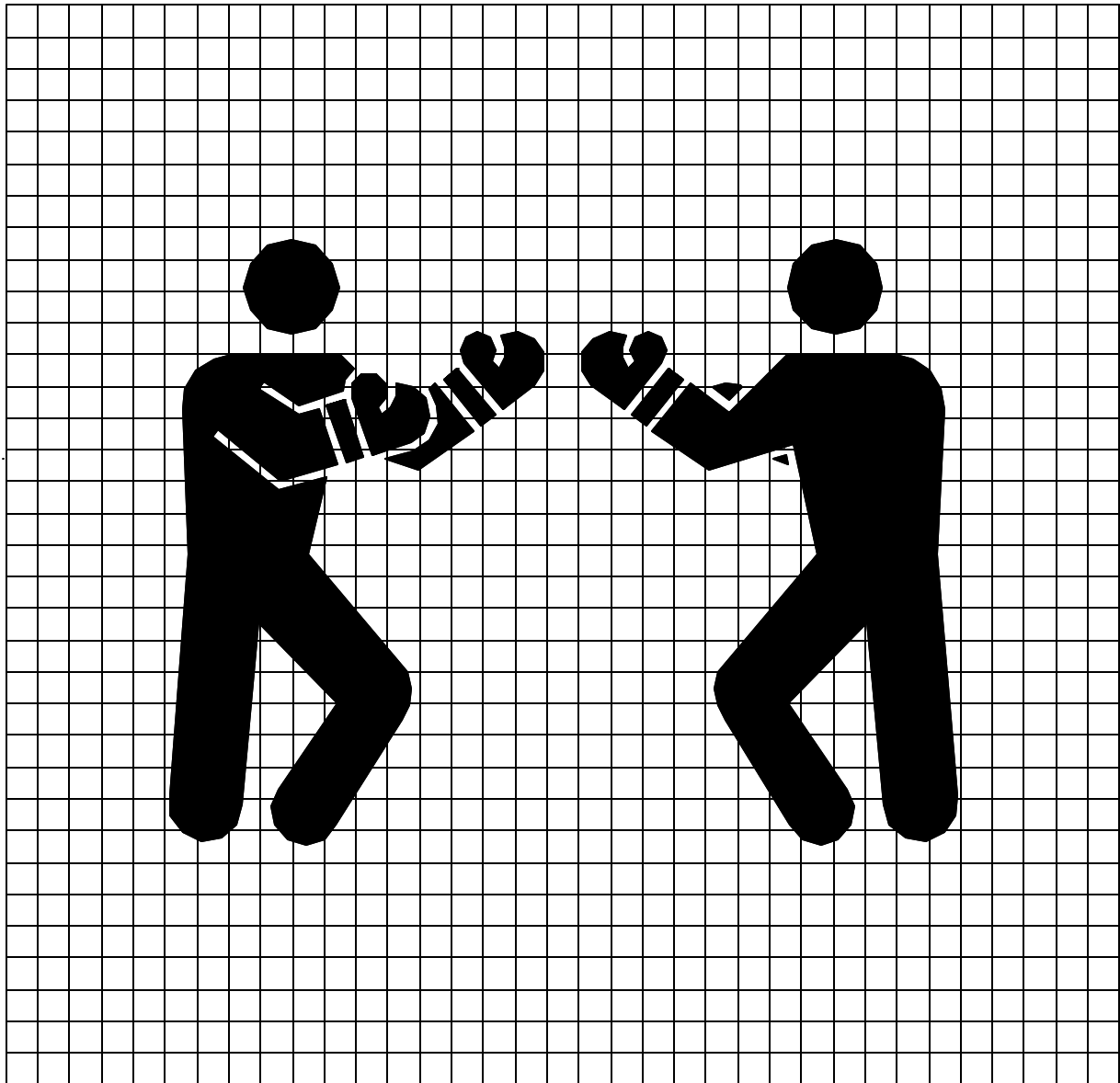
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.3	17.7	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.0	23.5	3.8

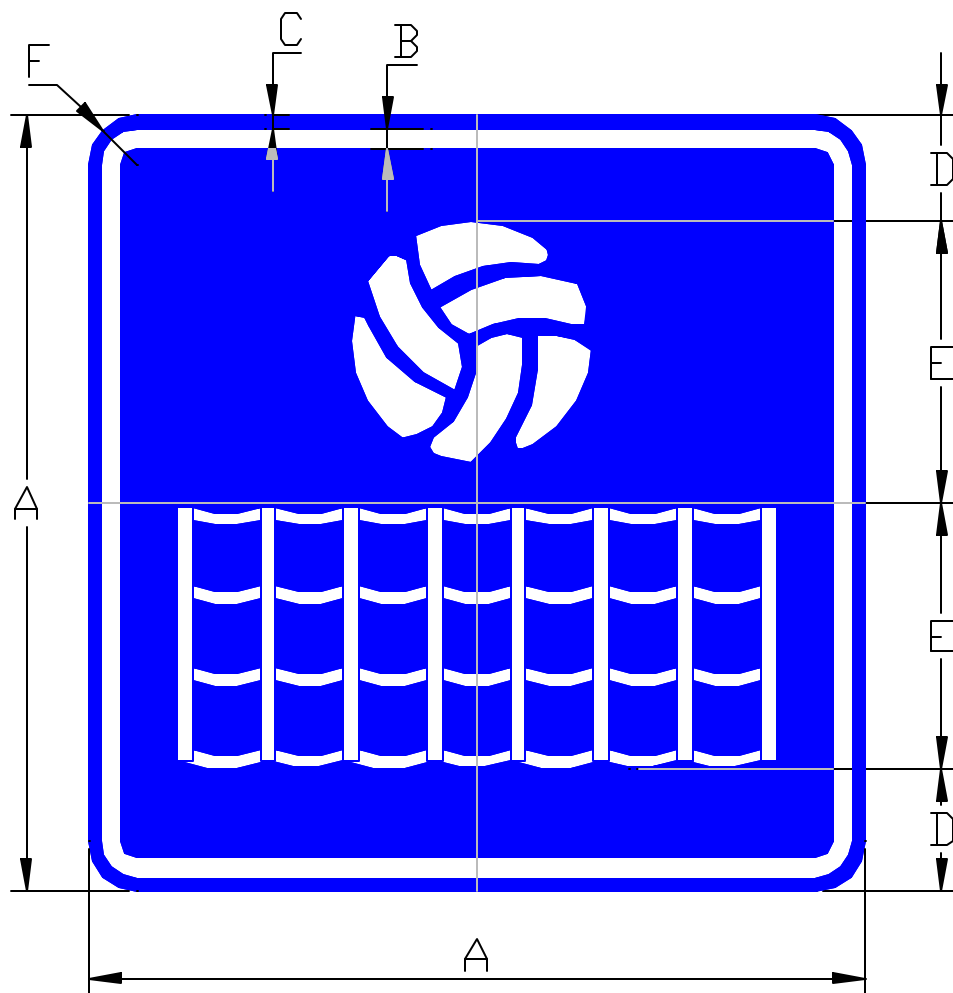




IS-5-6

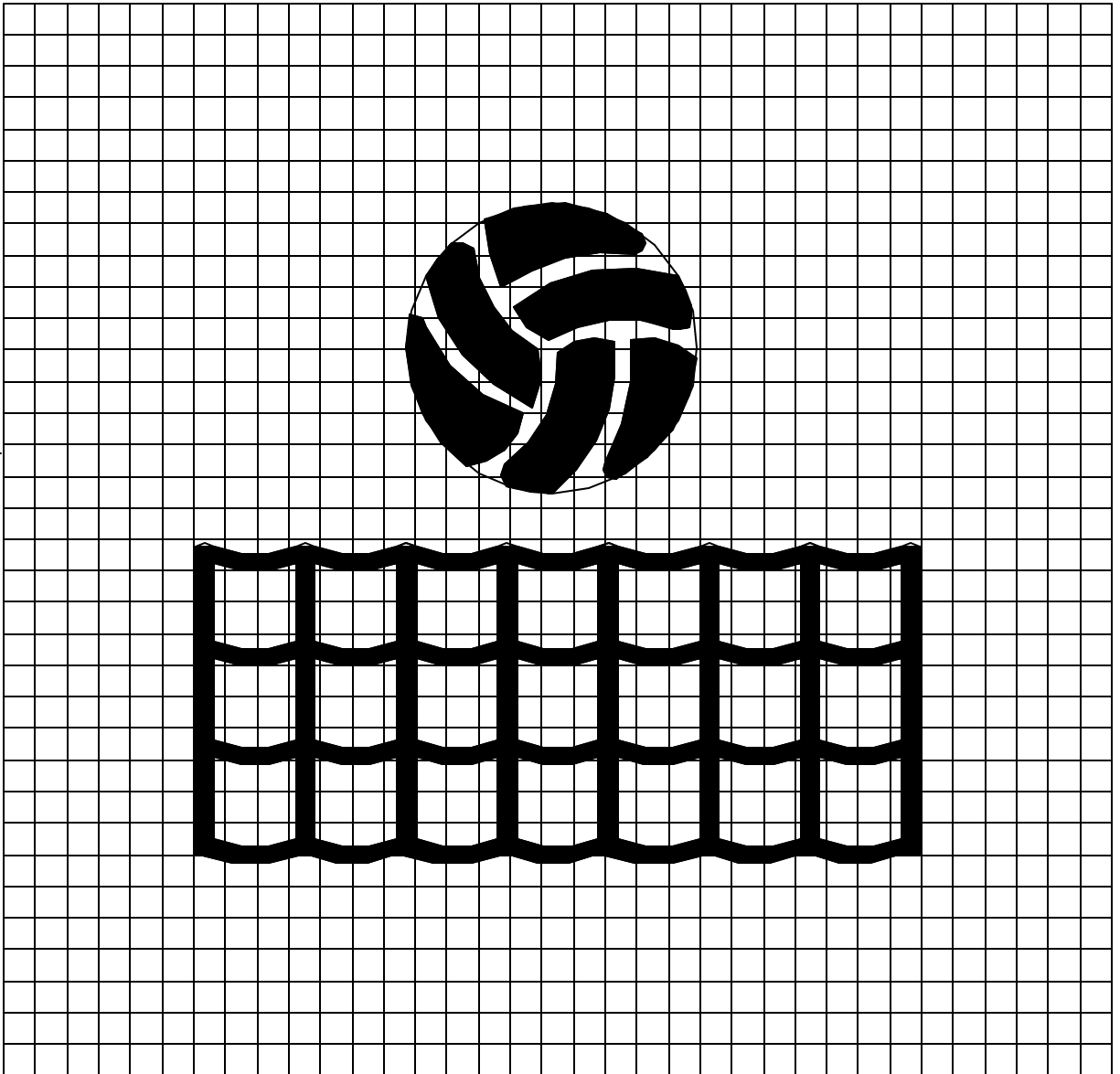
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	8.3	14.7	2.9
EST.	61	1.6	1.0	11.0	19.5	3.8

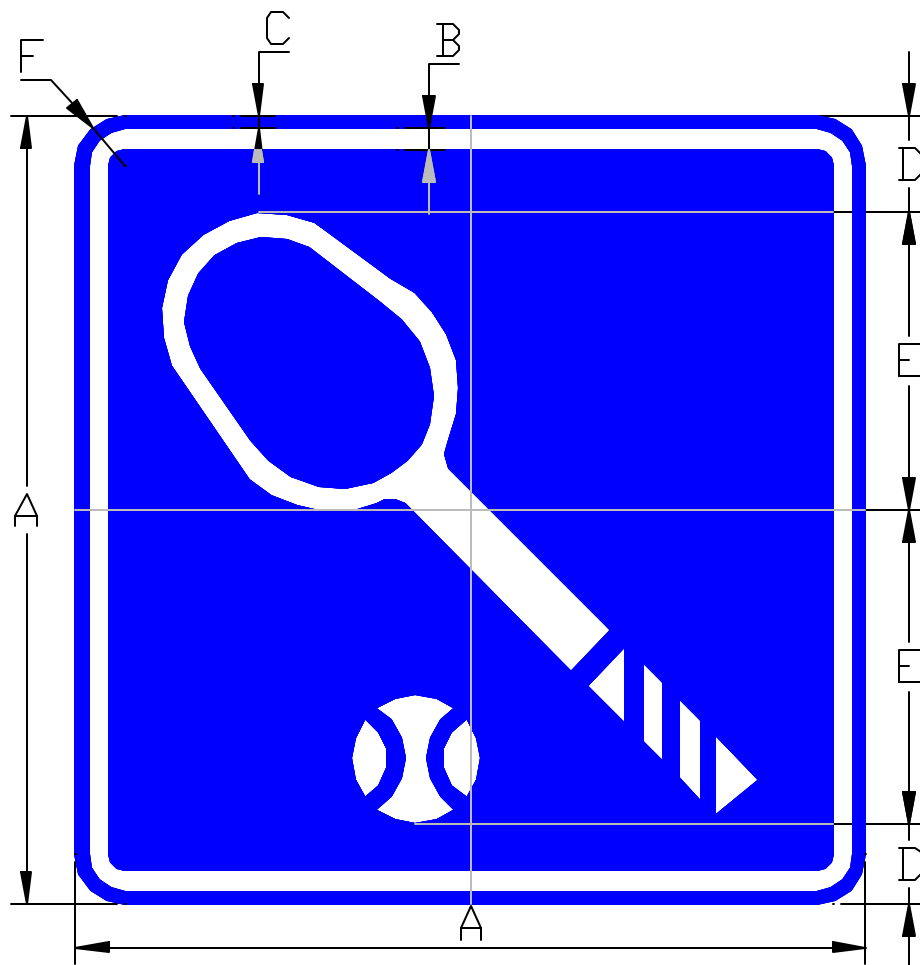




IS-5-7

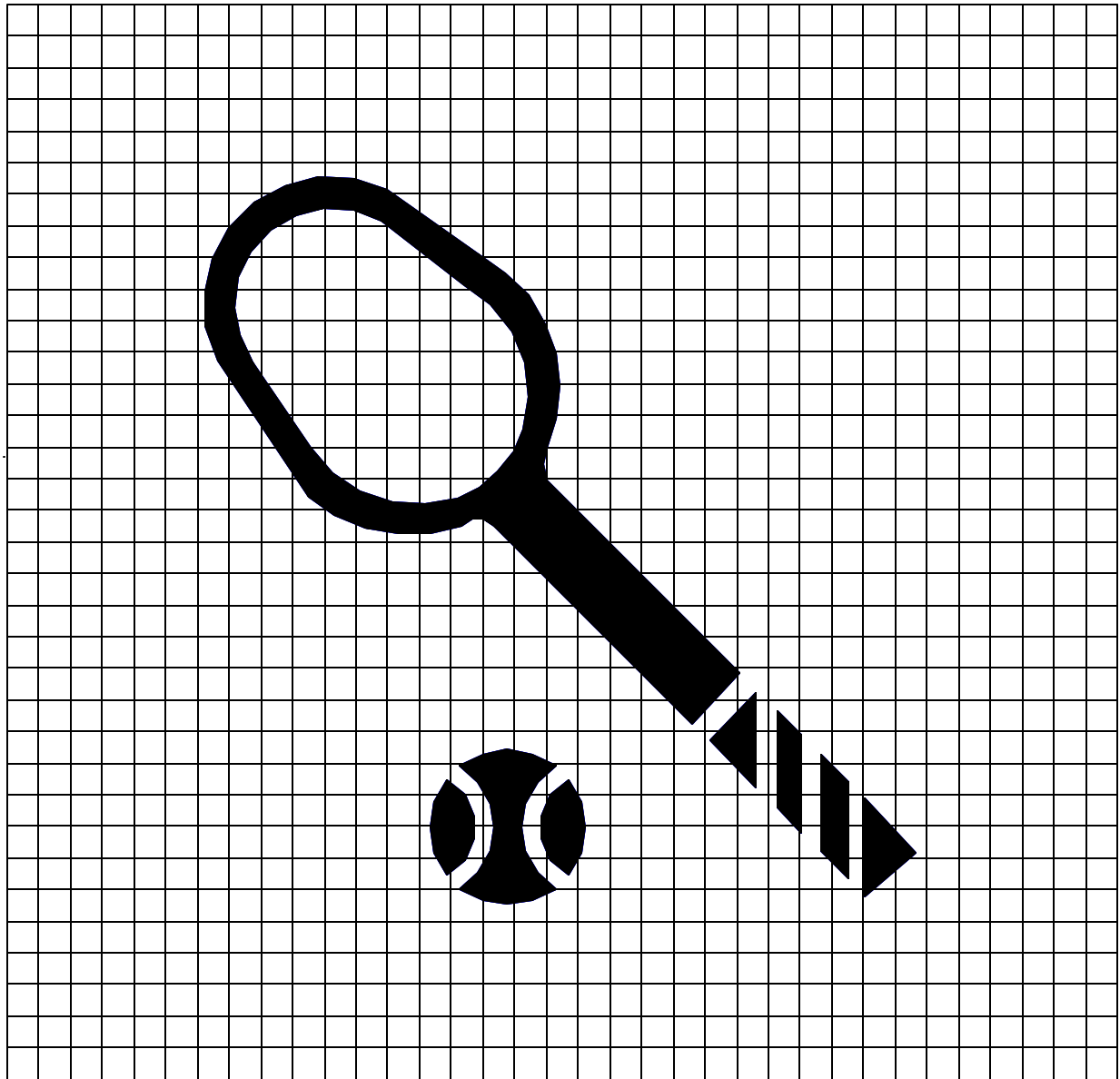
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	6.8	16.2	2.9
EST.	61	1.6	1.0	9.0	21.5	3.8



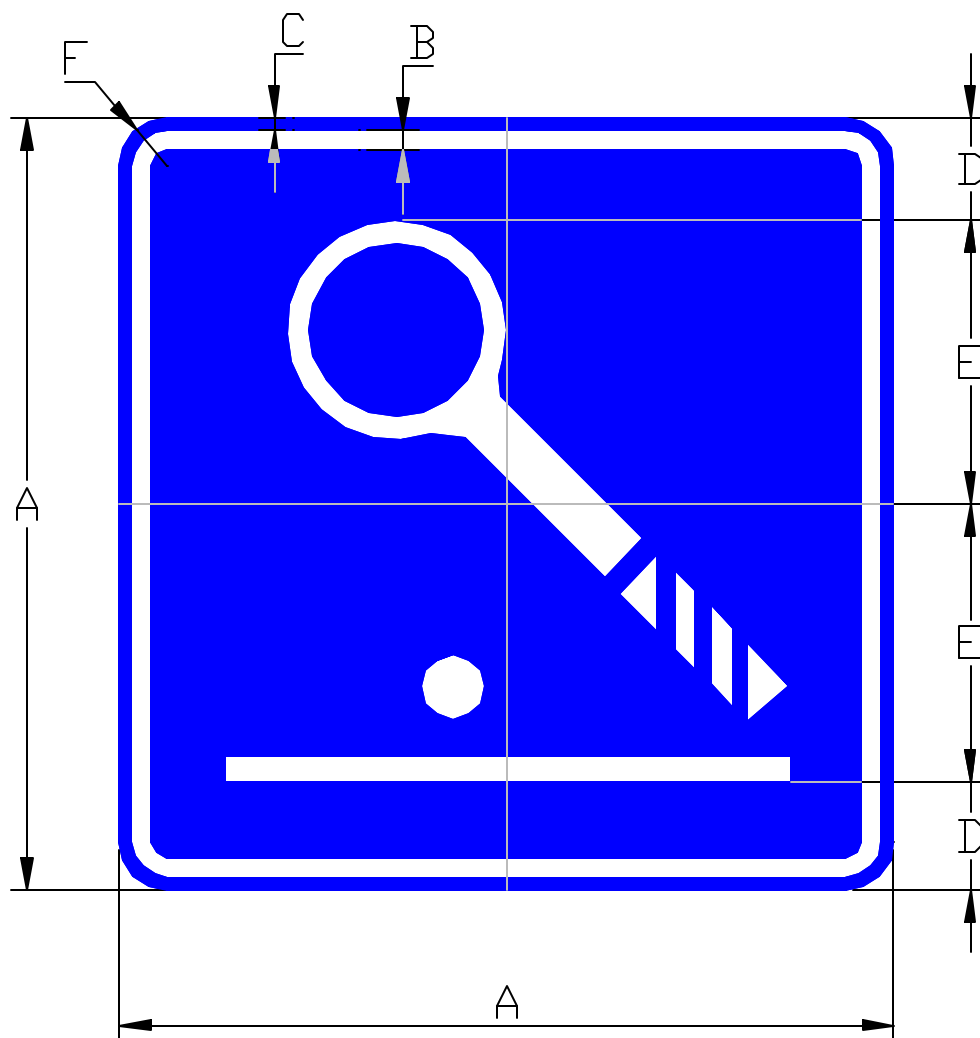


IS-5-8

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.0	18.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.5	24.0	3.8

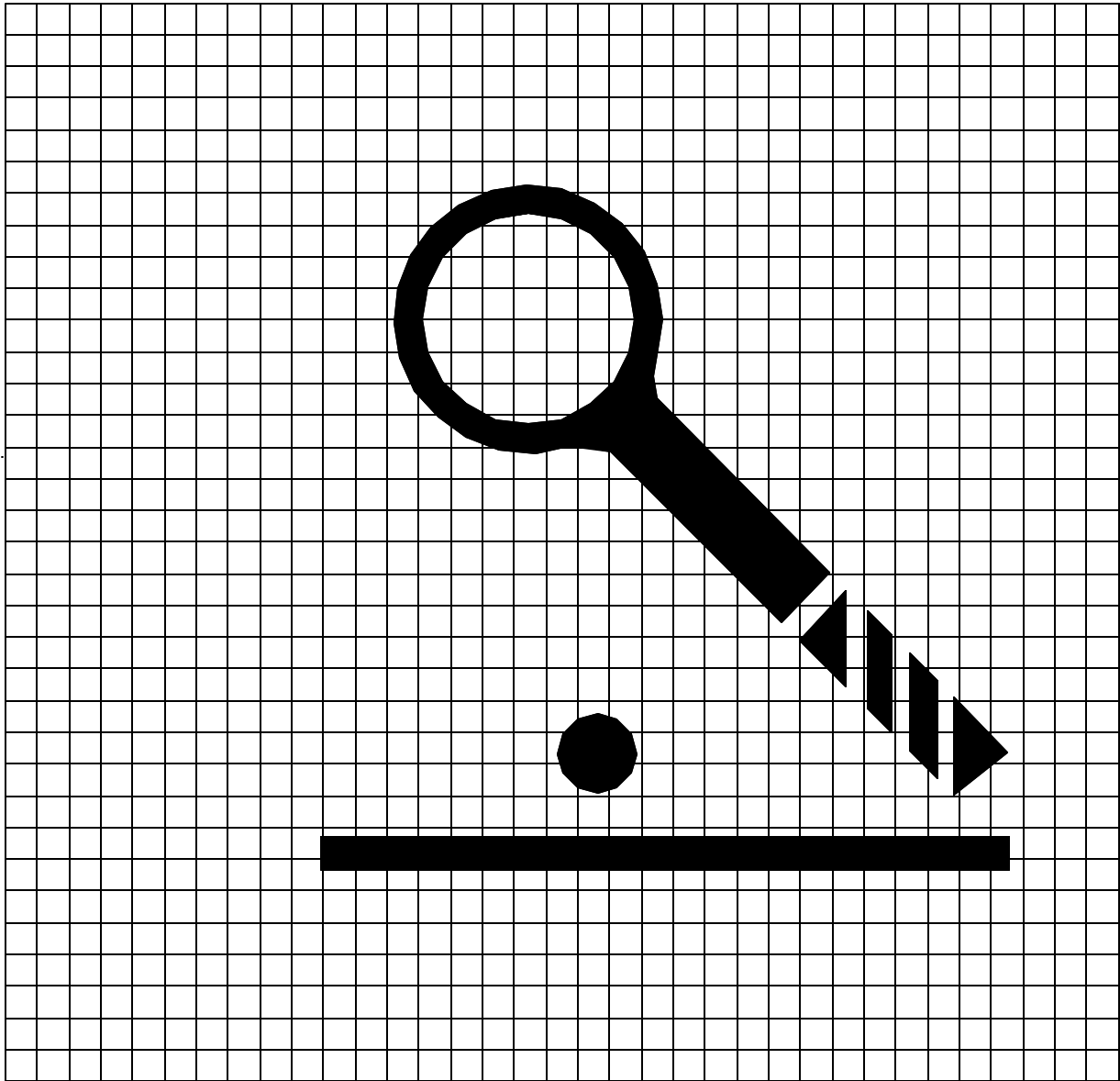


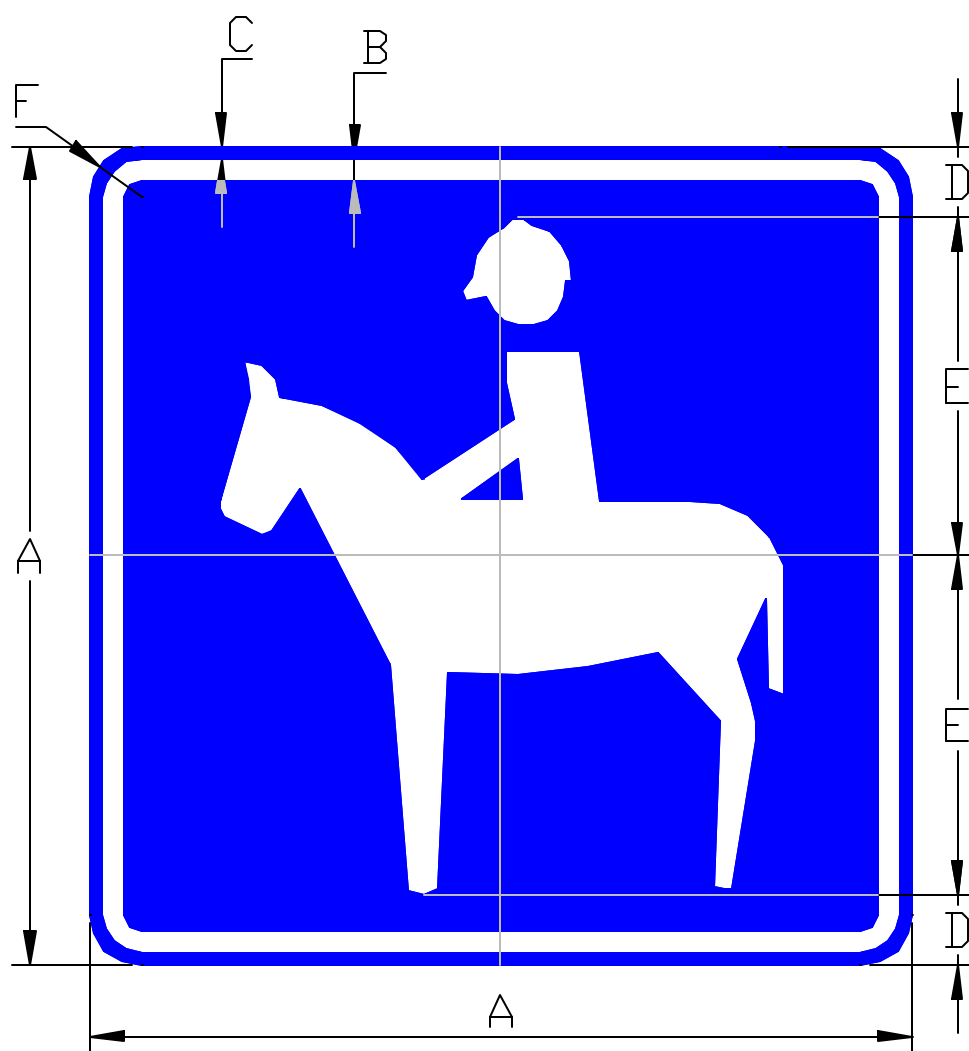




IS-5-9

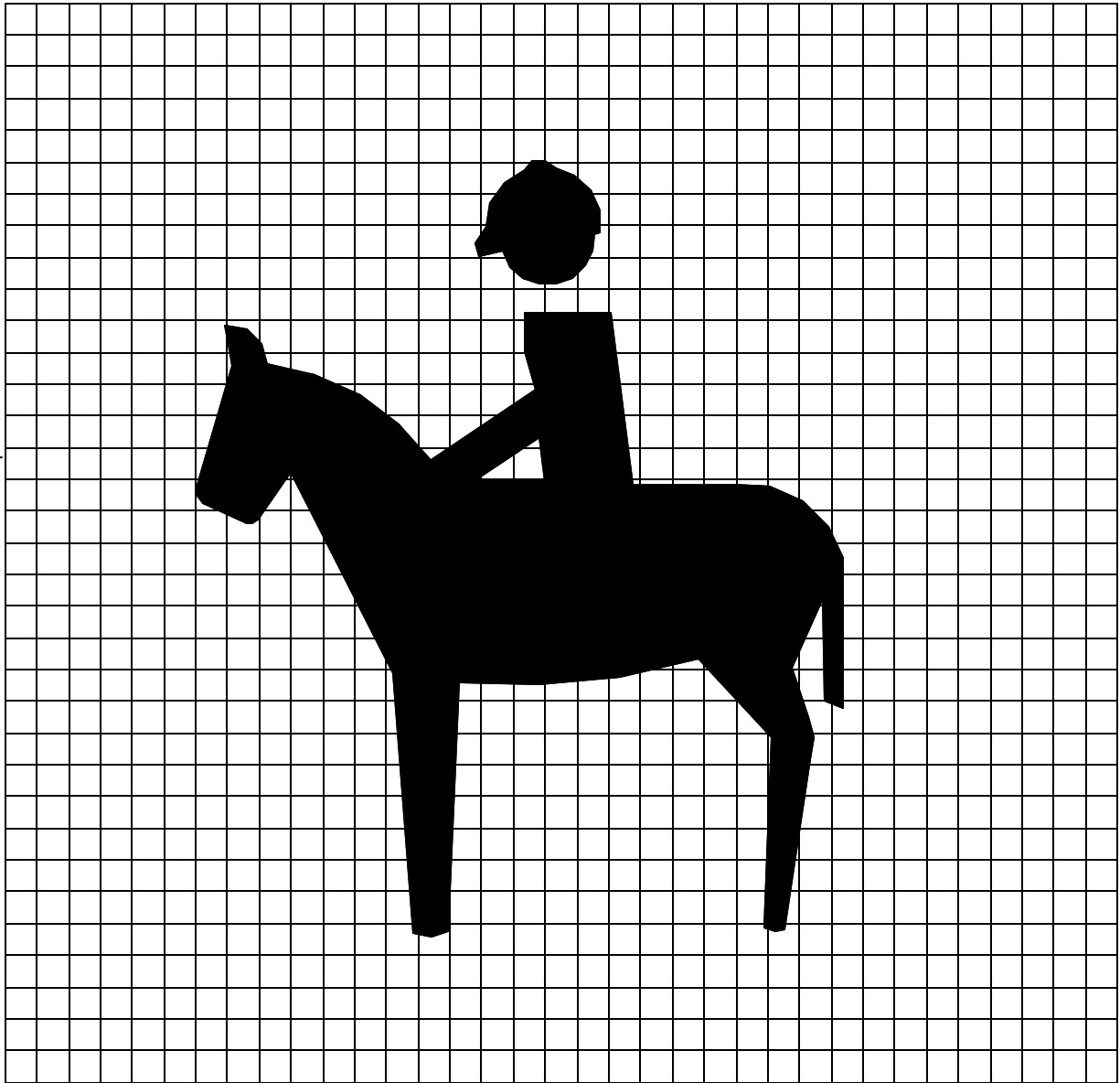
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	6.4	16.6	2.9
EST.	61	1.6	1.0	8.5	22.0	3.8

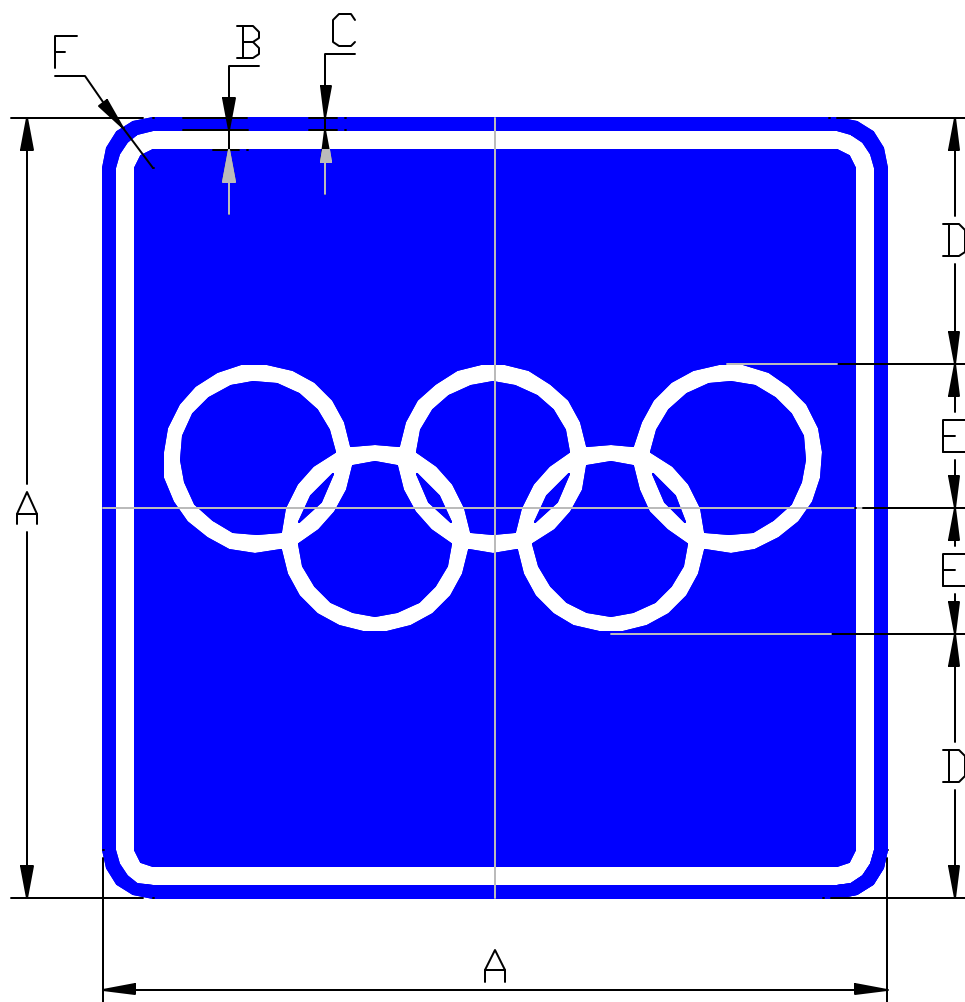




IS-5-10

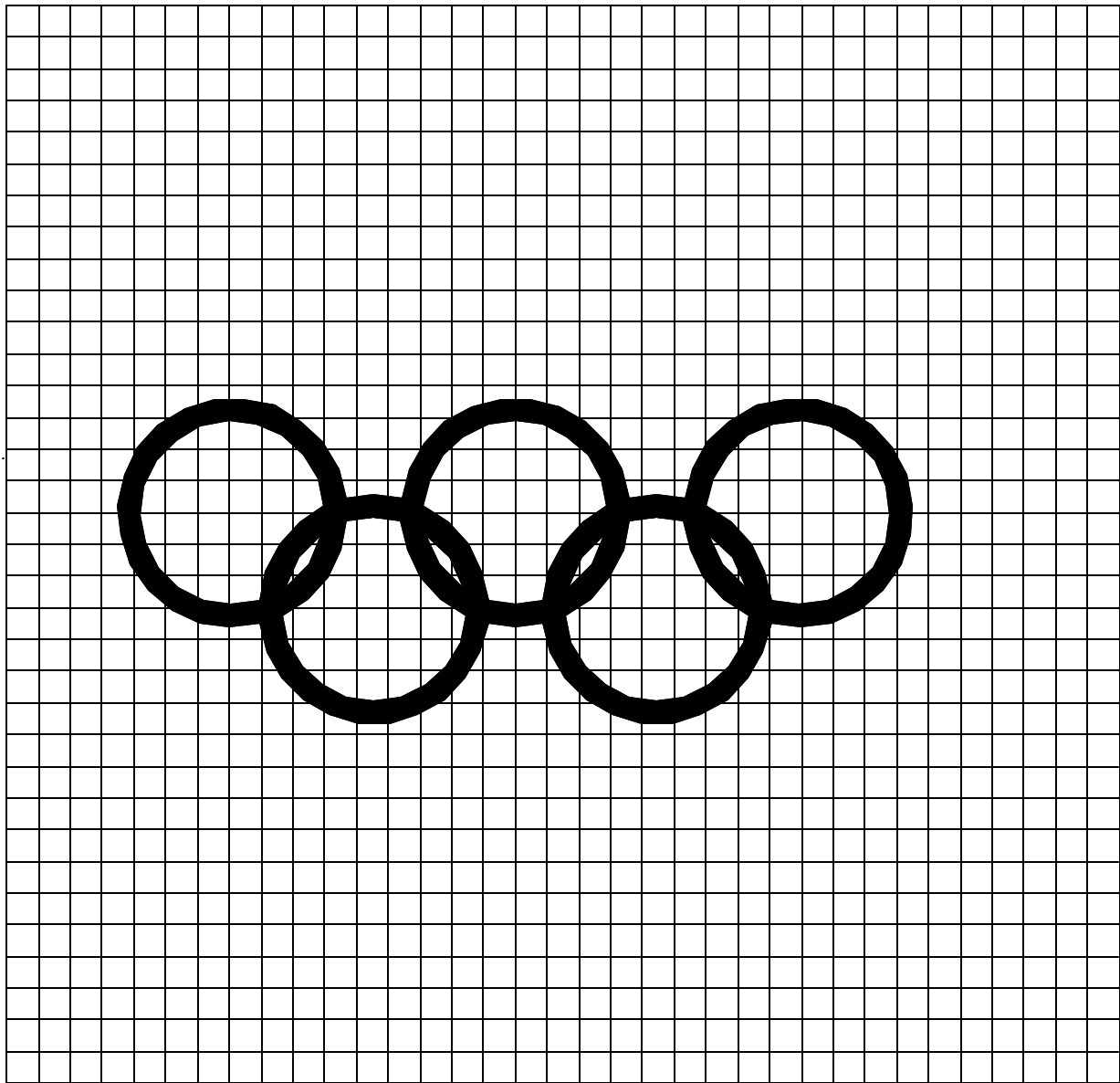
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	3.8	19.2	2.9
EST.	61	1.6	1.0	5.0	25.5	3.8

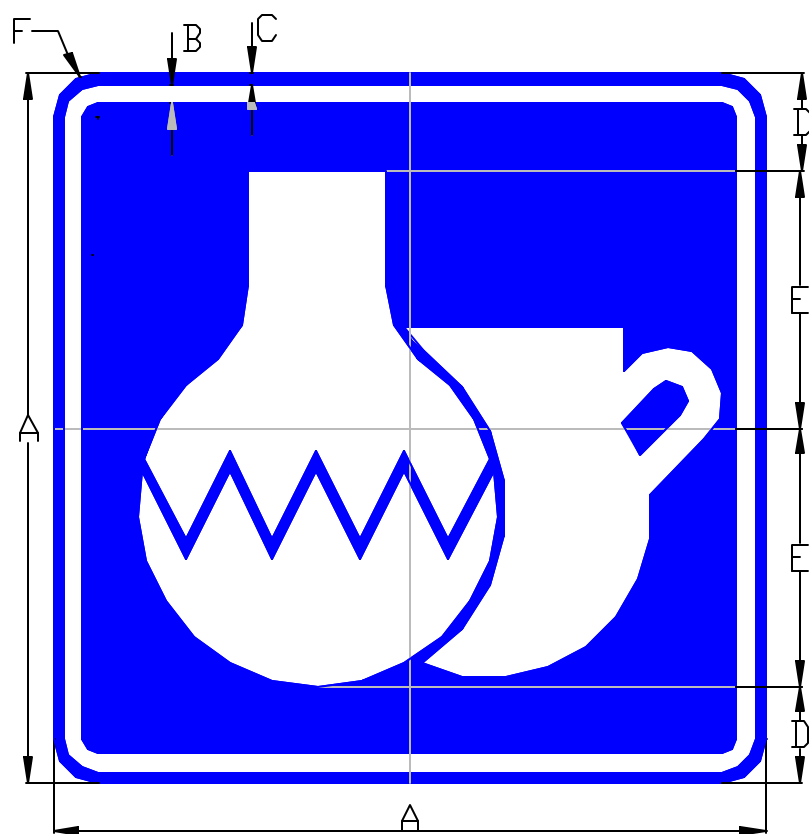




IS-5-11

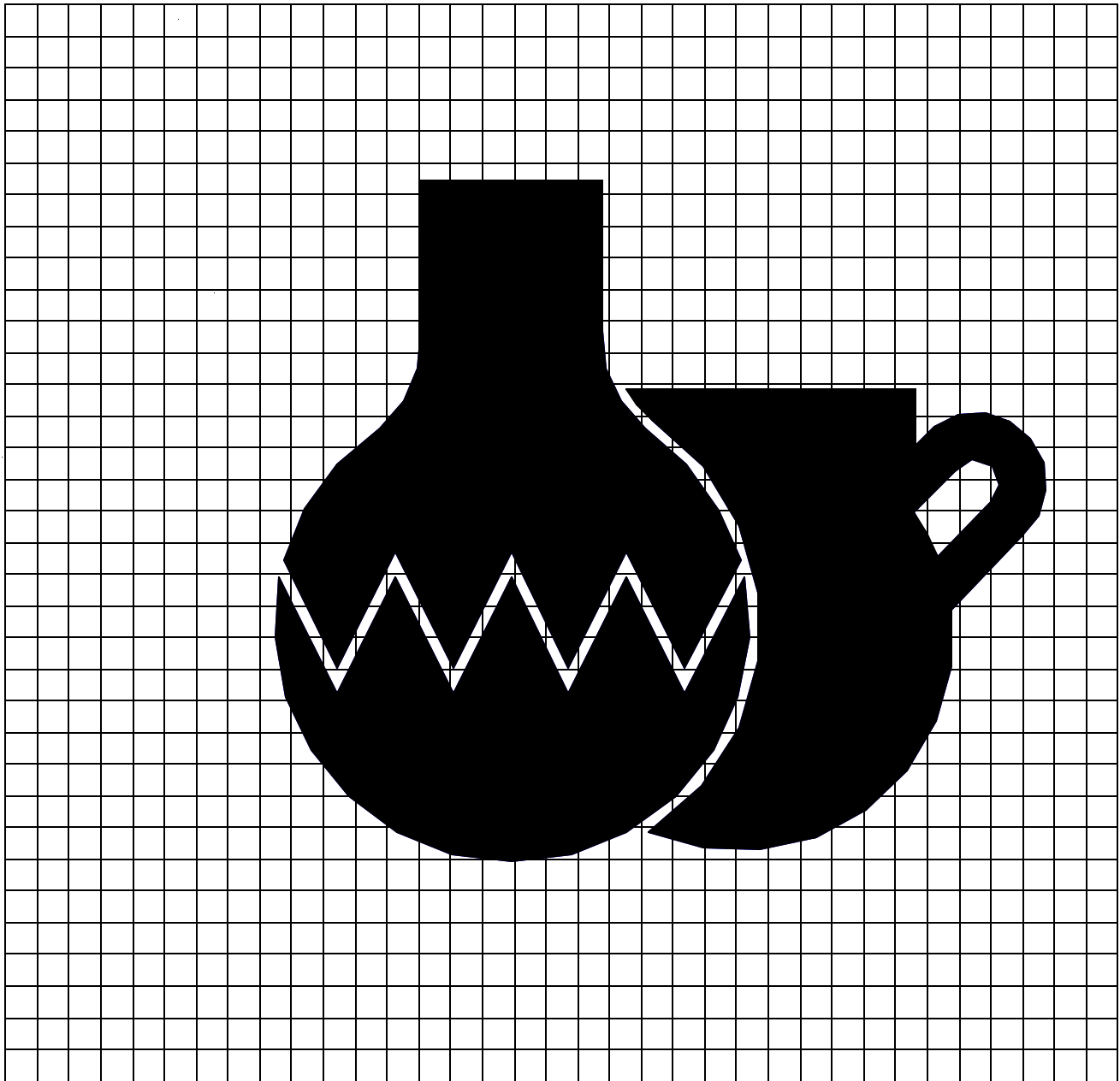
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	15.0	8.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	20.0	10.5	3.8



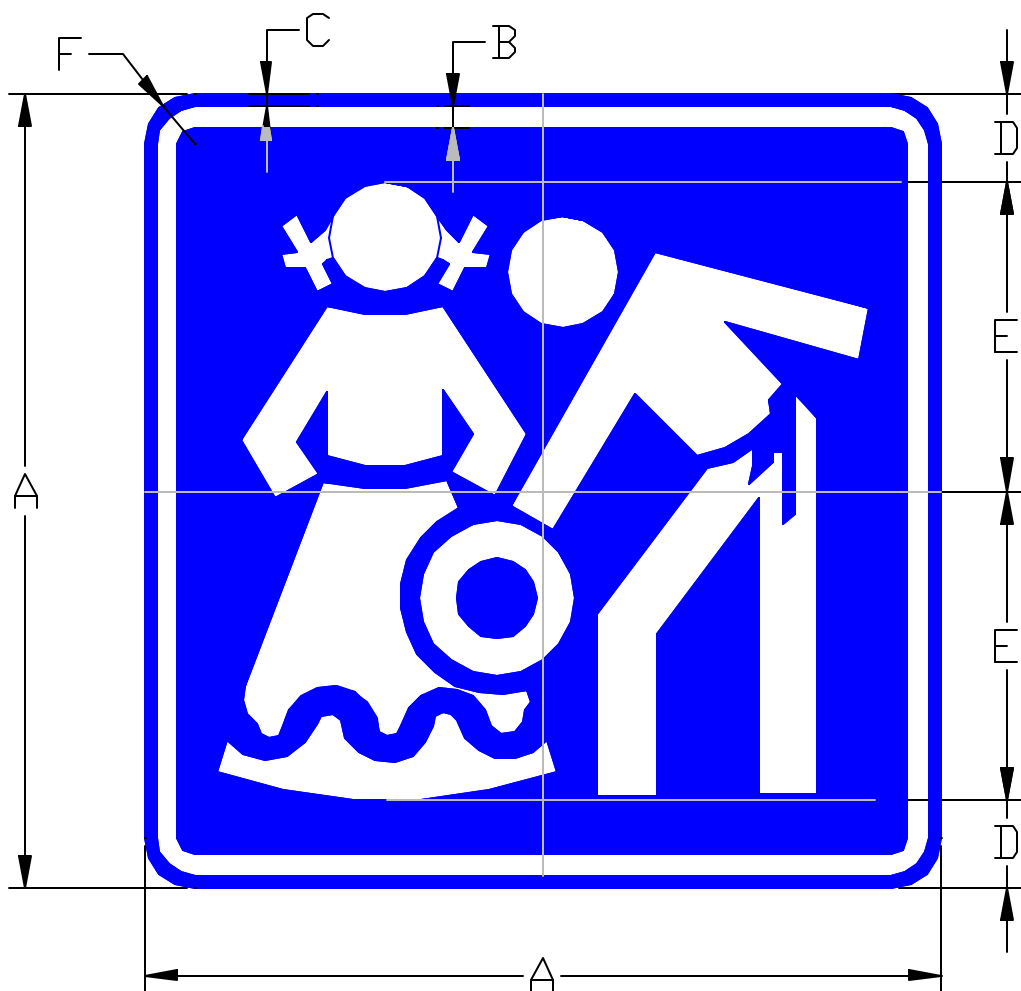


IS6-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	6.3	16.7	2.9
EST.	61	1.6	1.0	8.3	22.2	3.8

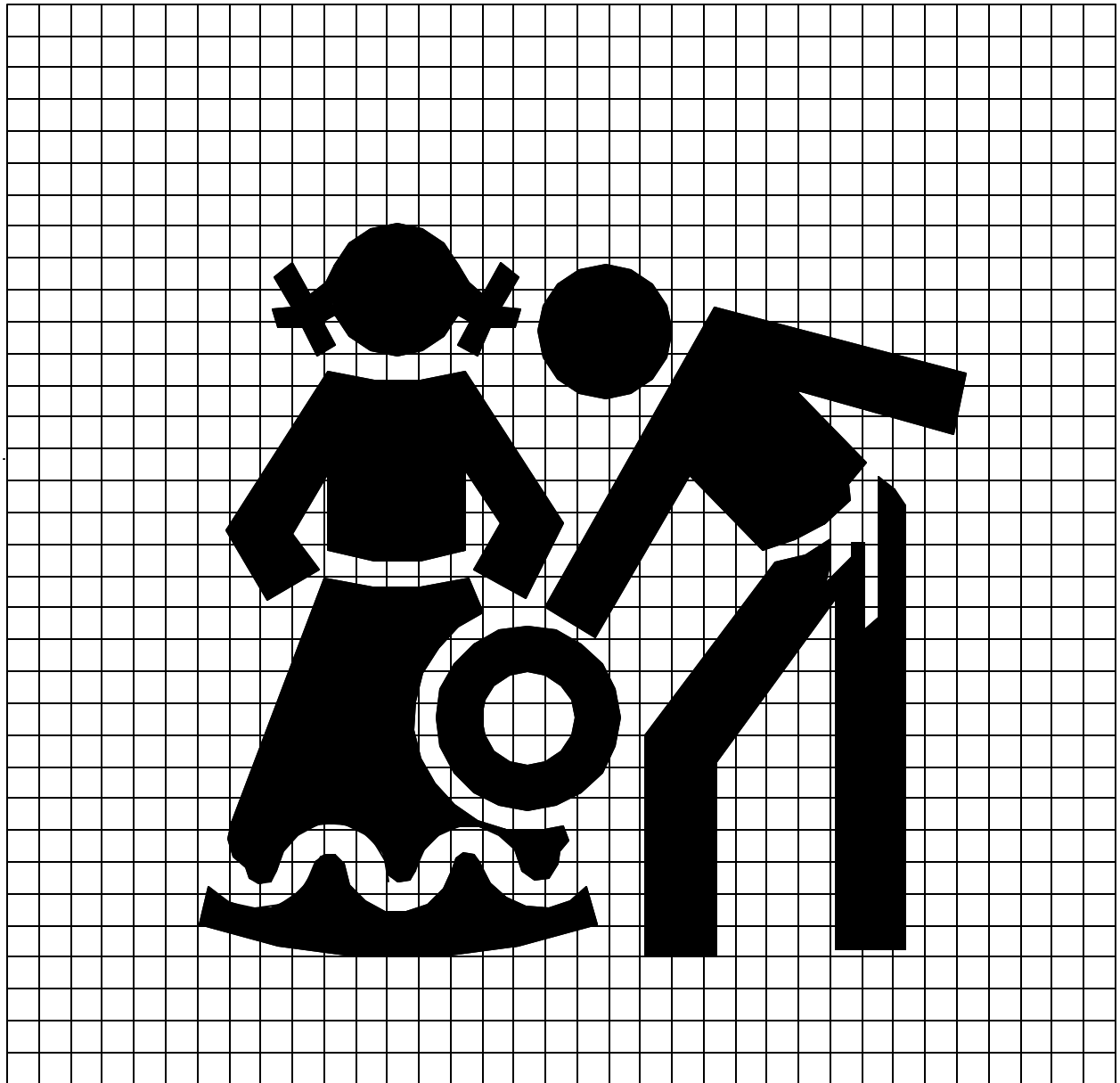


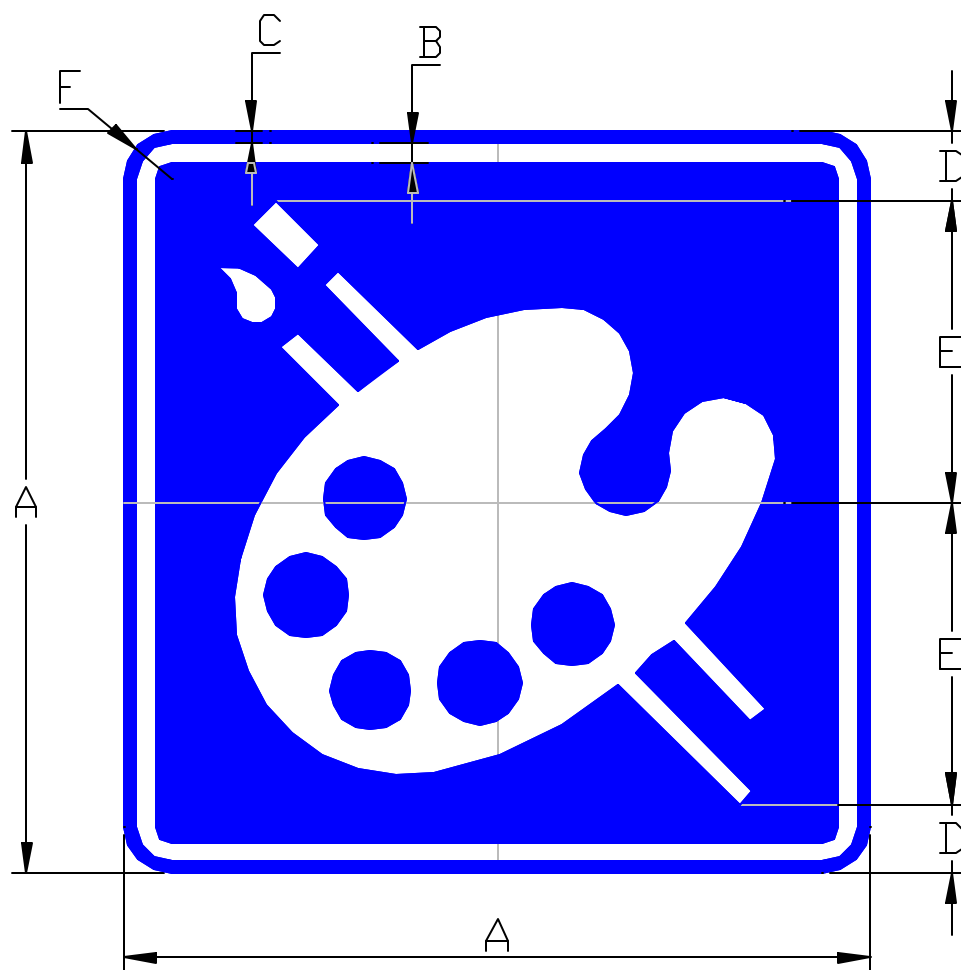




IS-6-2

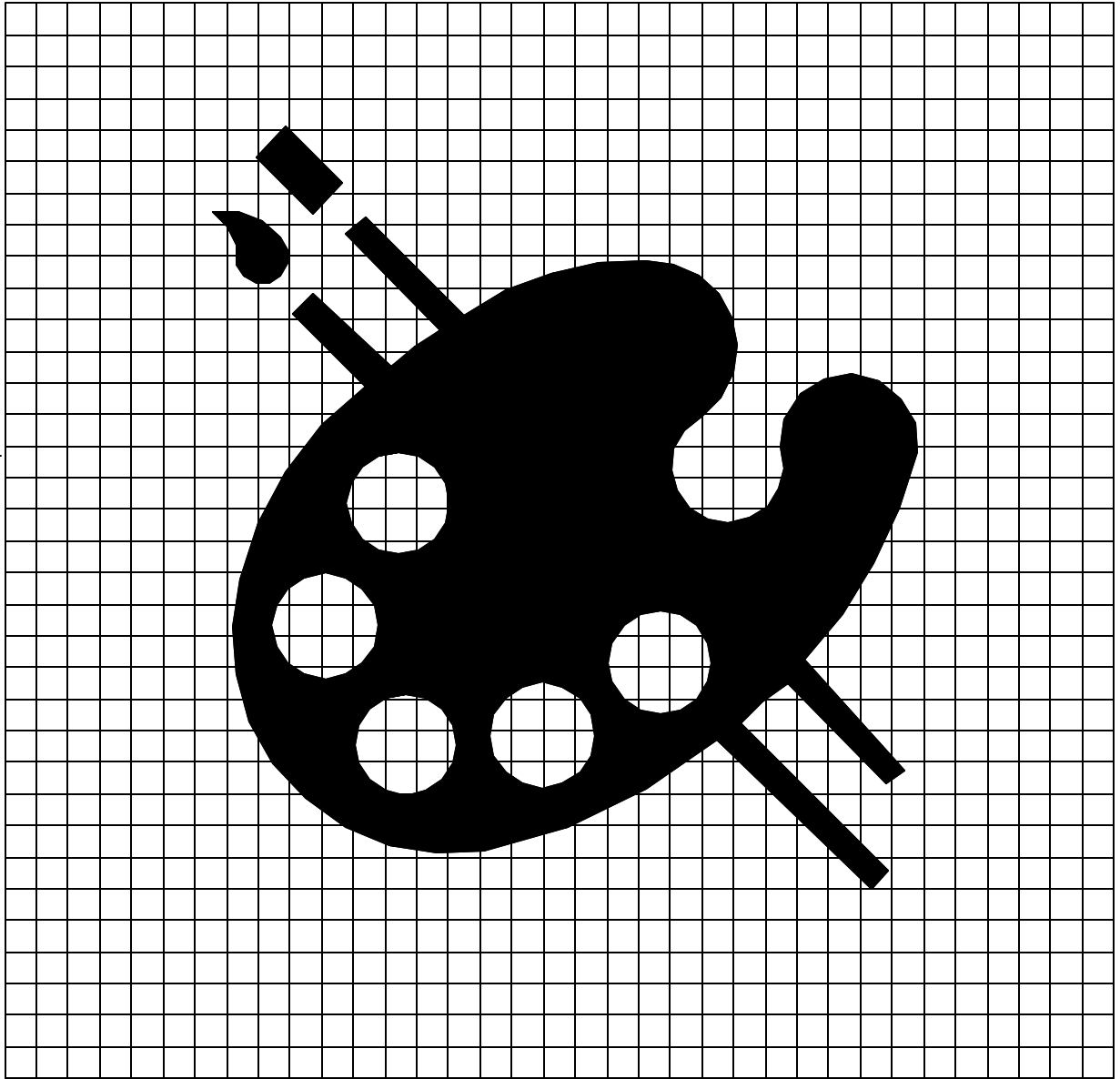
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.9	18.1	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.5	24.0	3.8

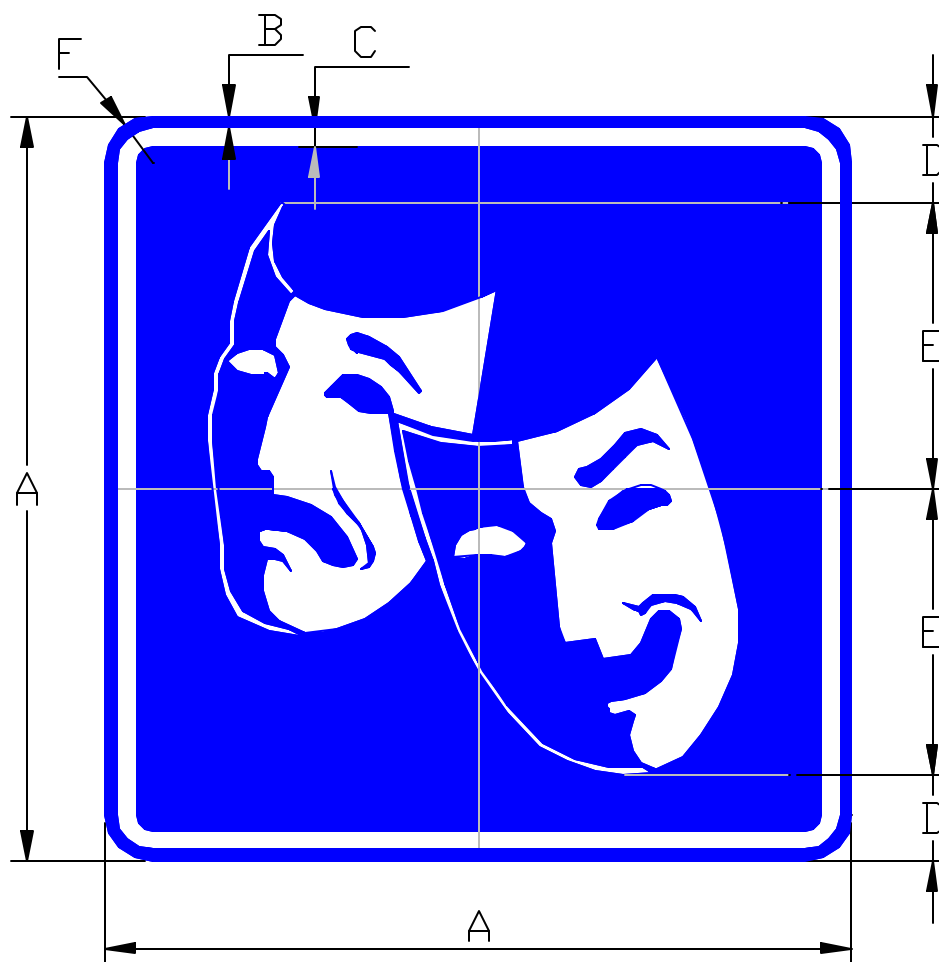




IS-6-3

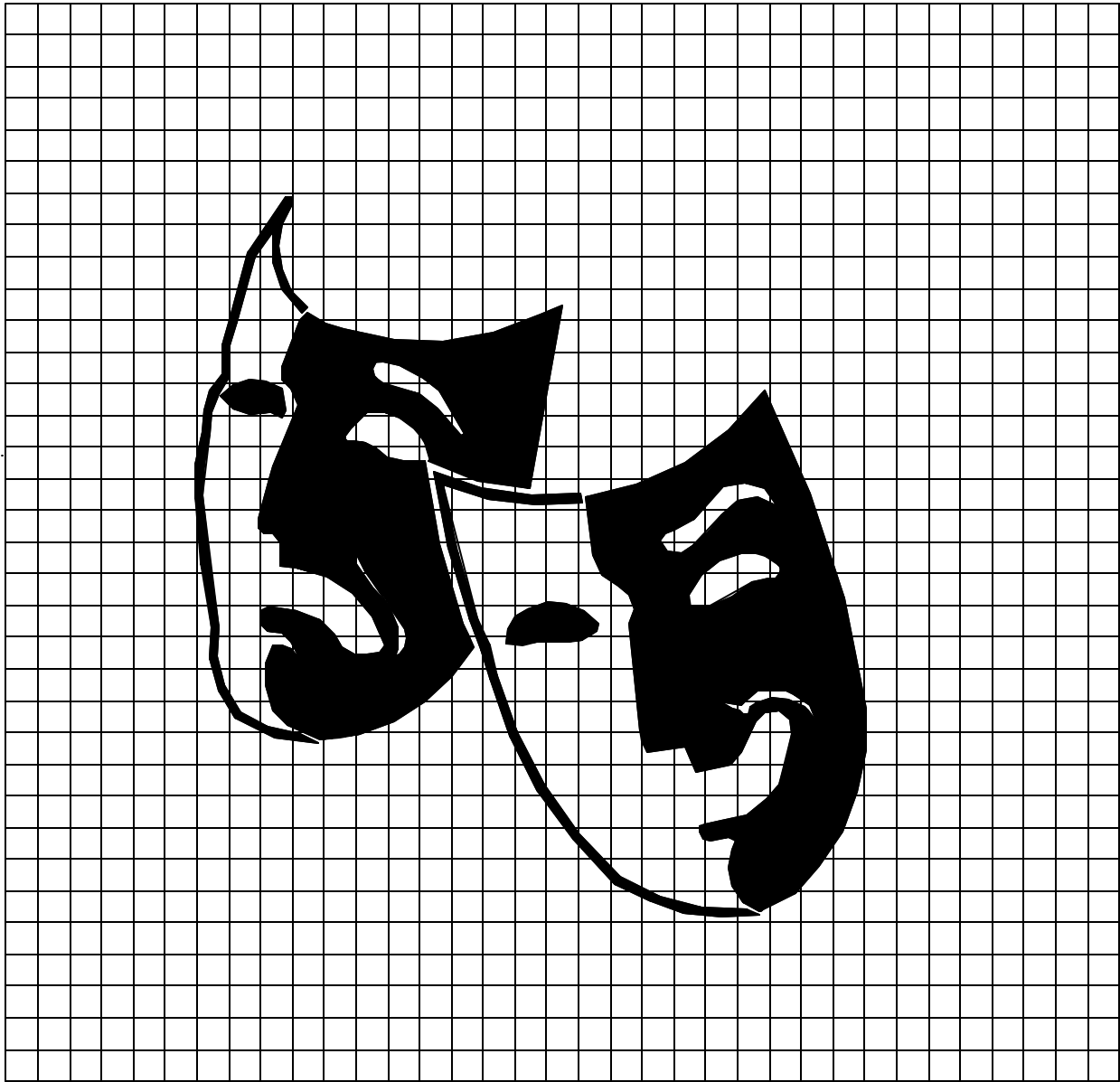
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	4.1	18.9	2.9
EST.	61	1.6	1.0	5.5	25.0	3.8

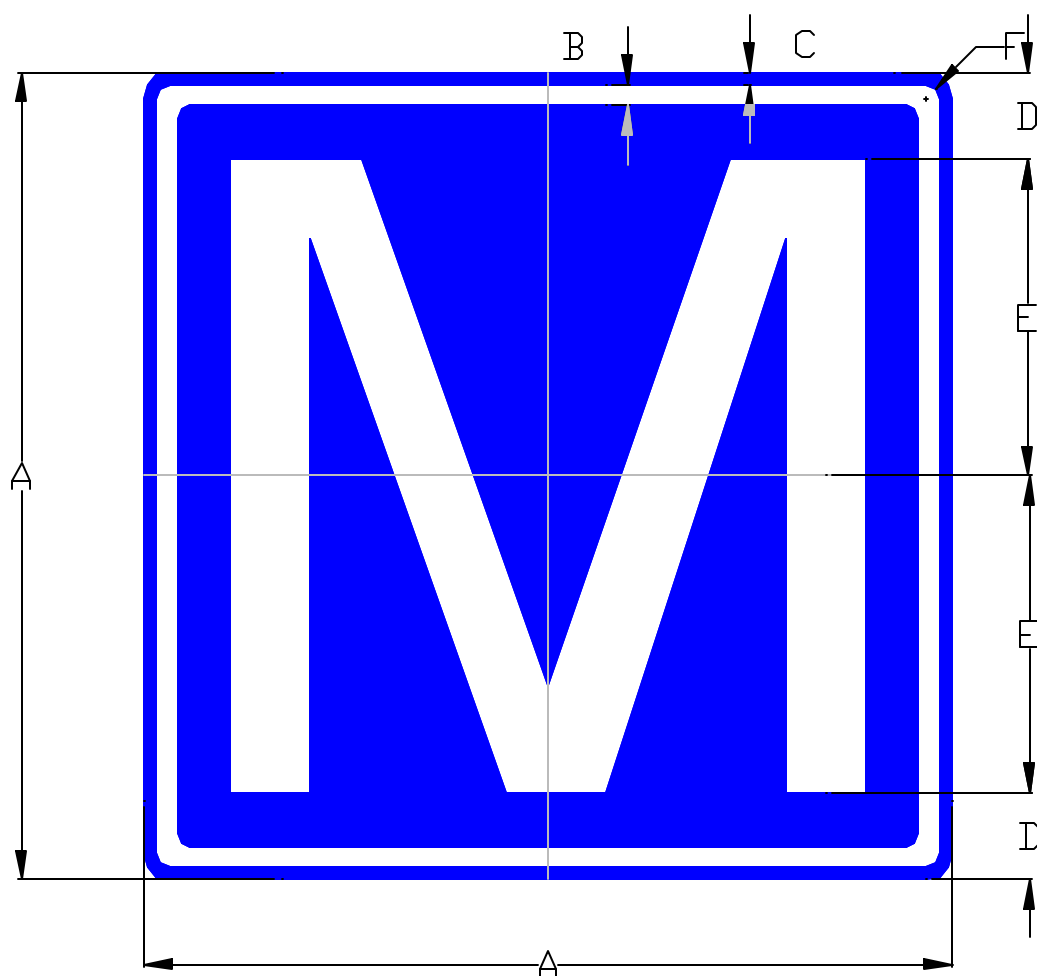




IS-6-4

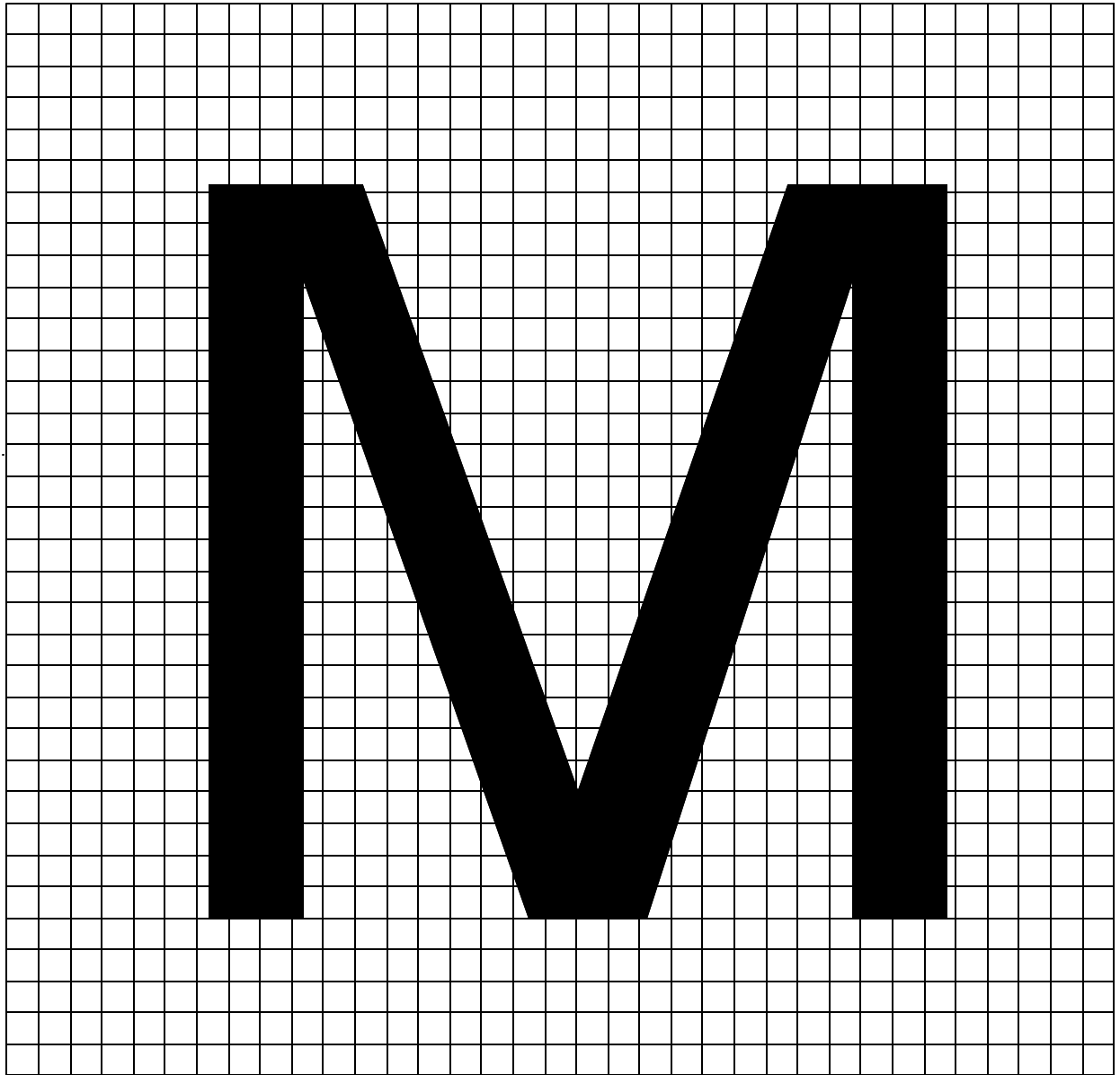
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.3	17.7	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.0	23.5	3.8



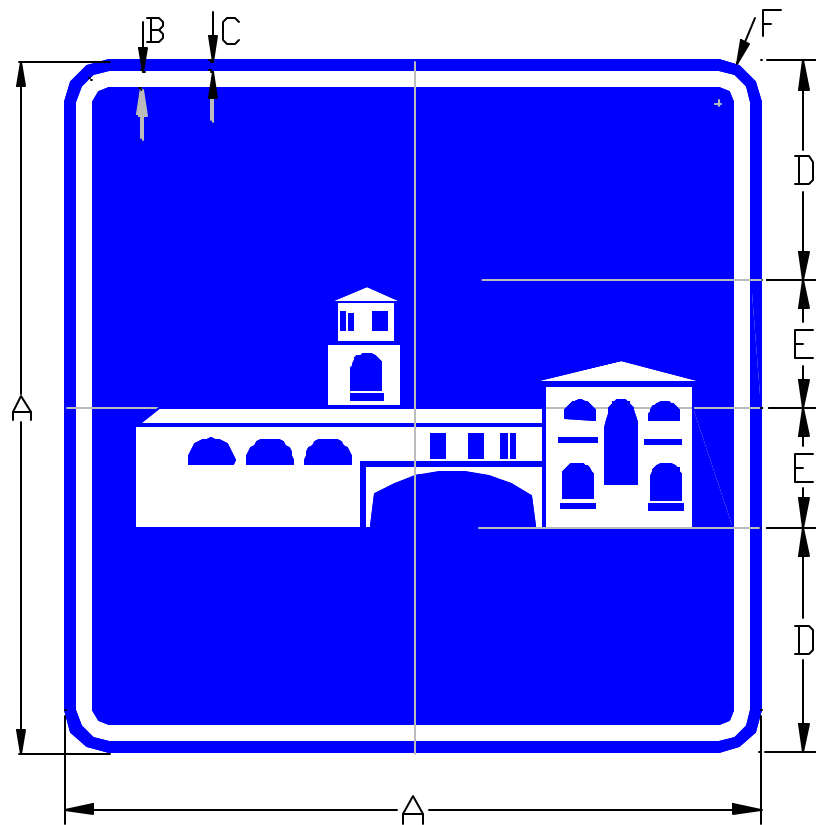


IS-6-5

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.0	18.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	6.5	24.0	3.8

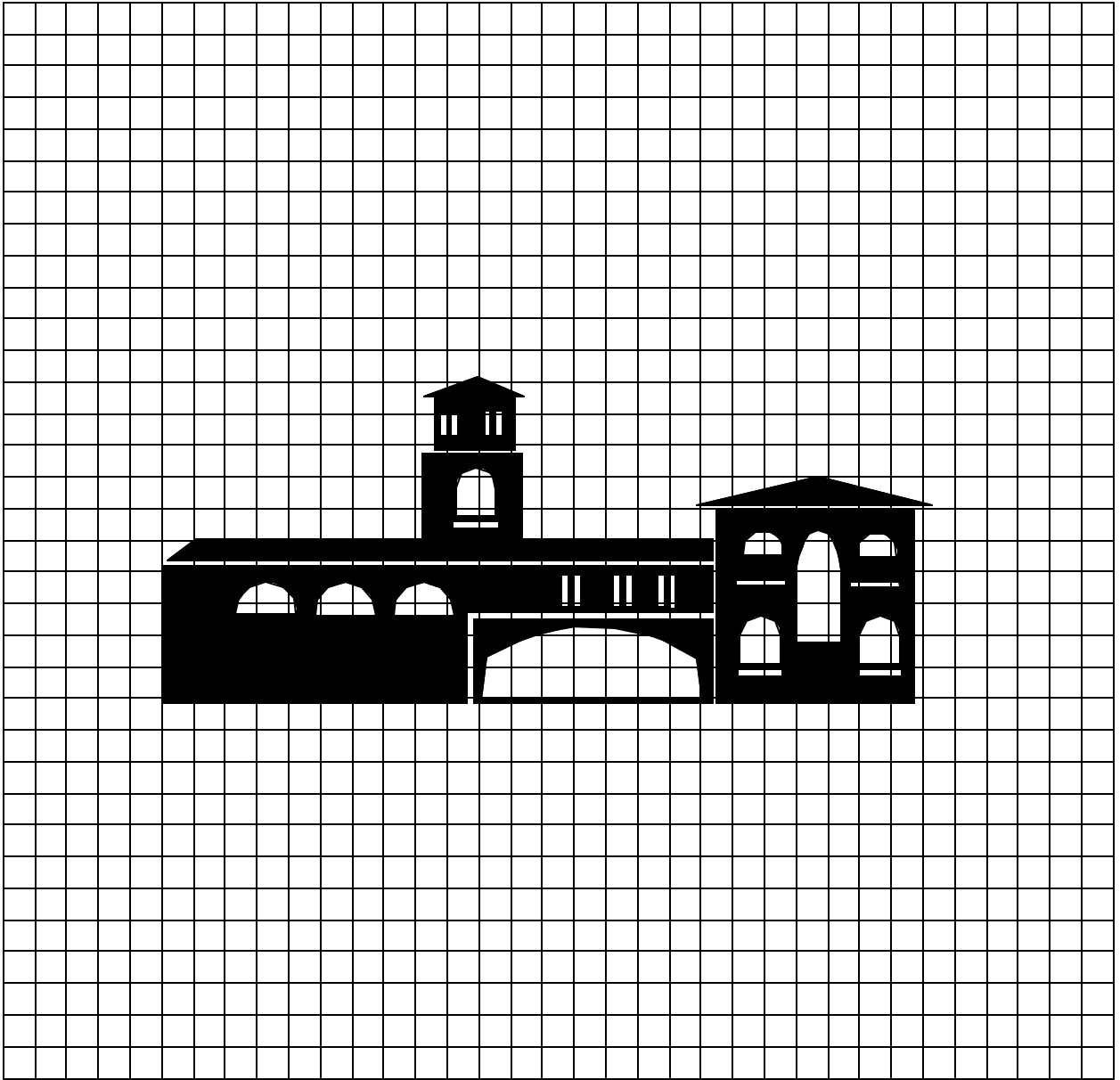


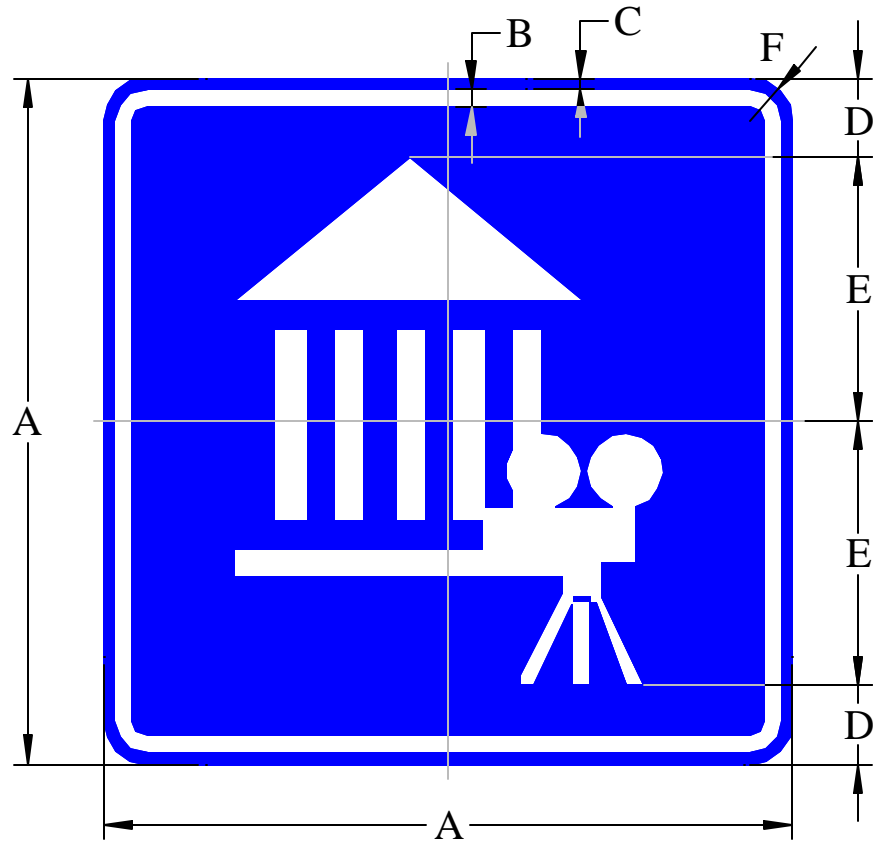




IS-6-7a

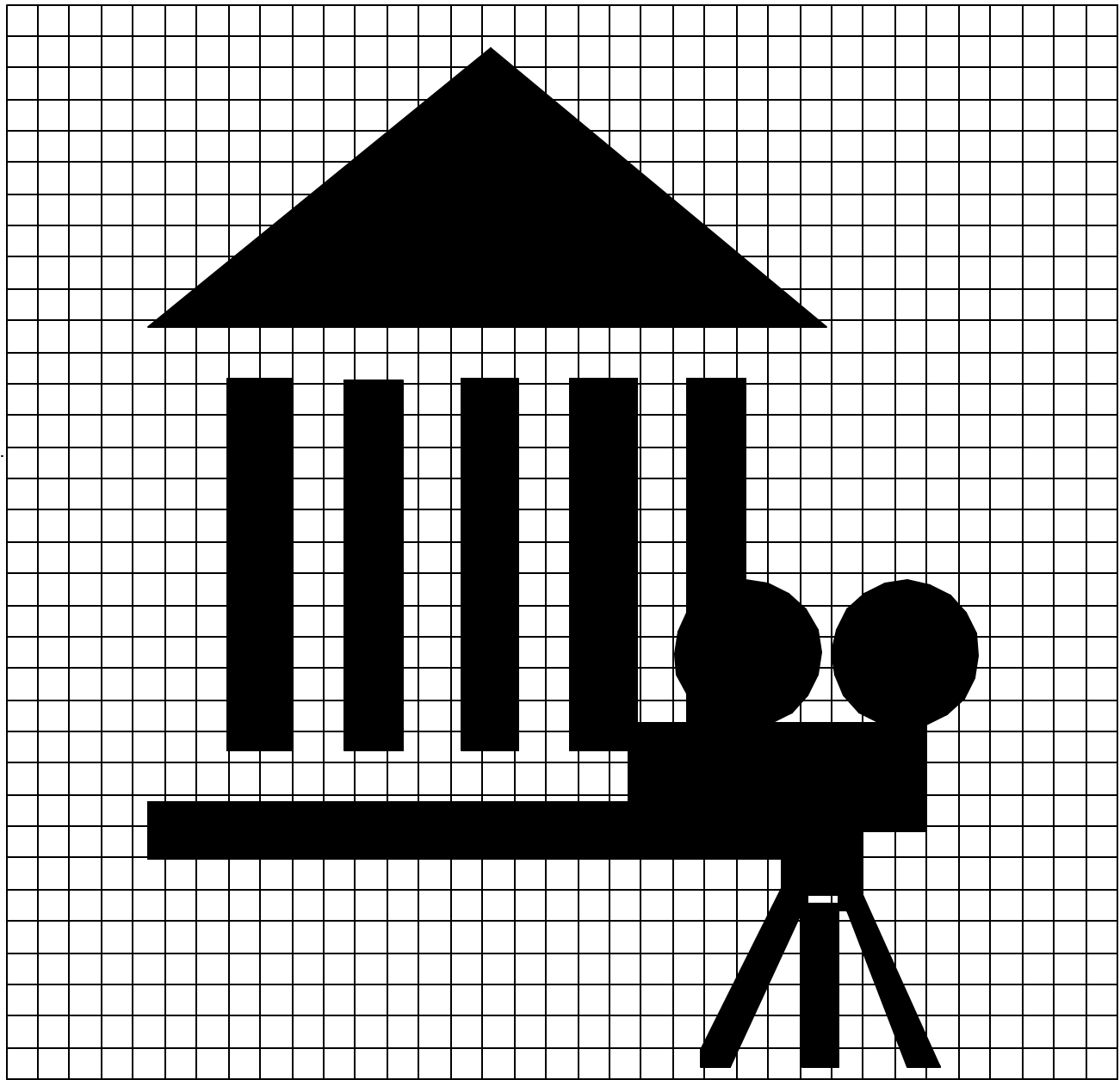
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	14.9	8.1	2.9
EST.	61	1.6	1.0	19.7	10.8	3.8

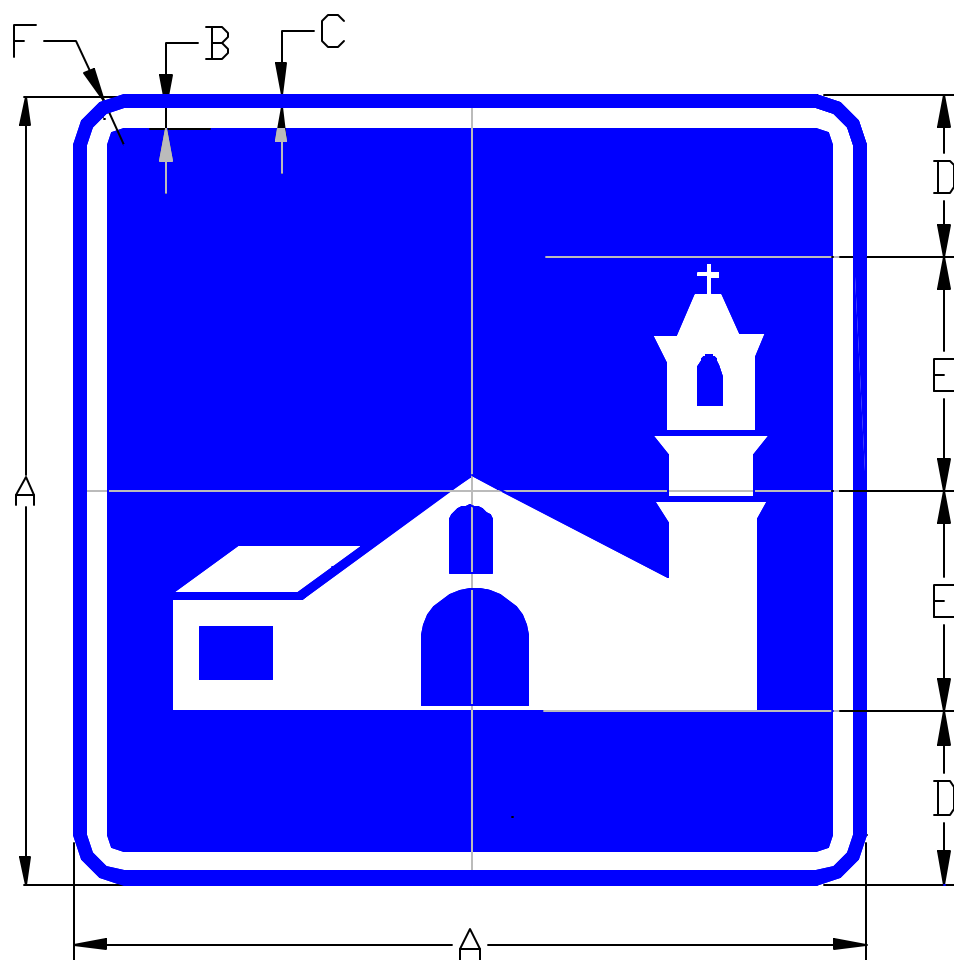




IS-6-8

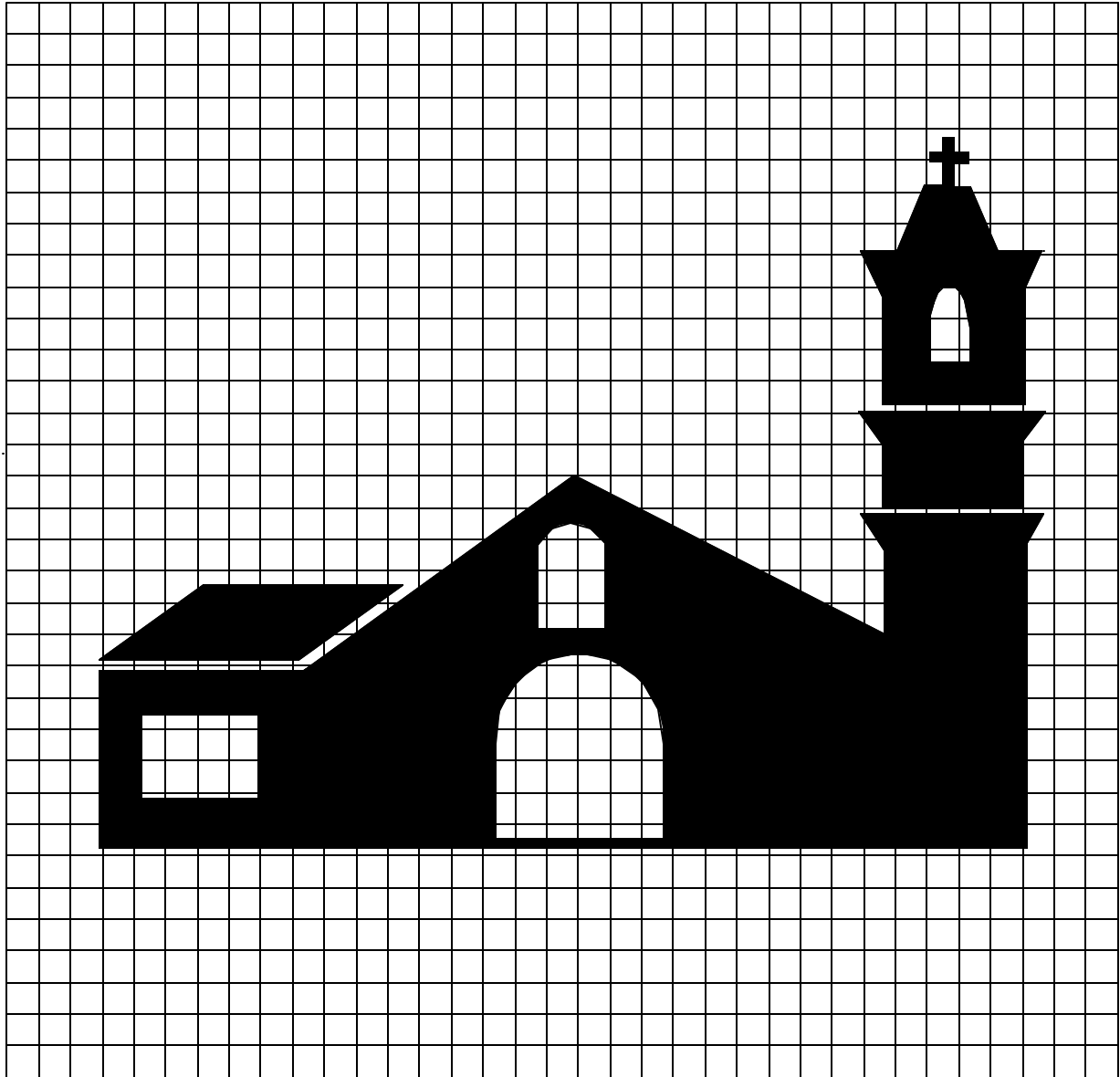
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	5.3	17.7	2.9
EST.	61	1.6	1.0	7.0	23.5	3.8

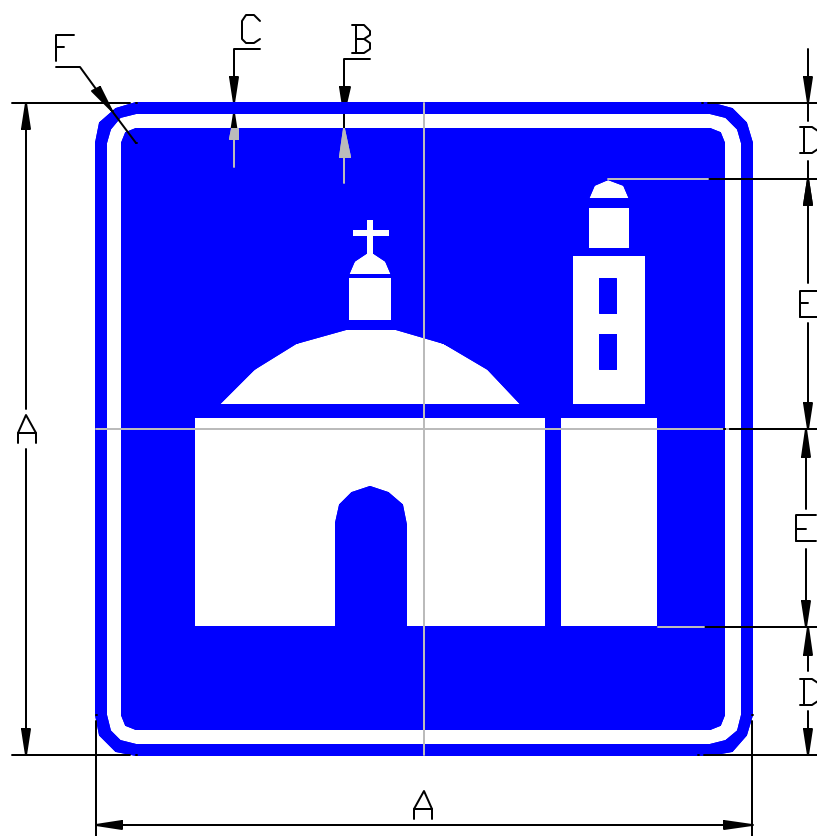




IS-6-9a

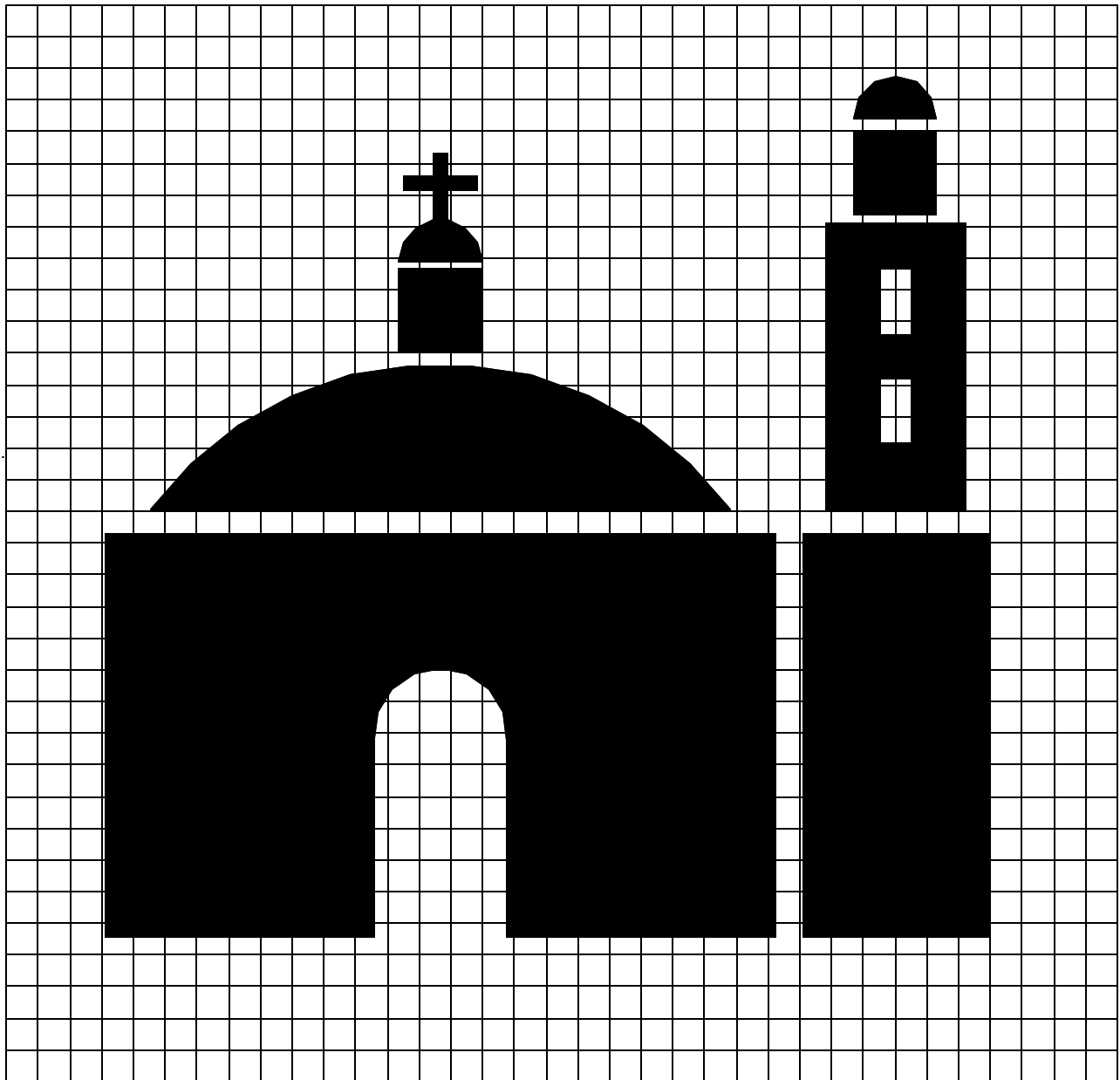
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	9.8	13.2	2.9
EST.	61	1.6	1.0	13.0	17.5	3.8



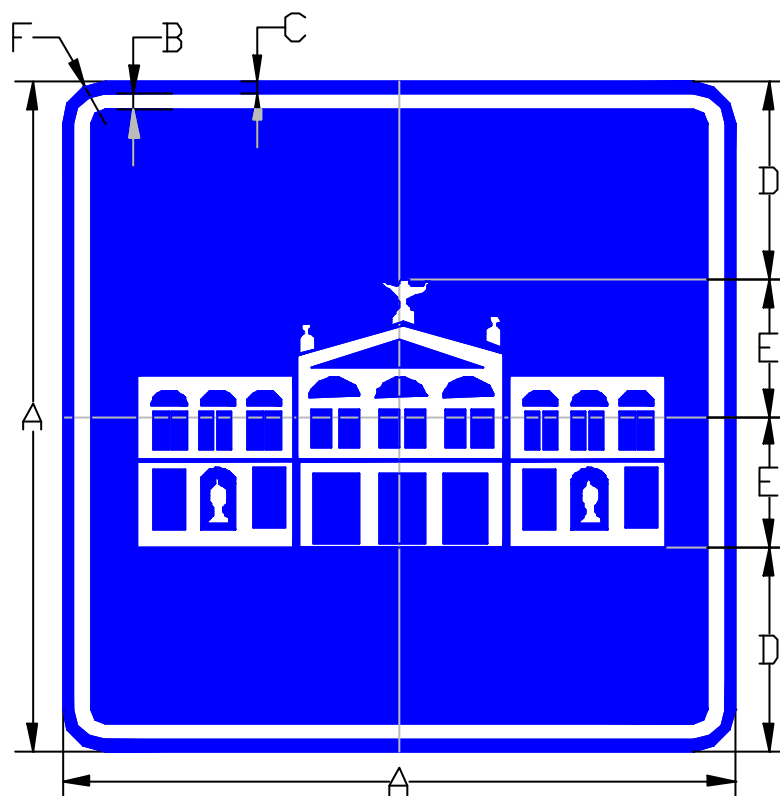


IS-6-9b

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	7.5	15.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	10.0	20.5	3.8

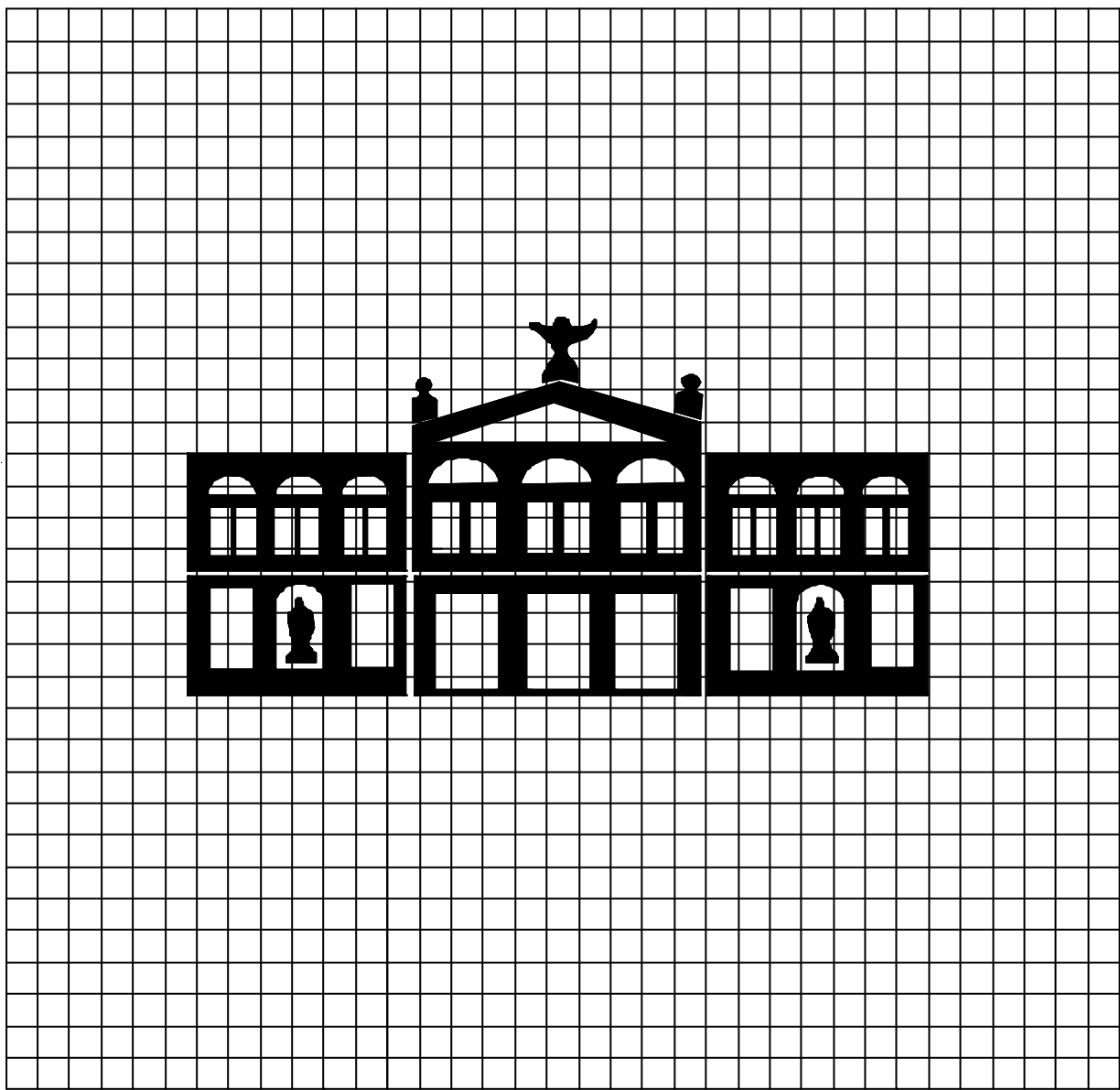


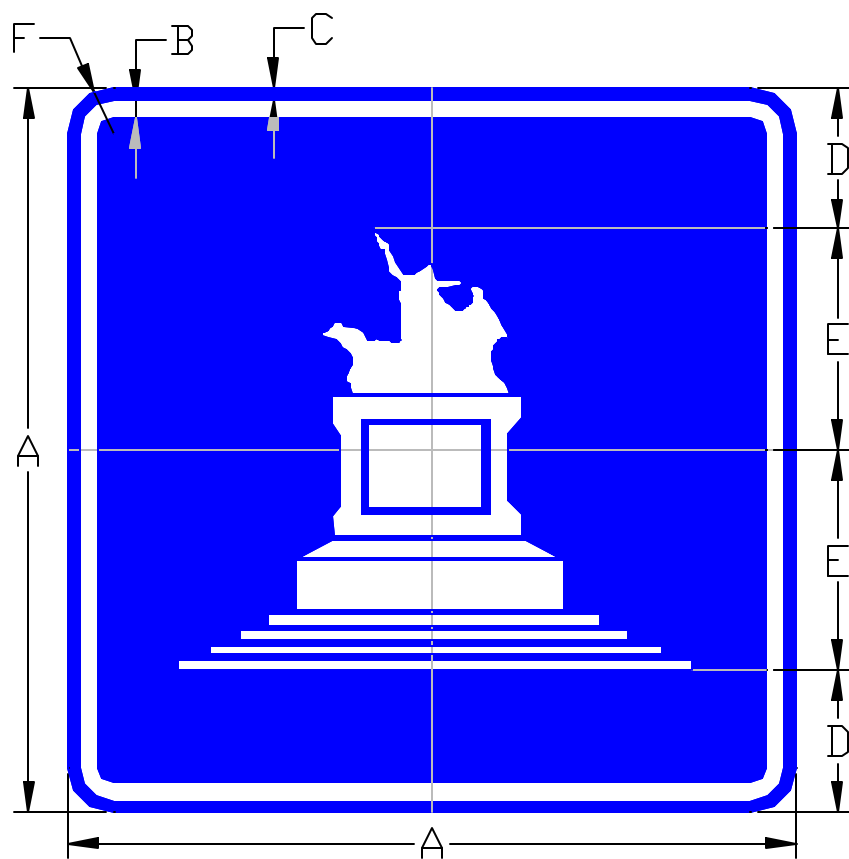




IS-6-10

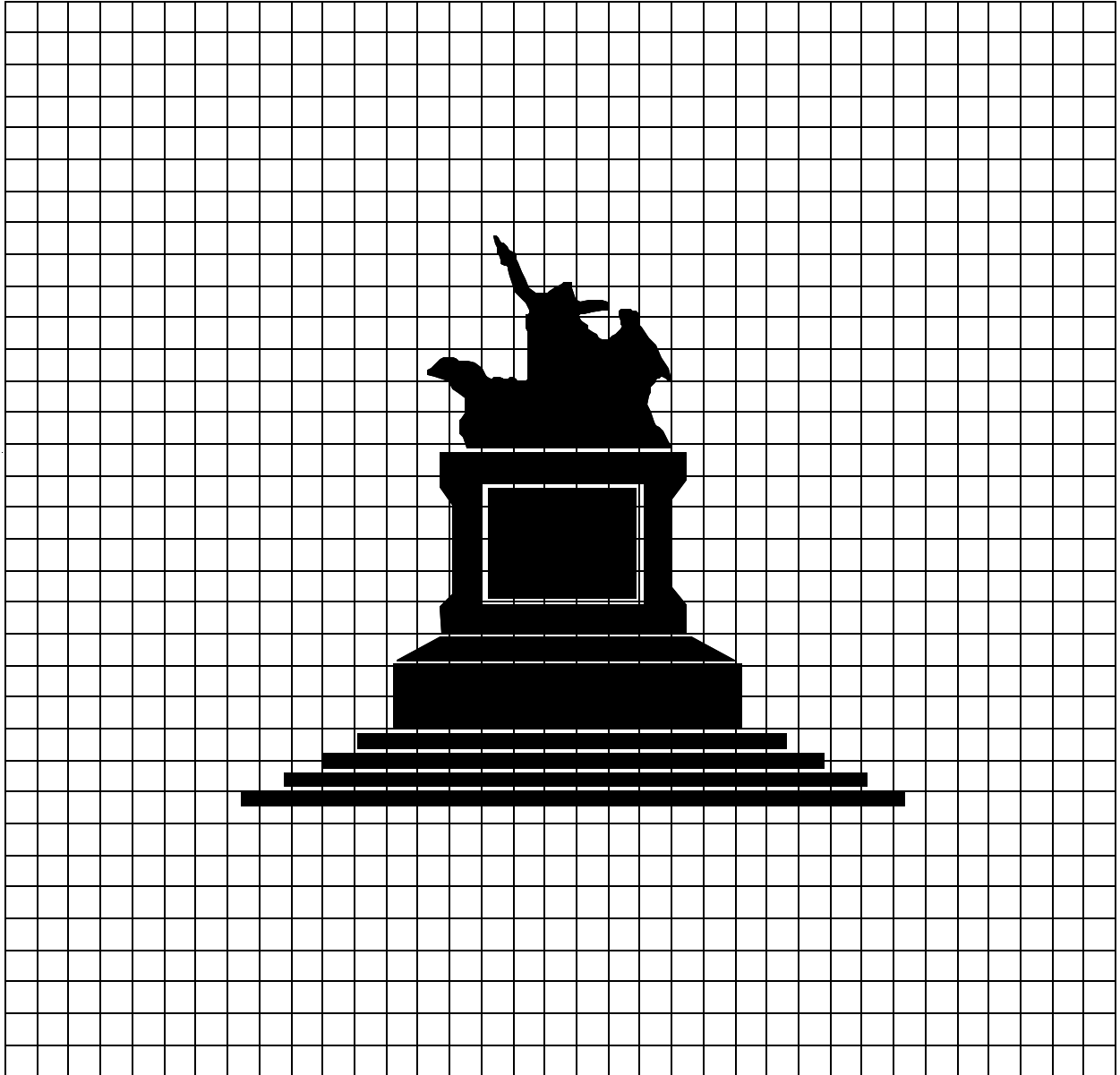
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	46	1.2	0.8	13.7	9.3	2.9	5.1	35.9
EST.	61	1.6	1.0	18.2	12.3	3.8	6.7	47.6

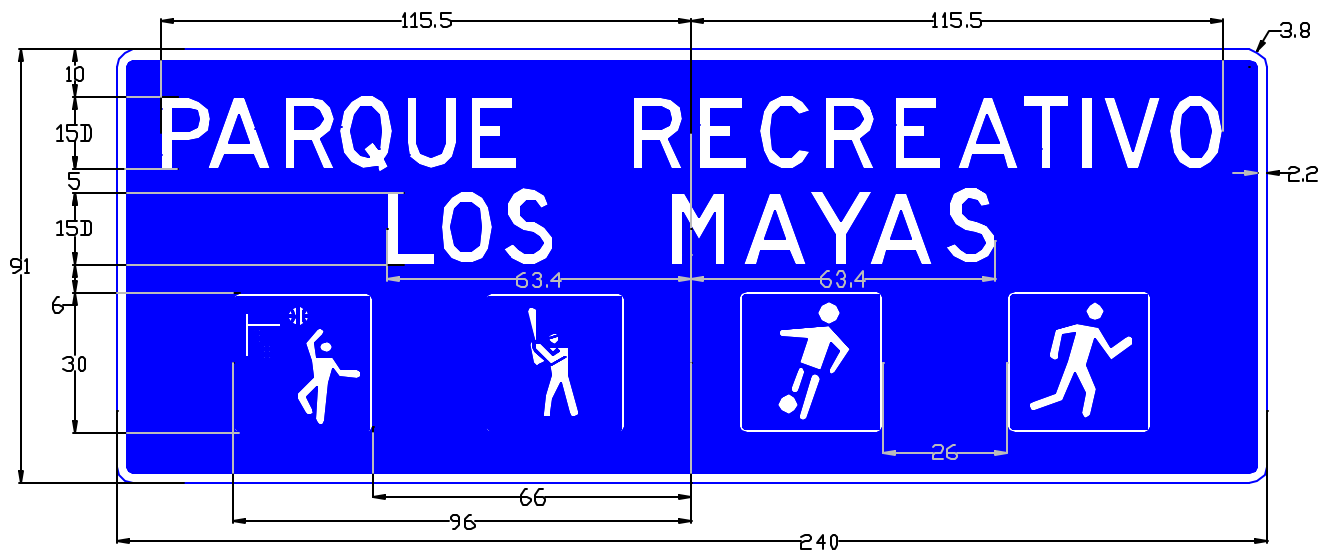




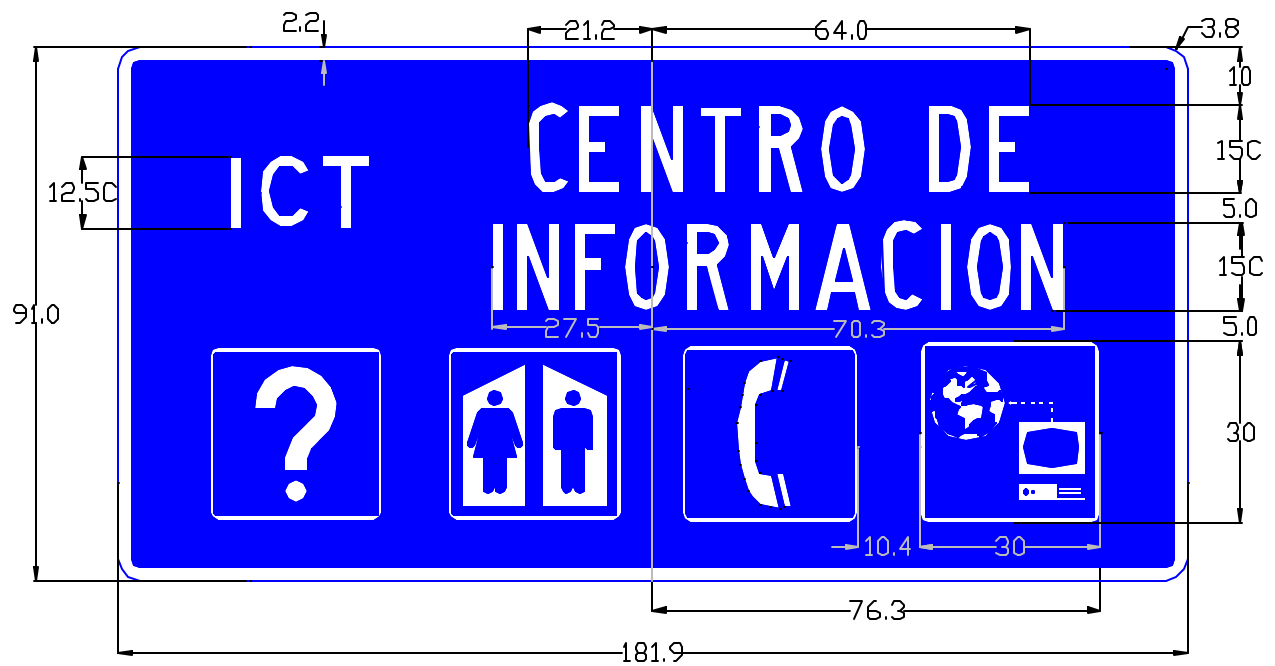
IS-6-11

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	9.0	14.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	12.0	18.5	3.8



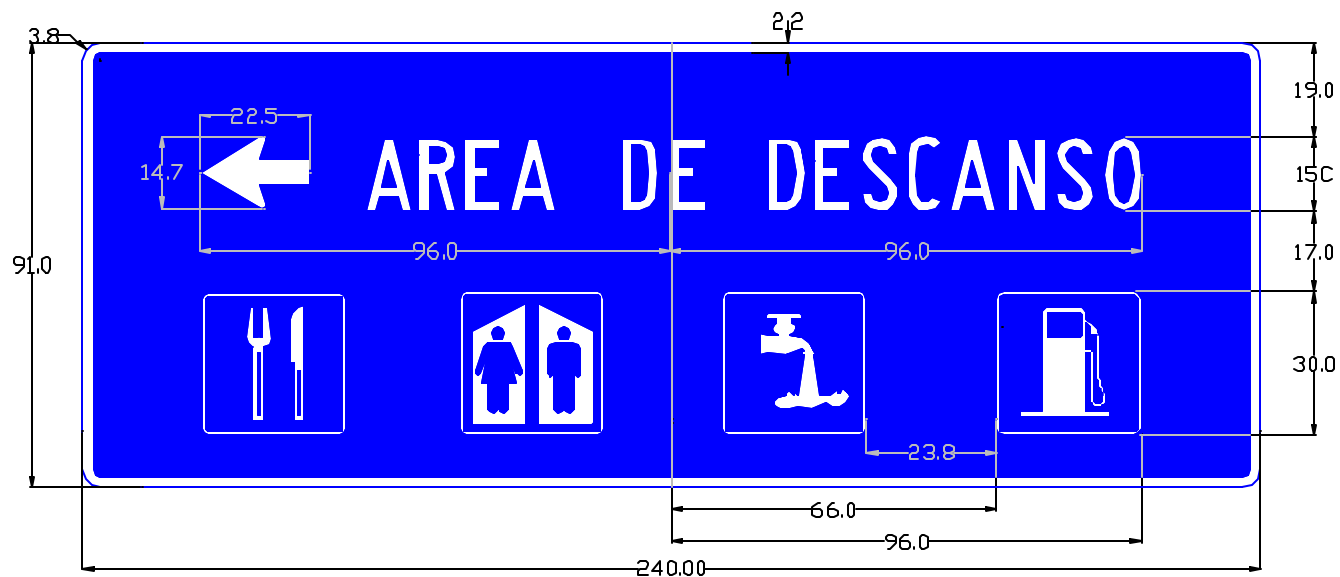


IS-7-1



IS-7-2



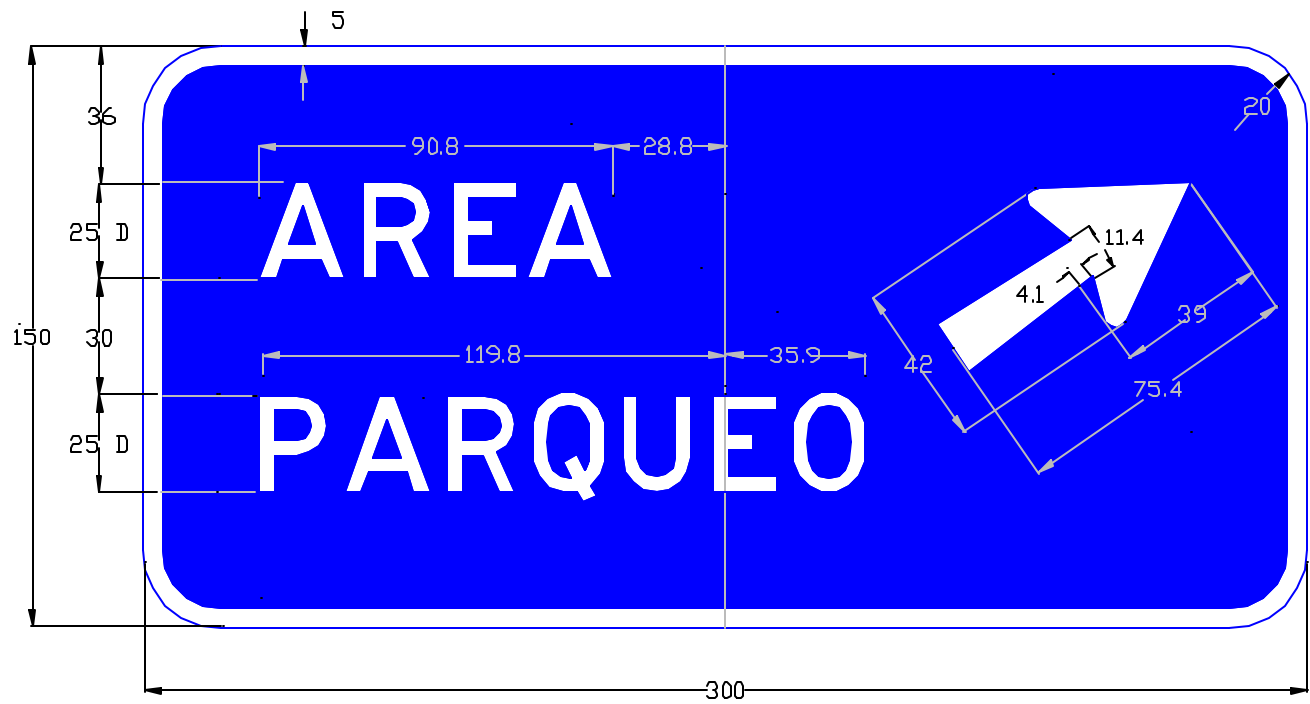


IS-7-4

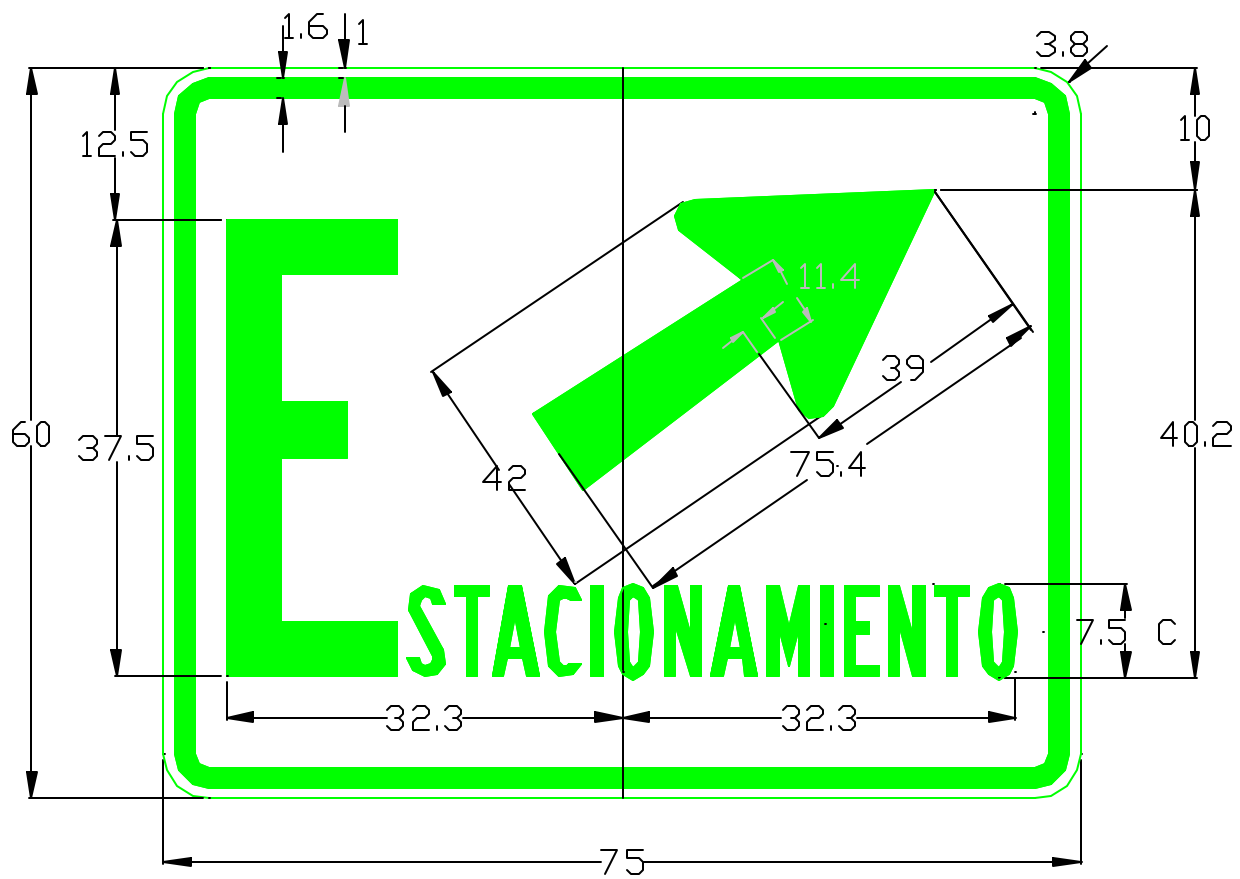




IS-7-5



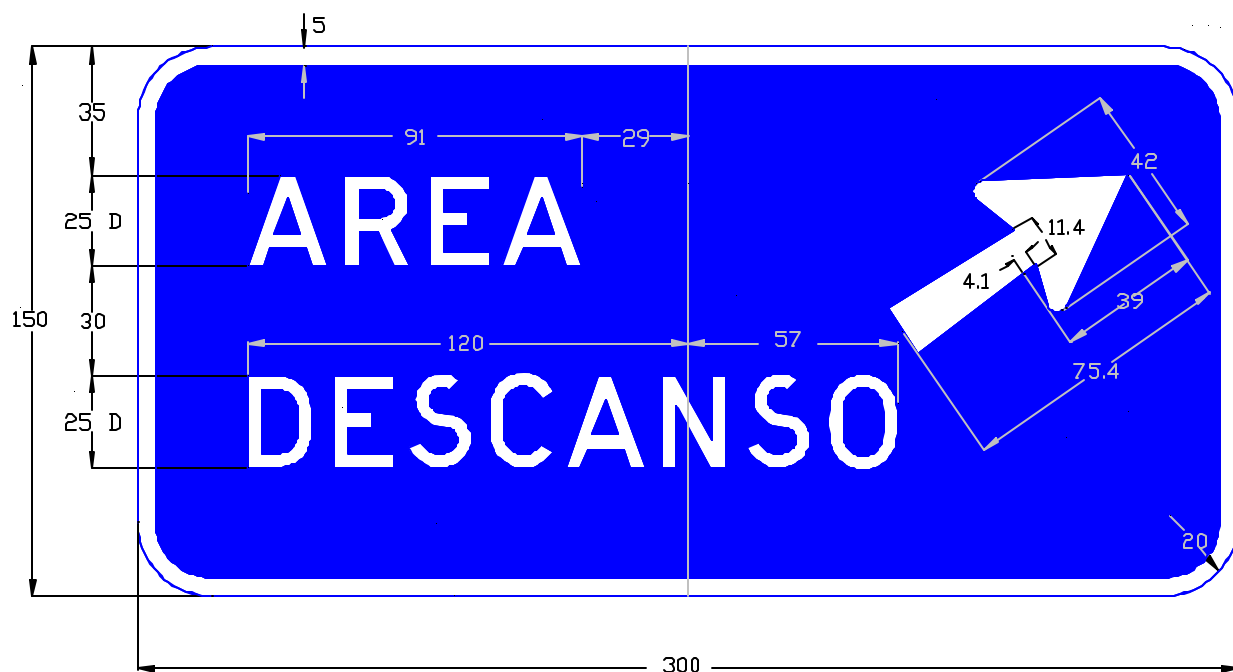
IS-7-6



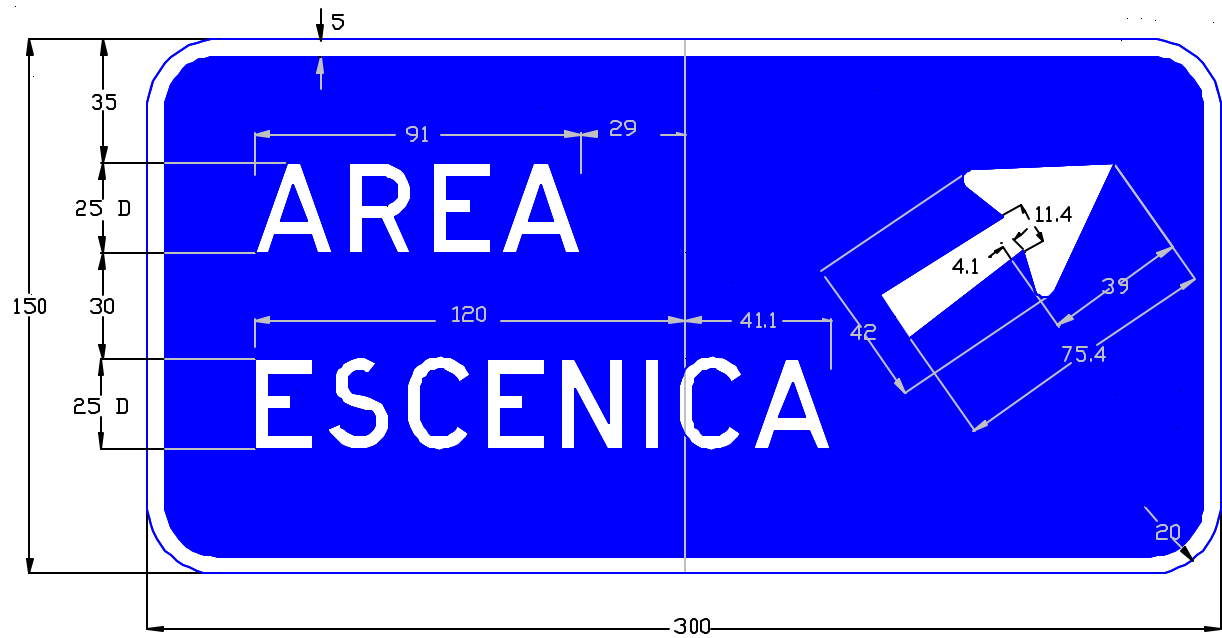
IS-7-7



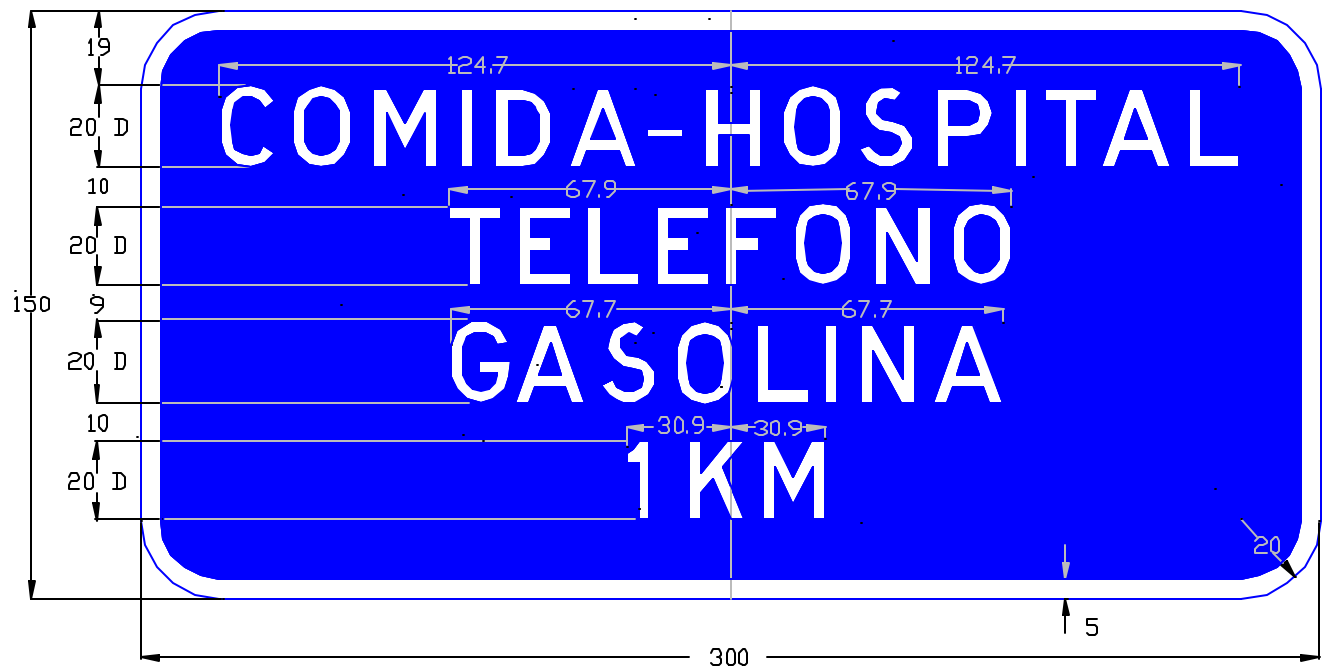
IS-7-8



IS-7-9



IS-7-10



IS-7-11



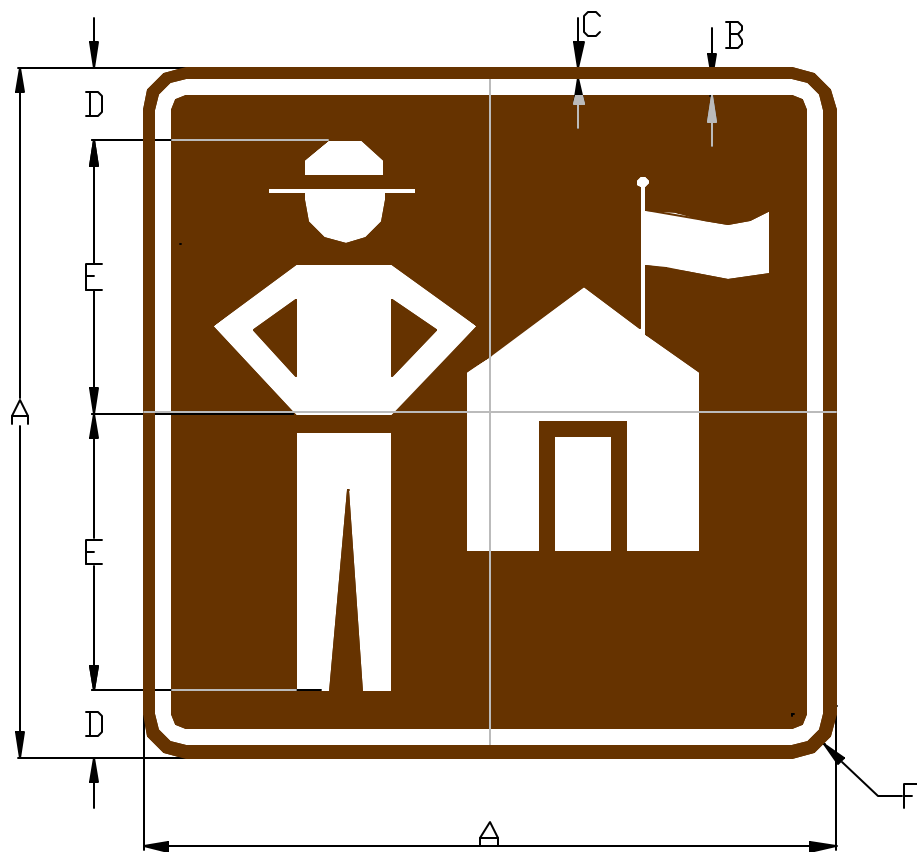
IS-7-12





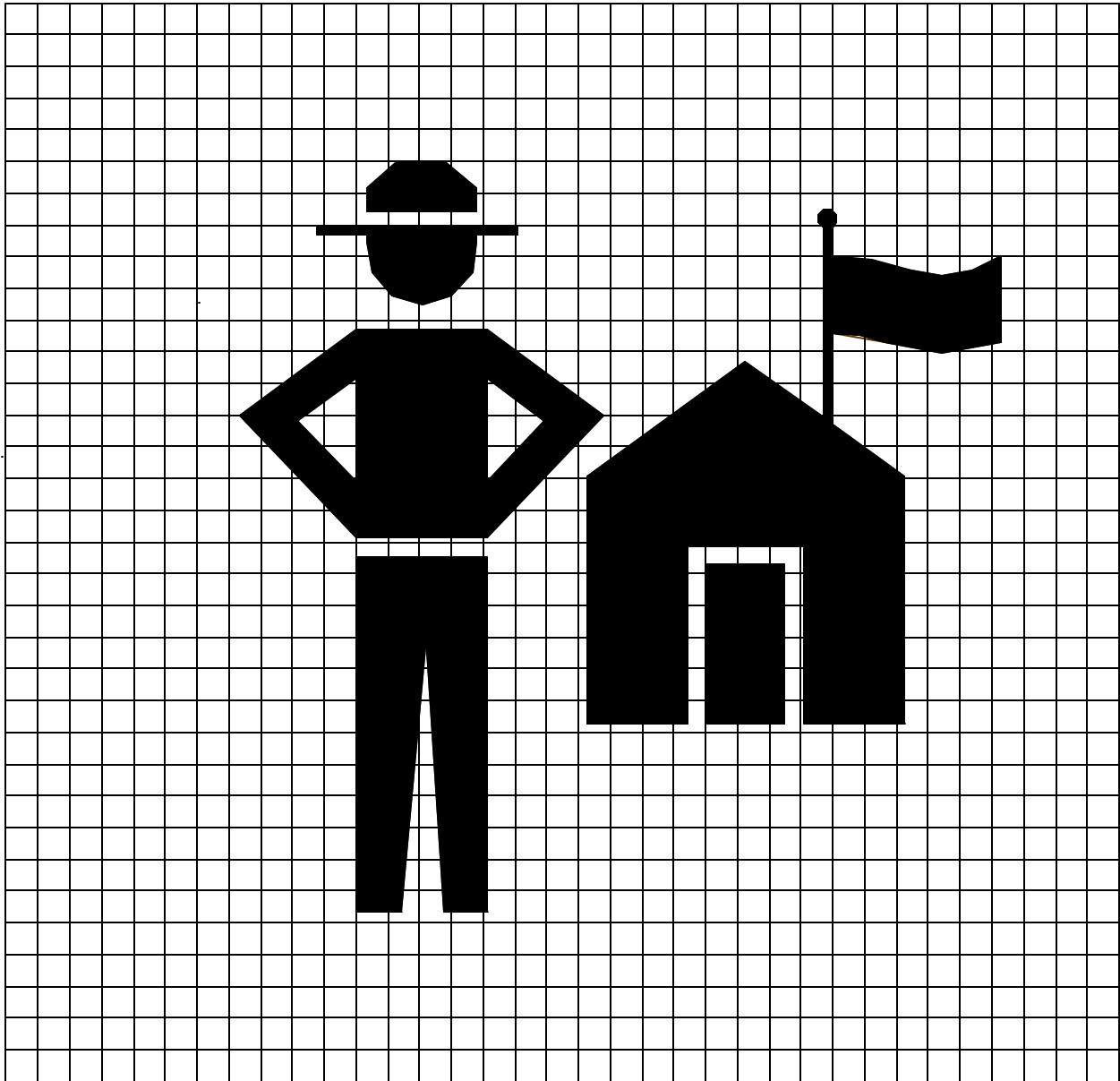
IS-7-13

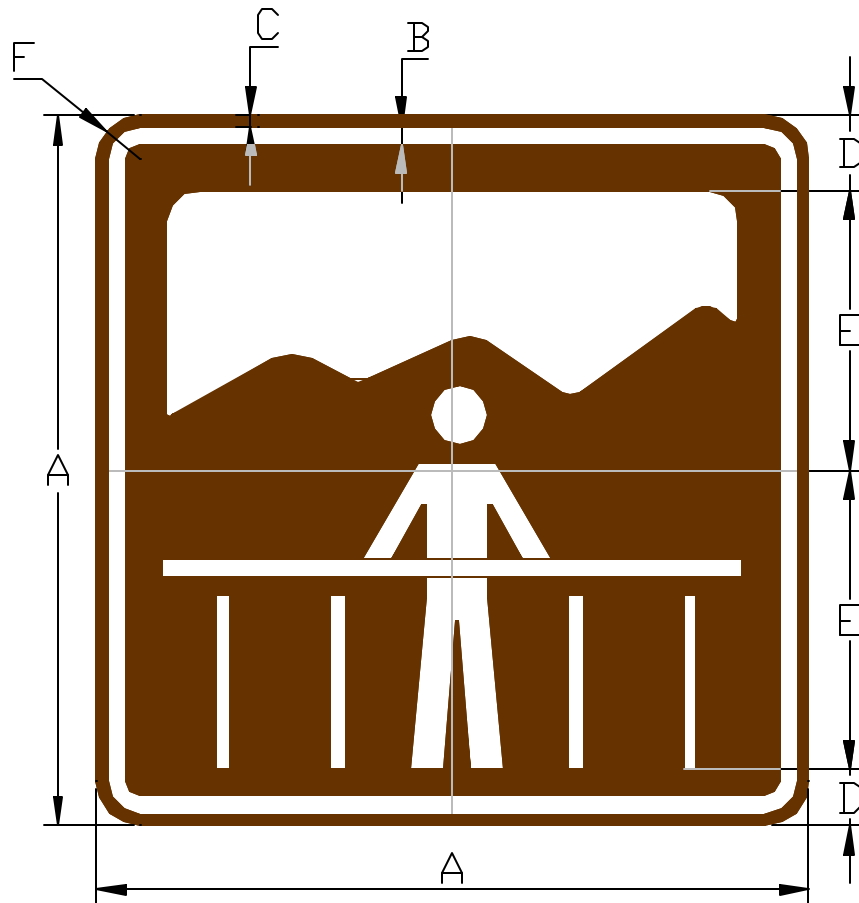
**Señales de Información Recreativas, Silvestres y  
Parques Nacionales.**



IR-1-1

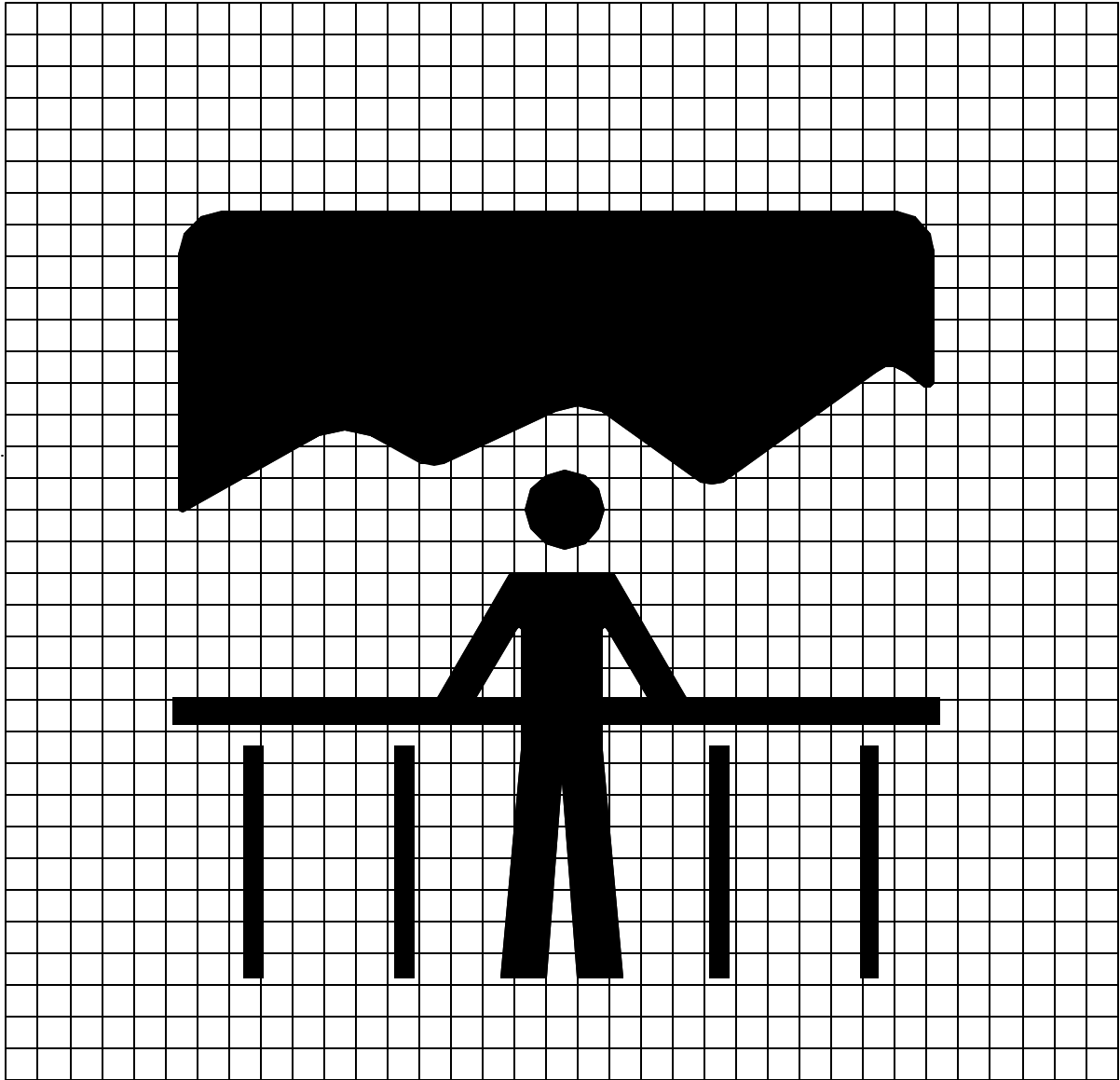
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	4.5	18.5	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	6	24.5	3.8

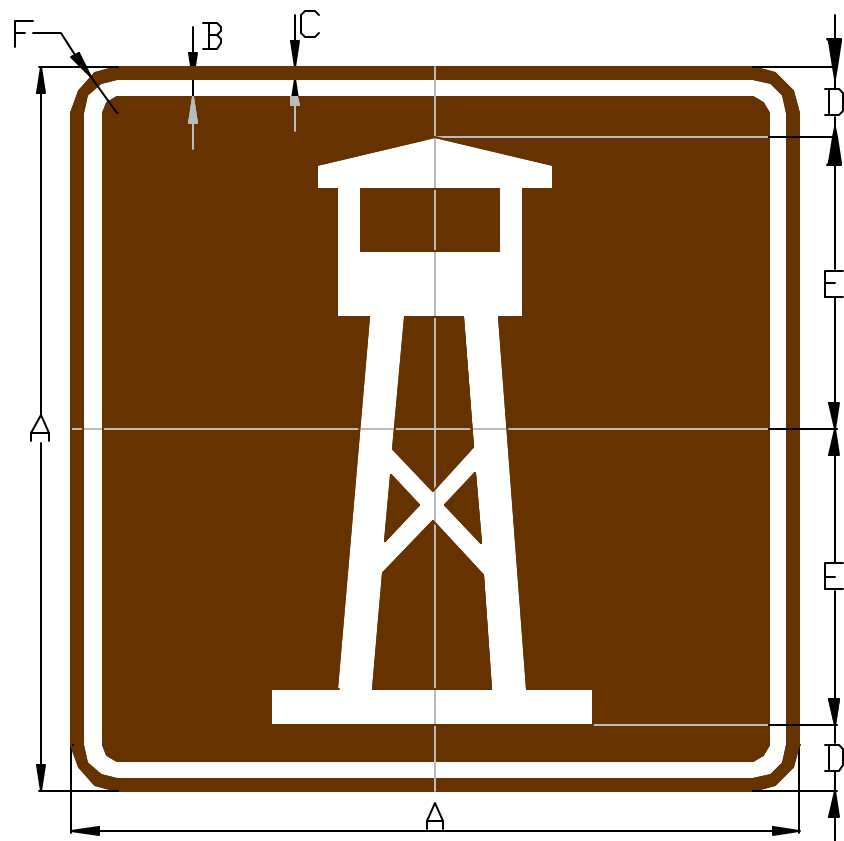




IR-1-2

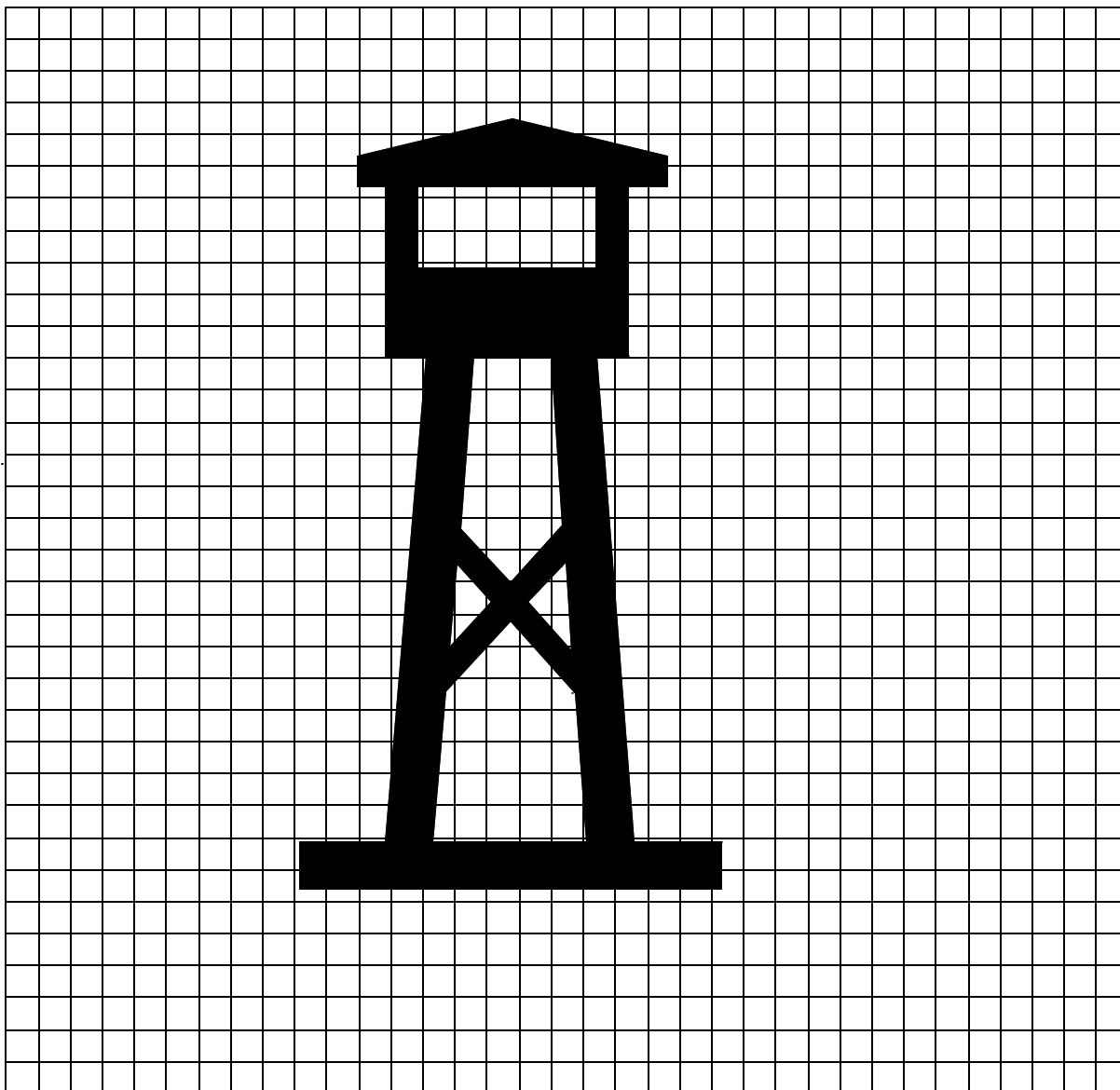
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	4.5	18.5	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	5.5	25	3.8



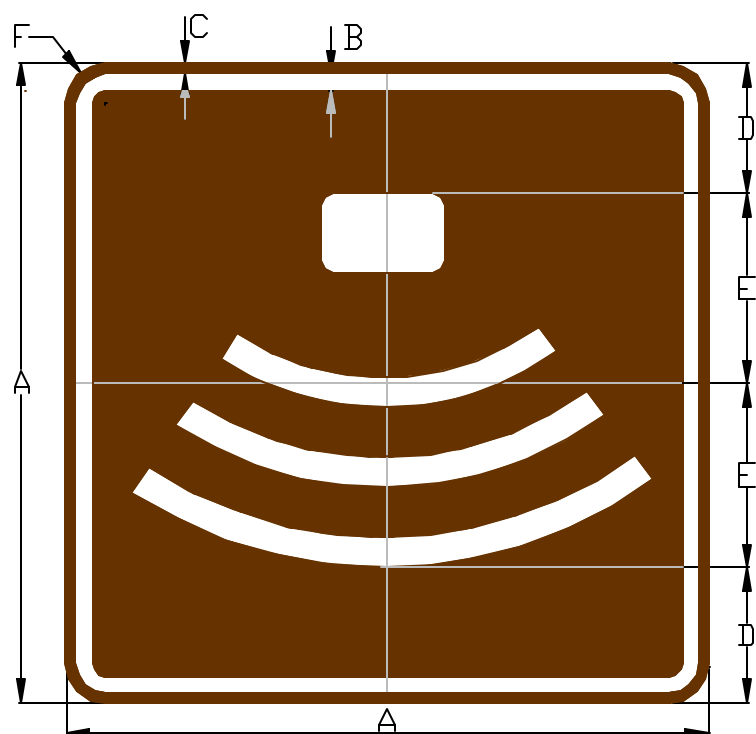


IR-1-3

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	4	19	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	5.5	25	3.8

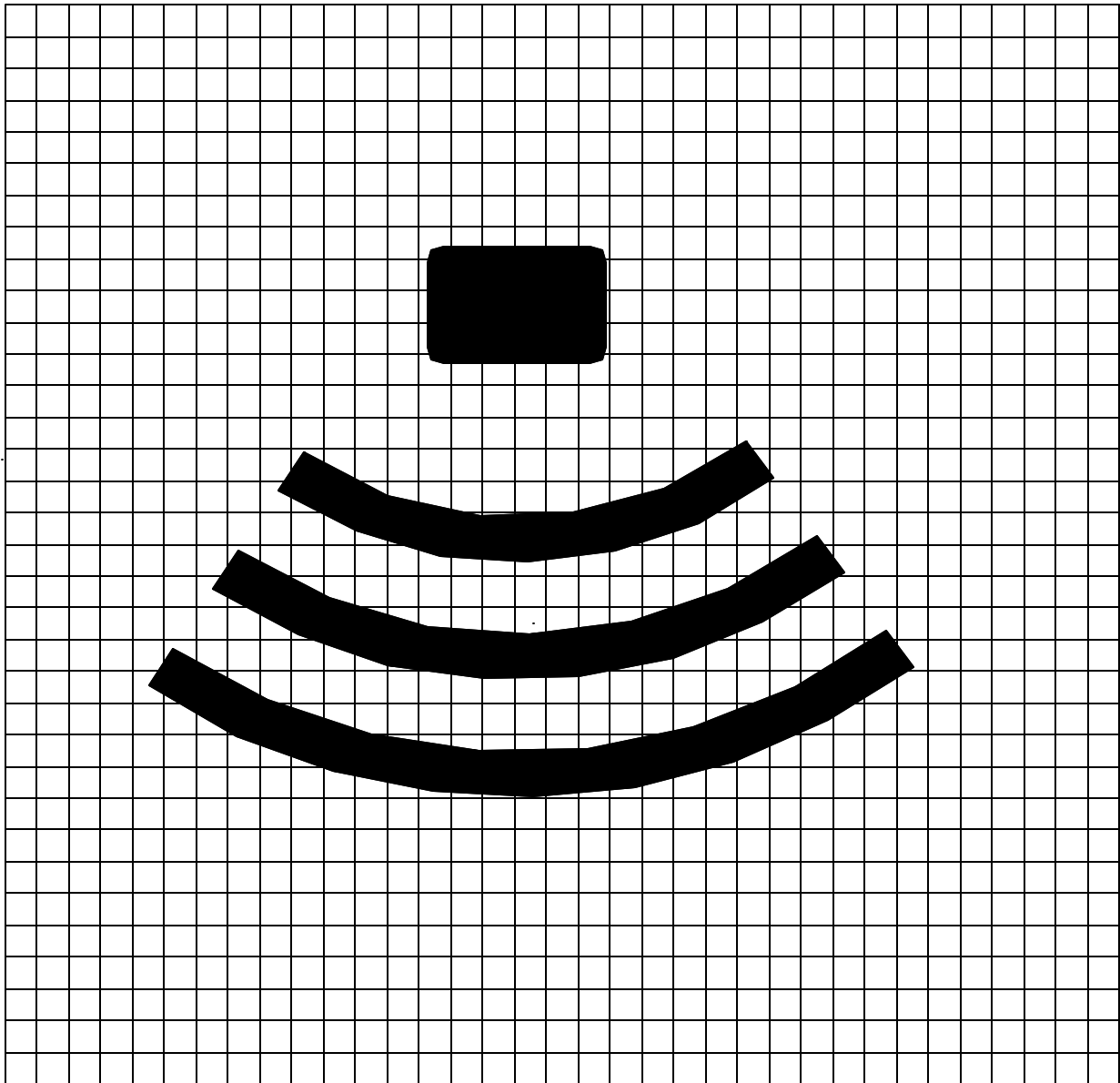


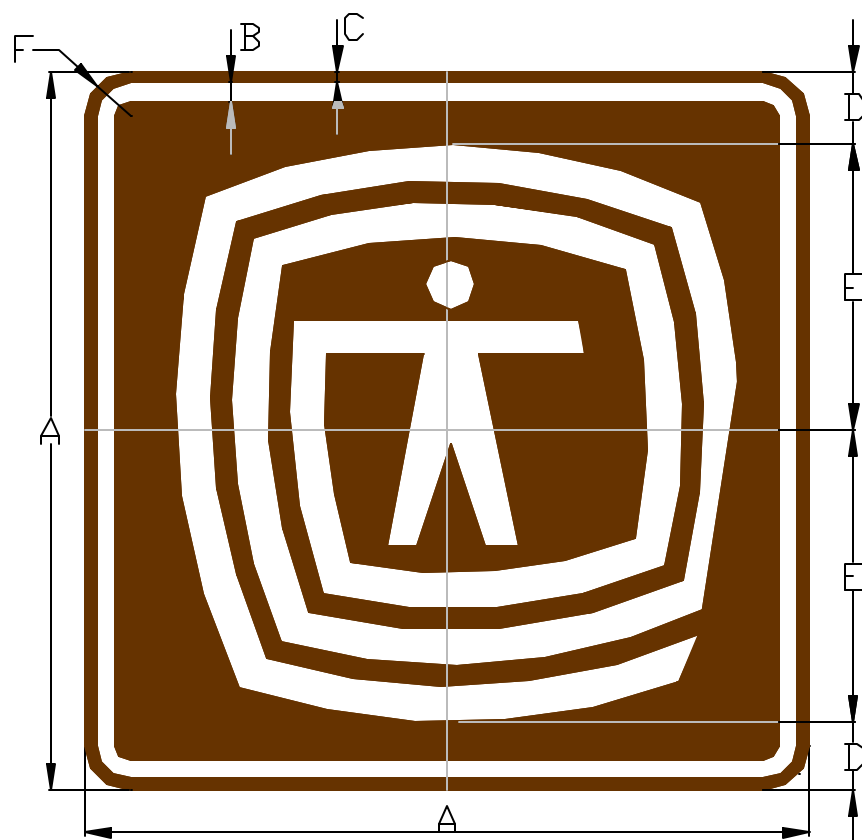




IR-1-4

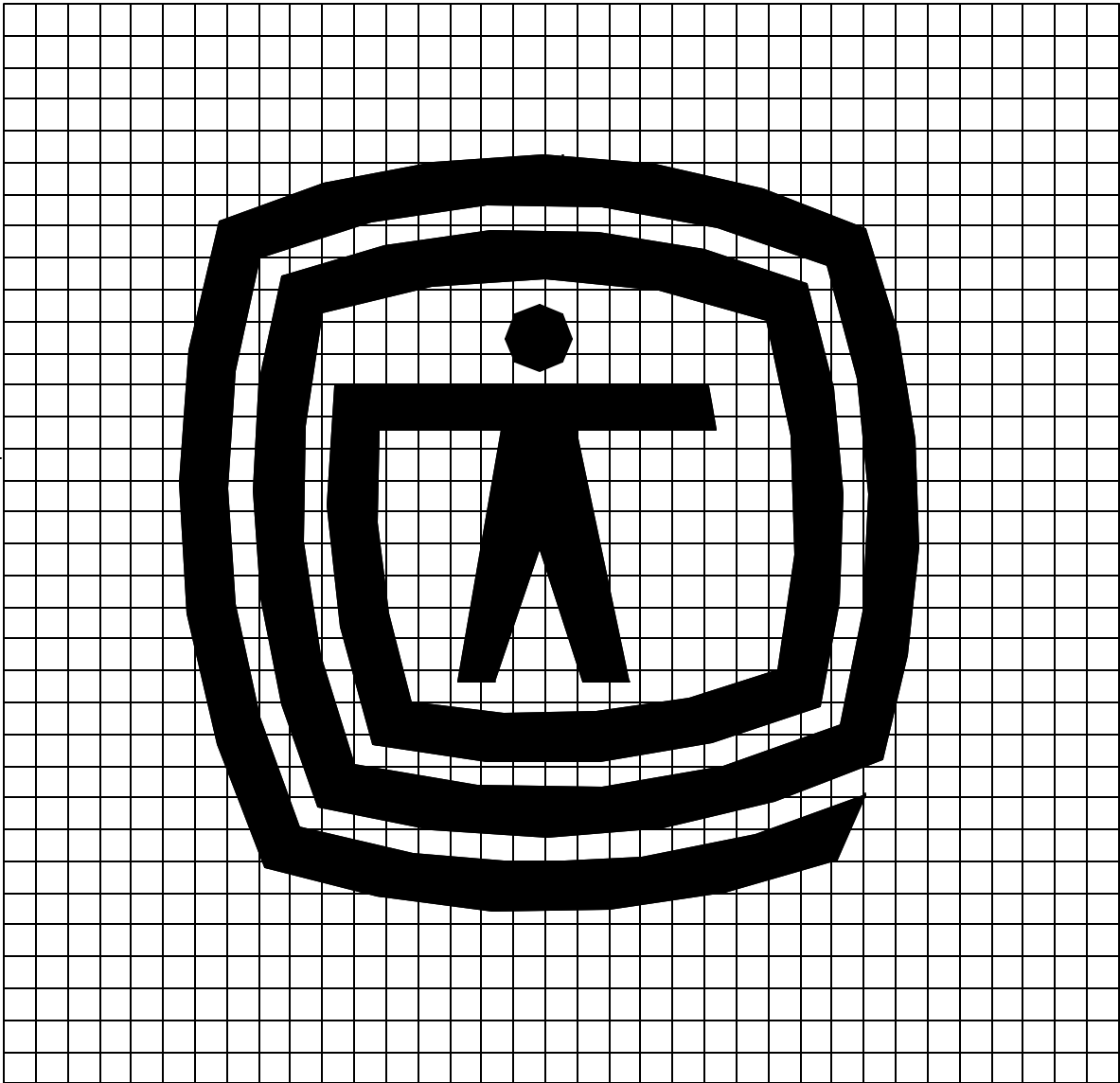
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	9	14	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	12.5	18	3.8

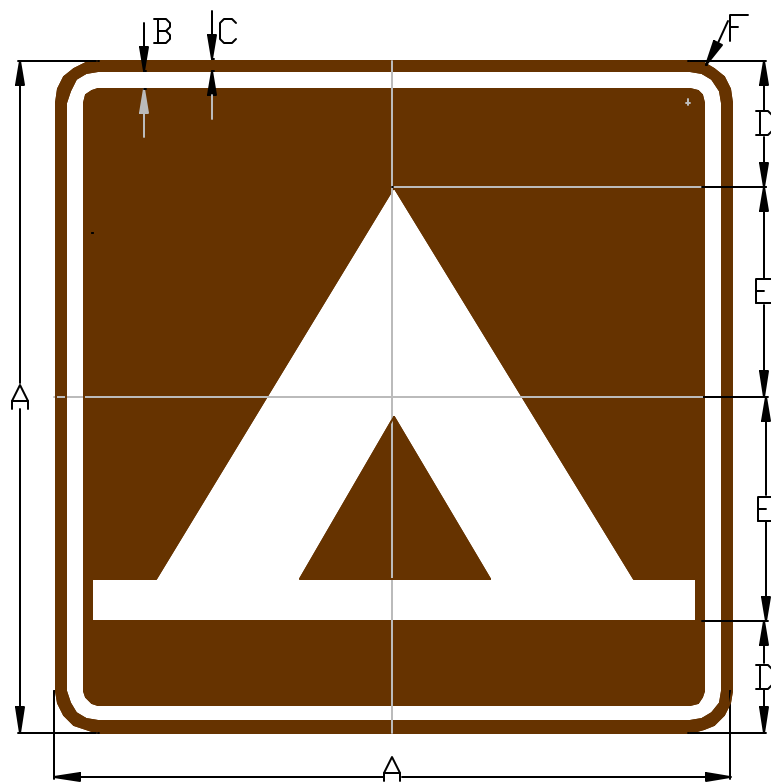




IR-1-5

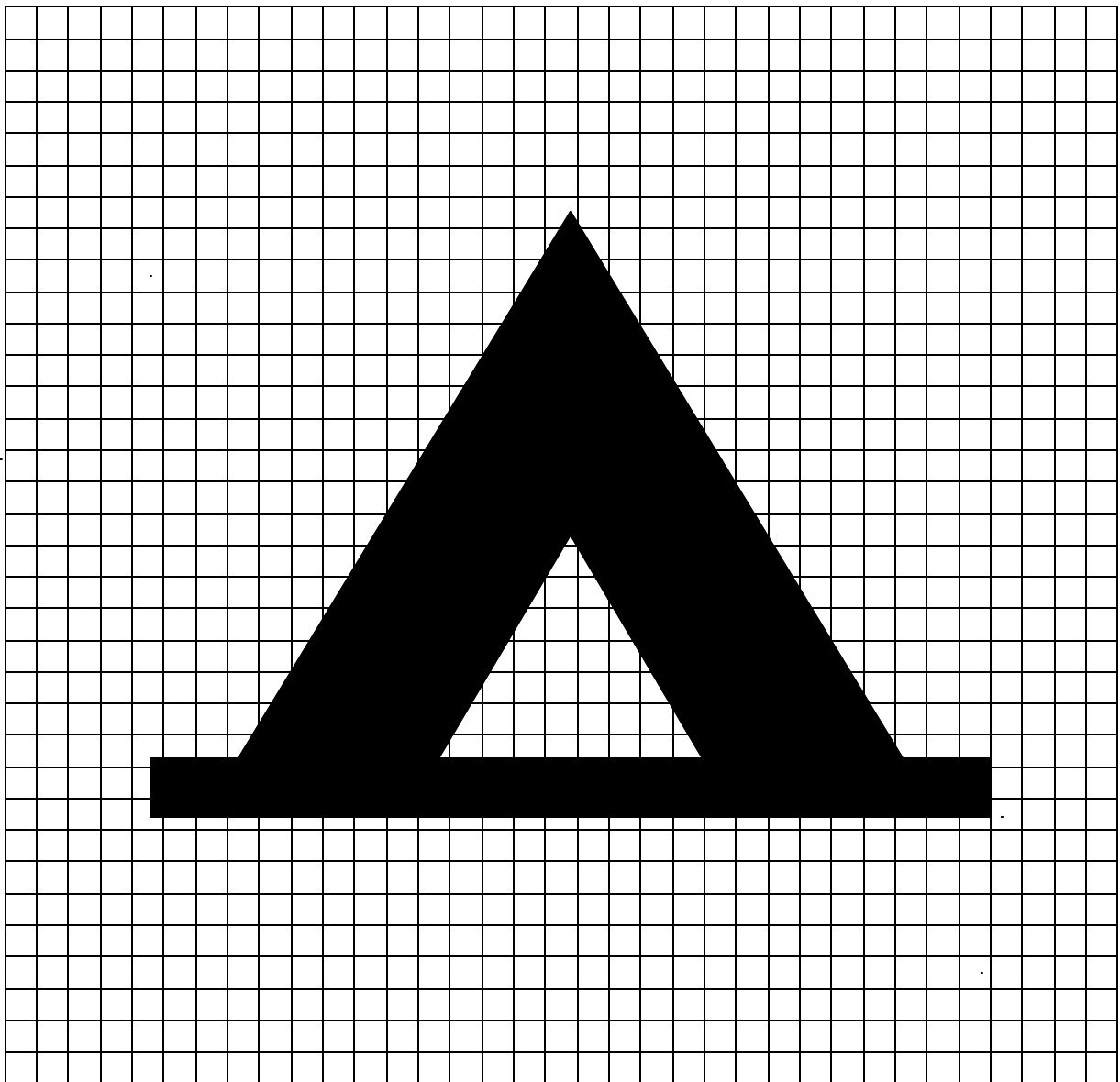
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	C	B	D	E	F
MIN	46.0	0.7	1.2	4.5	18.5	2.9
EST	61.0	0.9	1.6	6	24.5	3.8

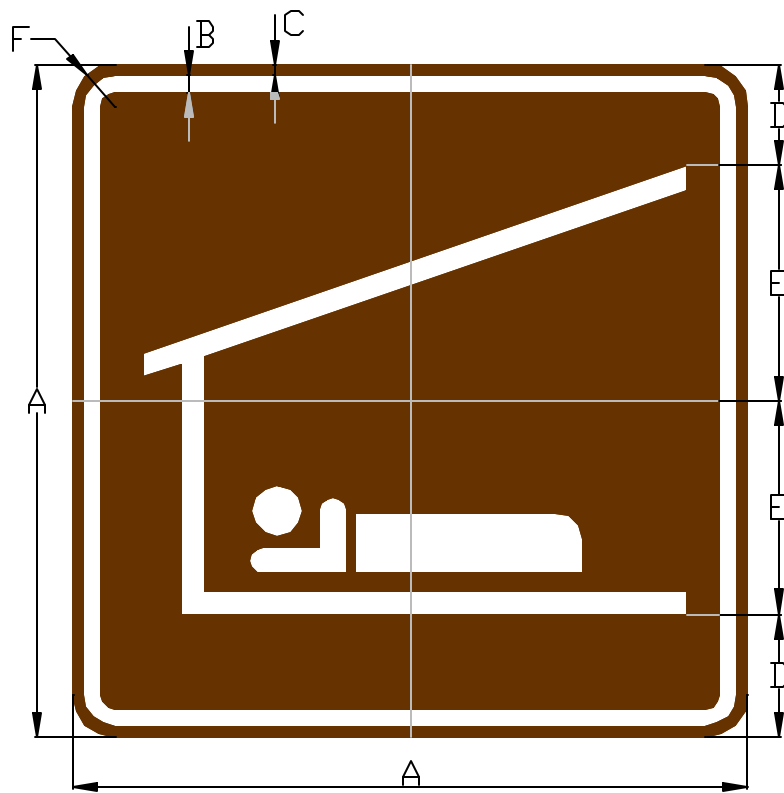




IR-1-6

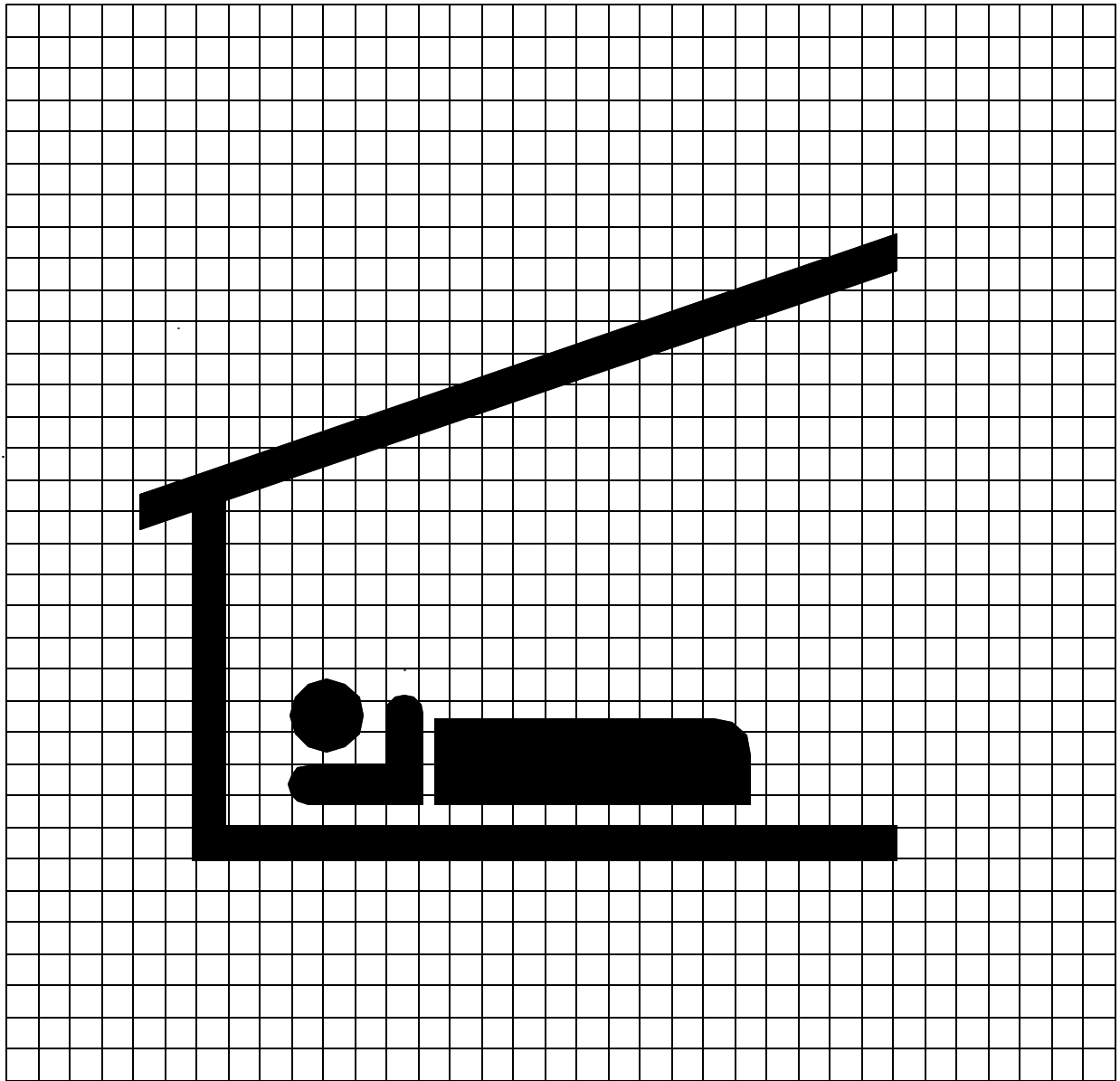
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	8	15	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	11	19.5	3.8



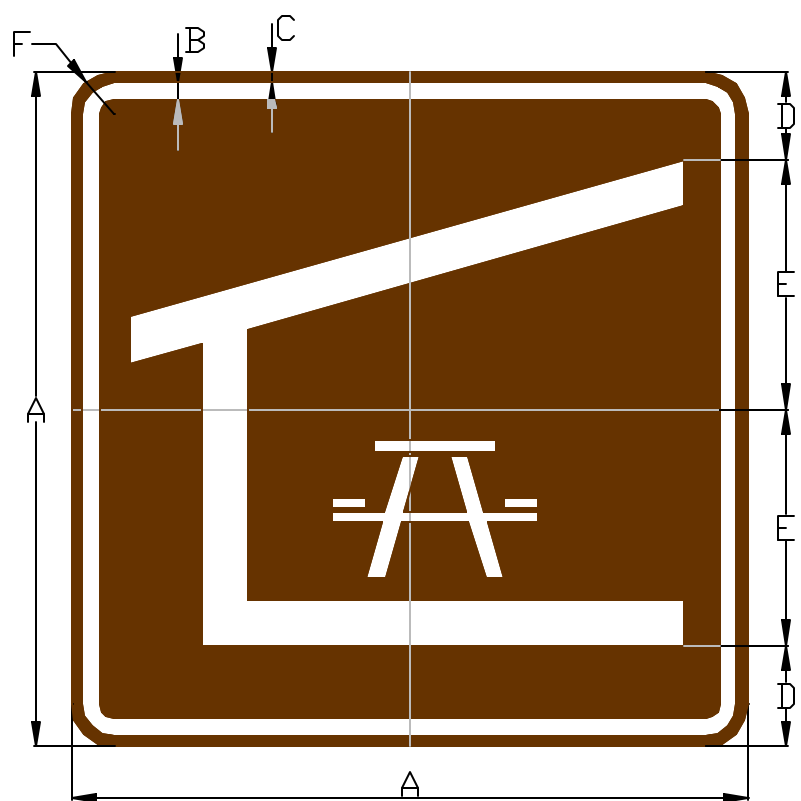


IR-1-7

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	7.5	15.5	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	10	20.5	3.8

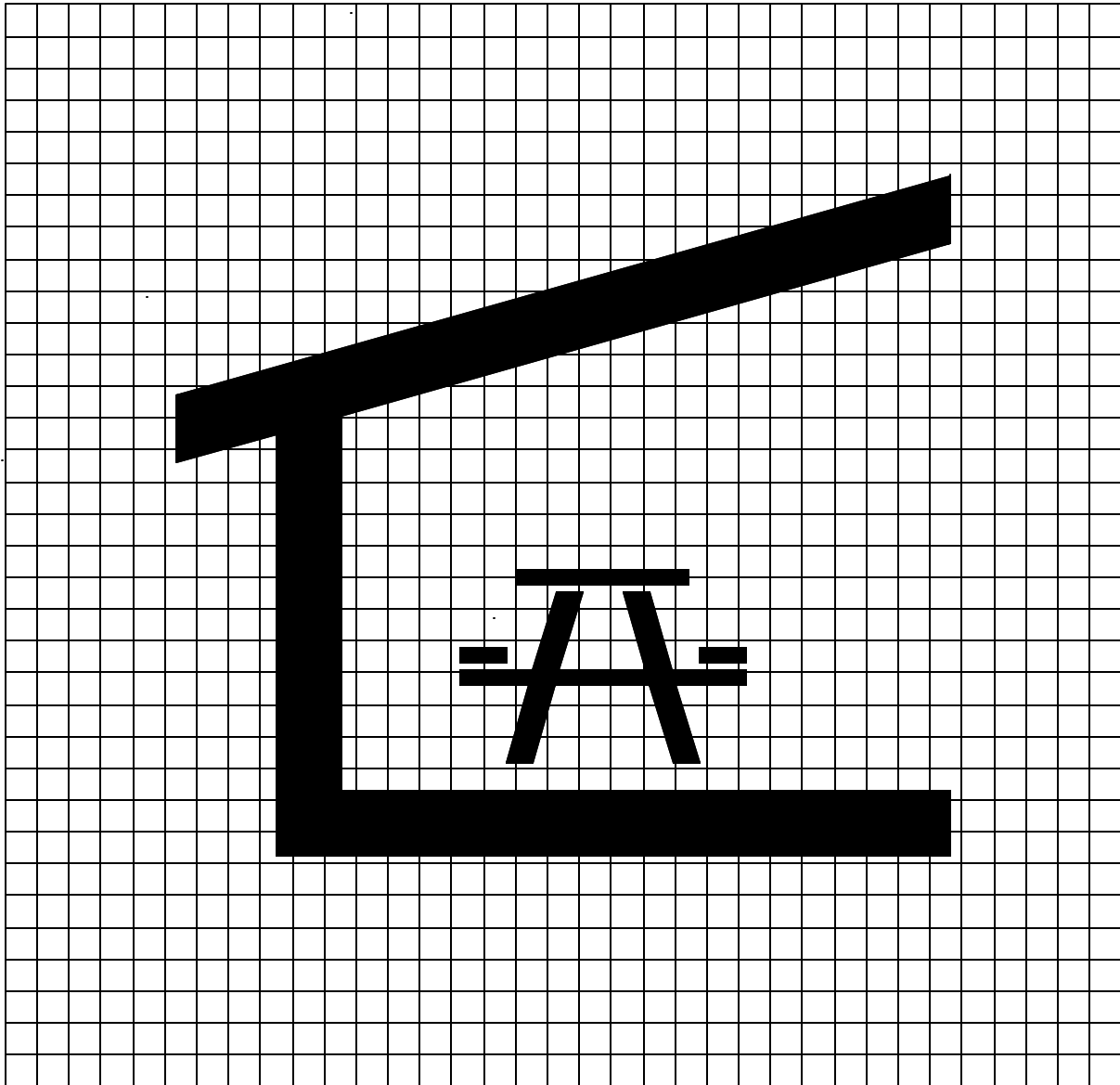


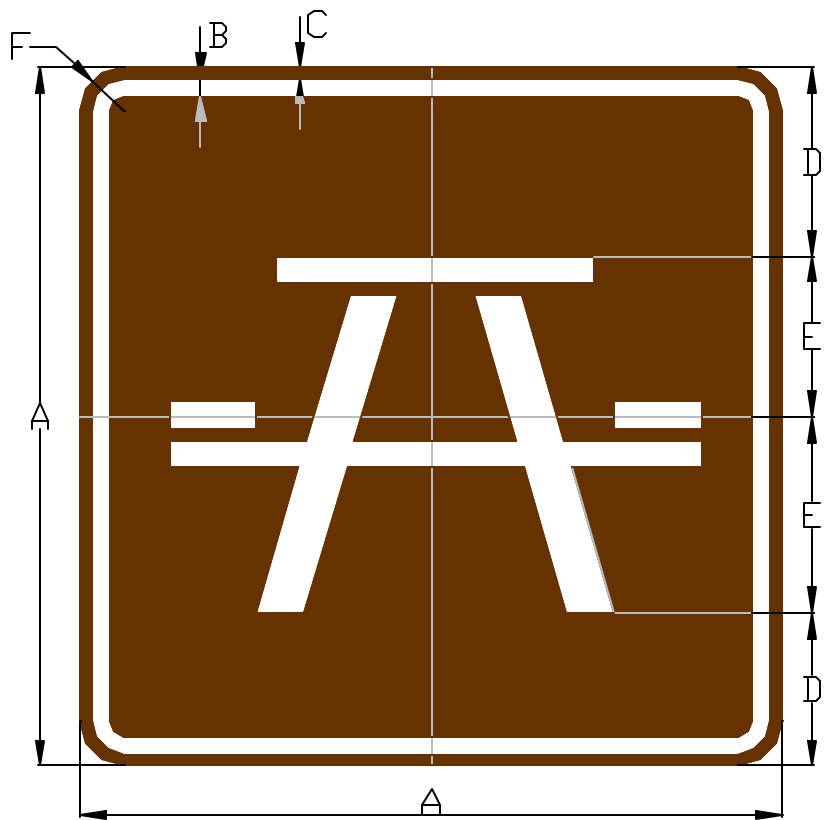




IR-1-8

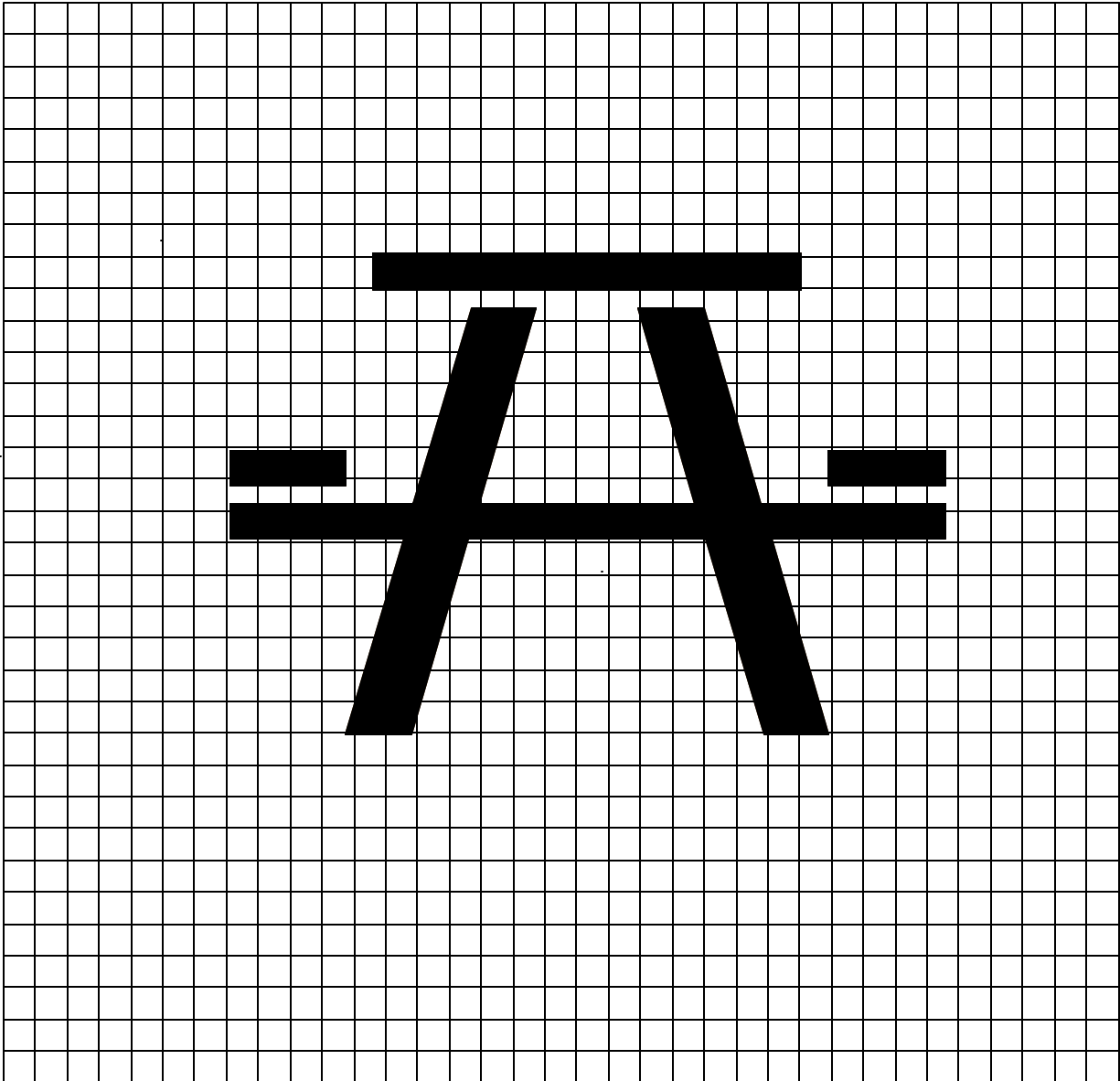
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	6	17	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	8.5	22	3.8

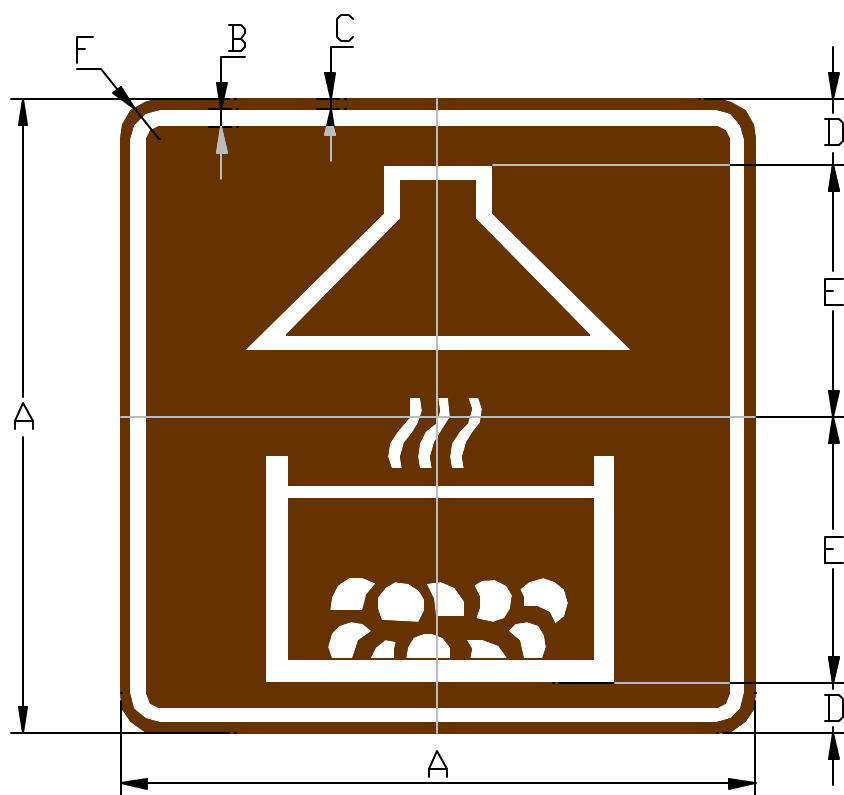




IR-1-9

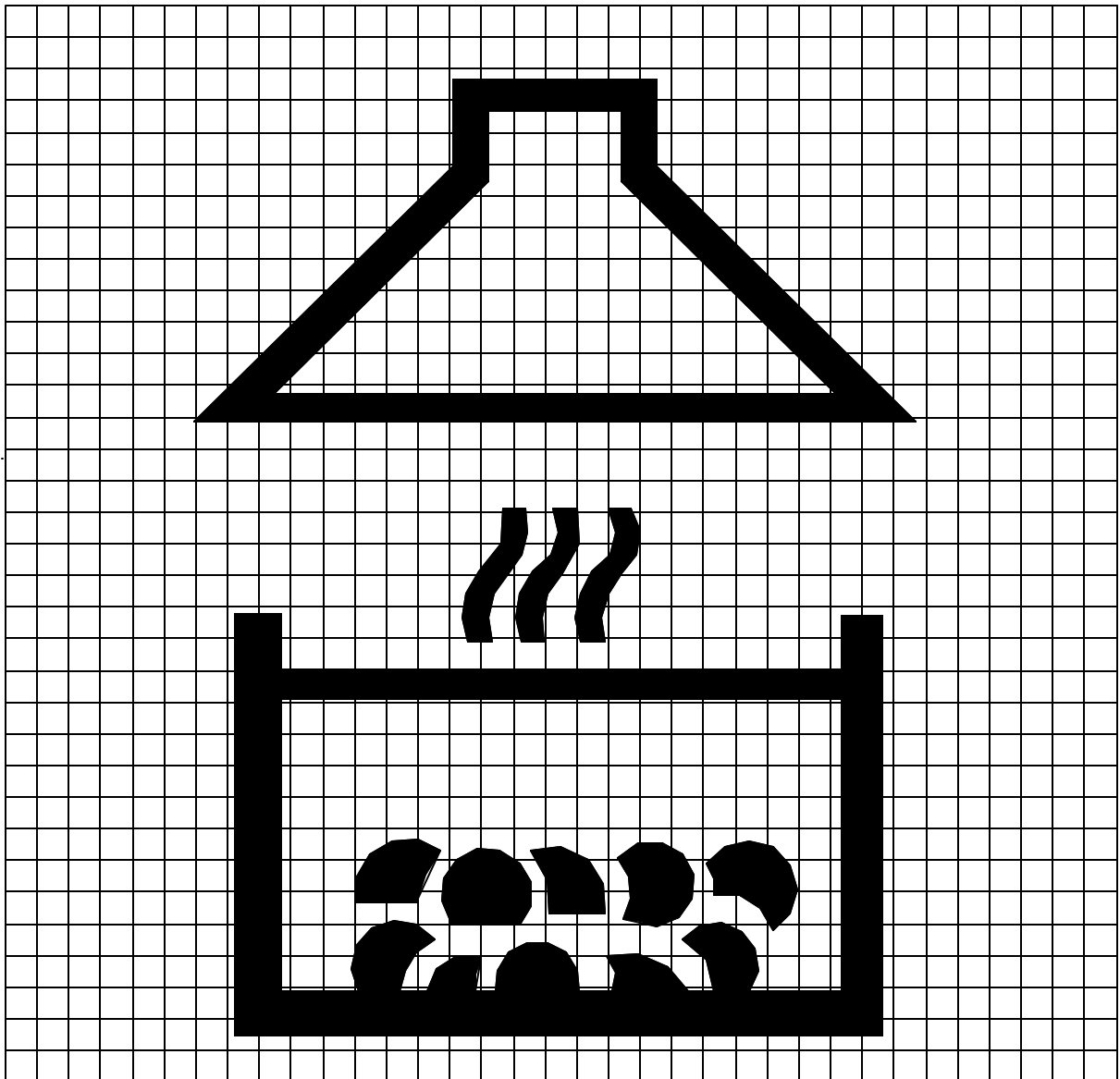
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	C	B	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	11.5	11.5	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	14.5	16	3.8

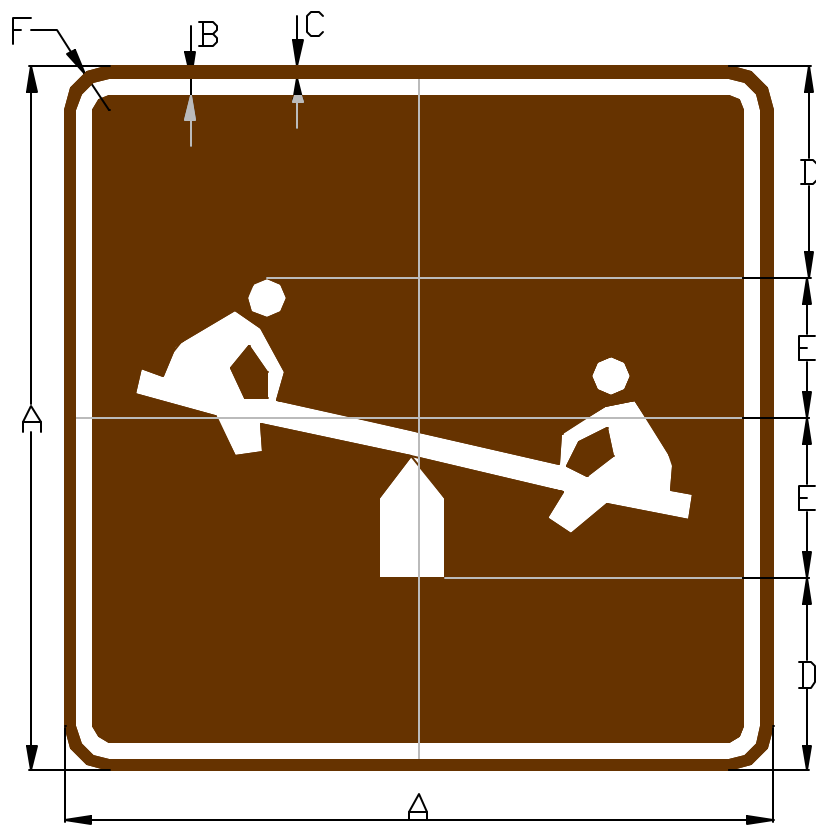




IR-1-10

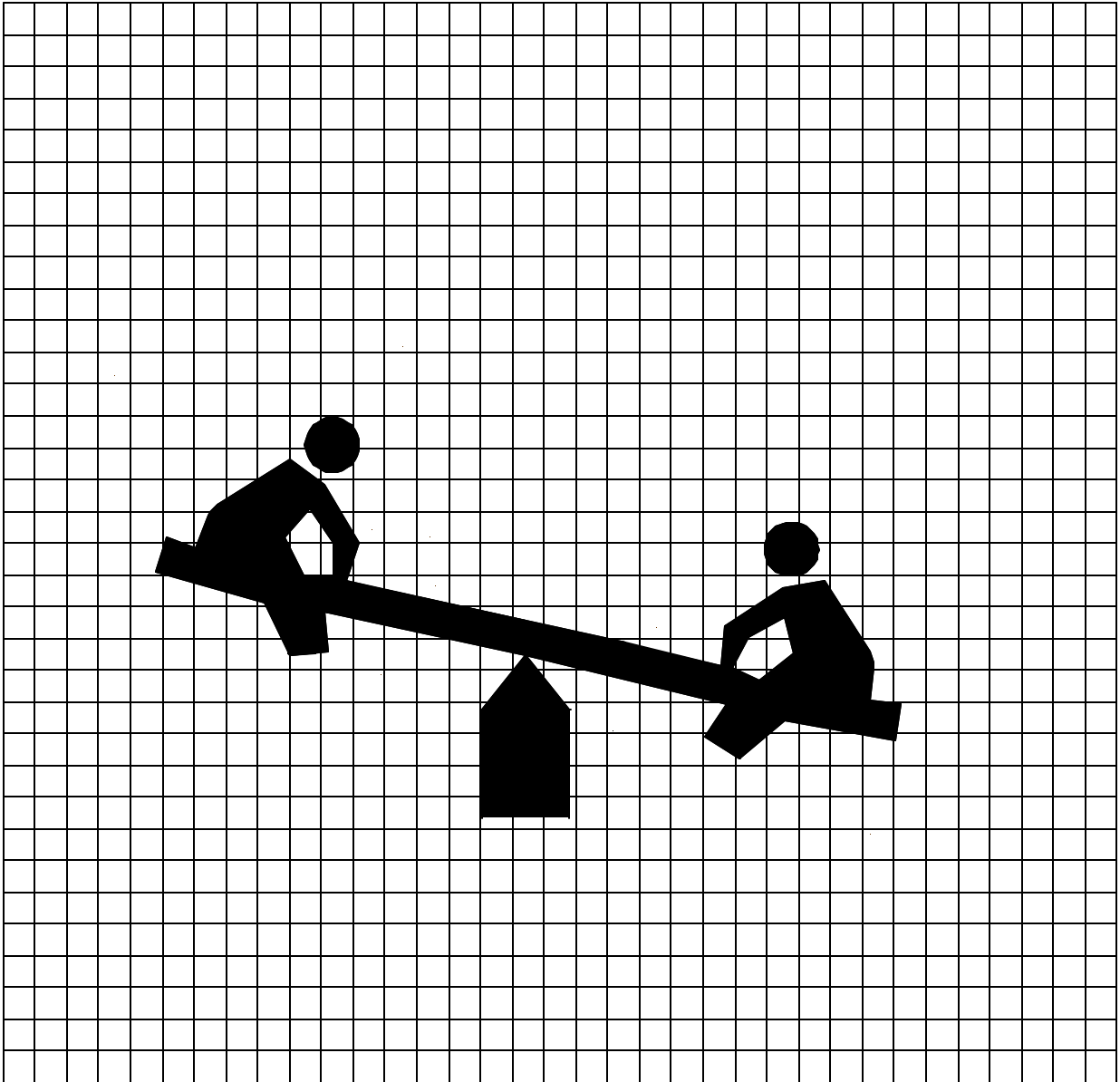
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	0.7	1.2	4.0	19	2.9
EST	61.0	0.9	1.6	5.5	25	3.8



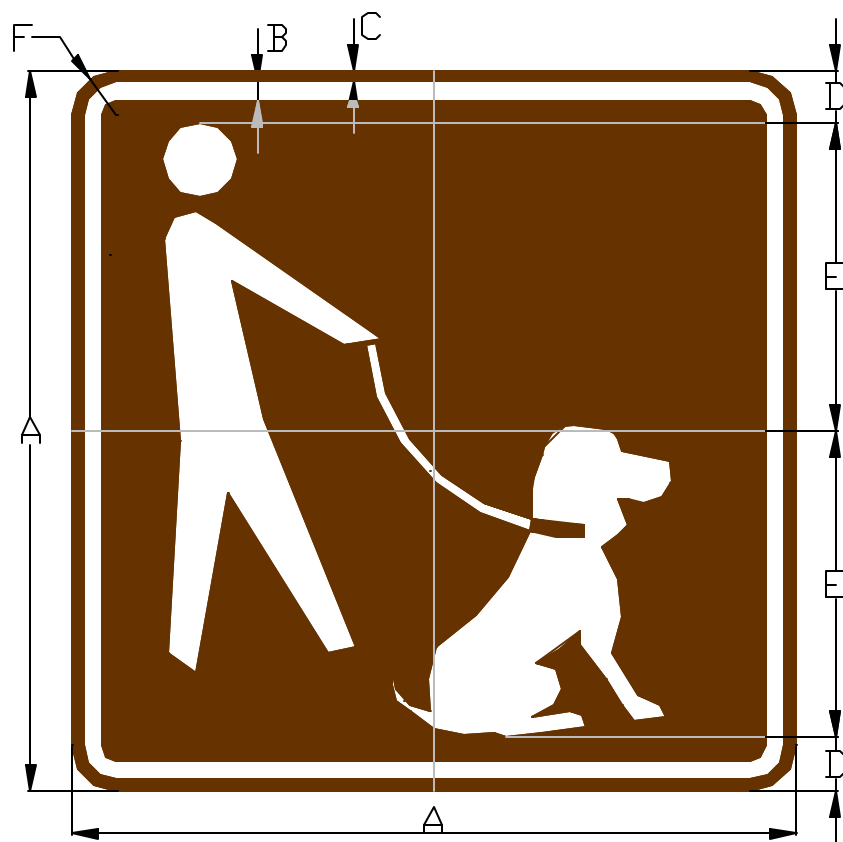


IR-1-11

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	0.7	1.2	13.0	10.0	2.9
EST	61.0	0.9	1.6	17.5	13.0	3.8

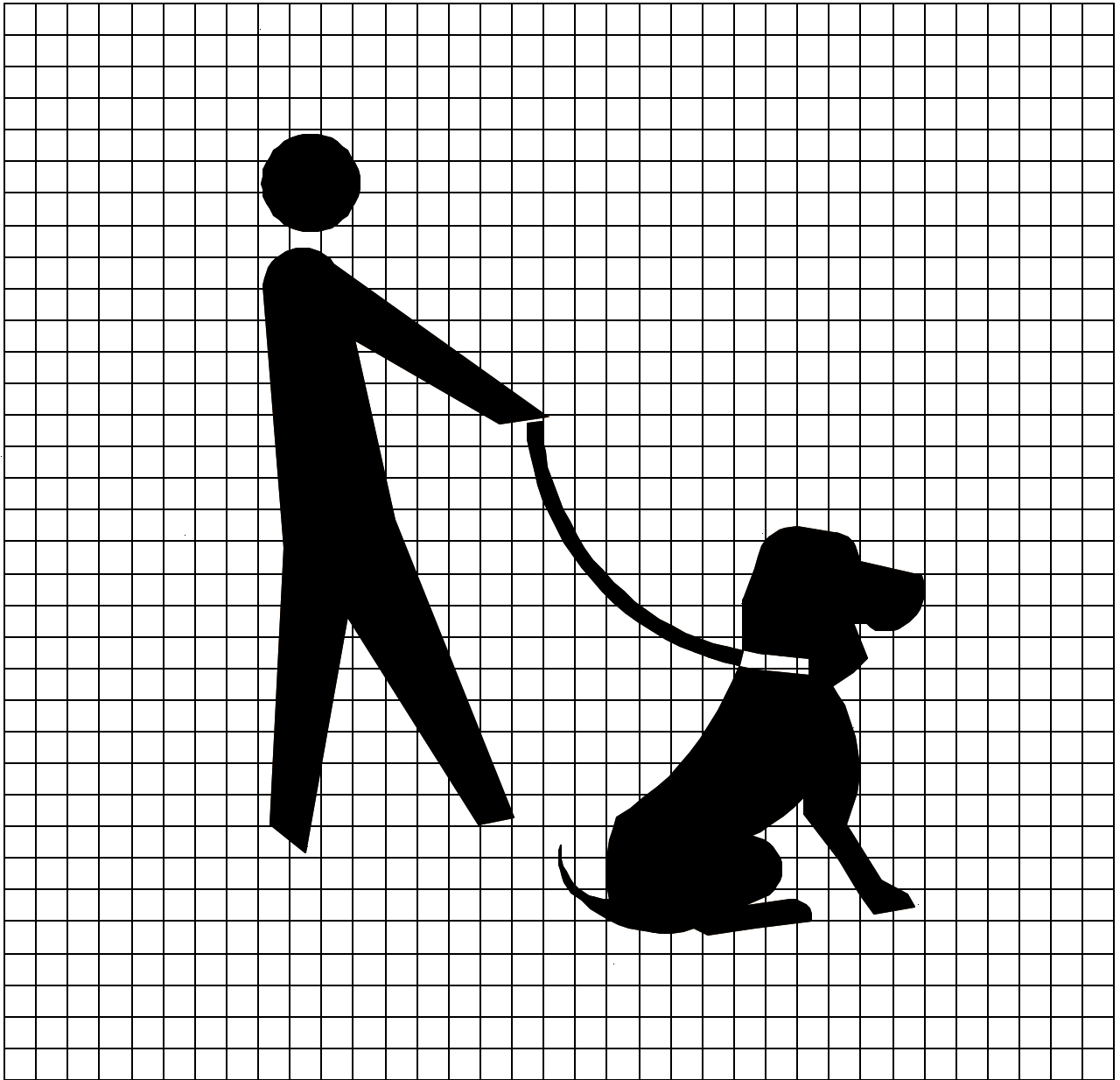


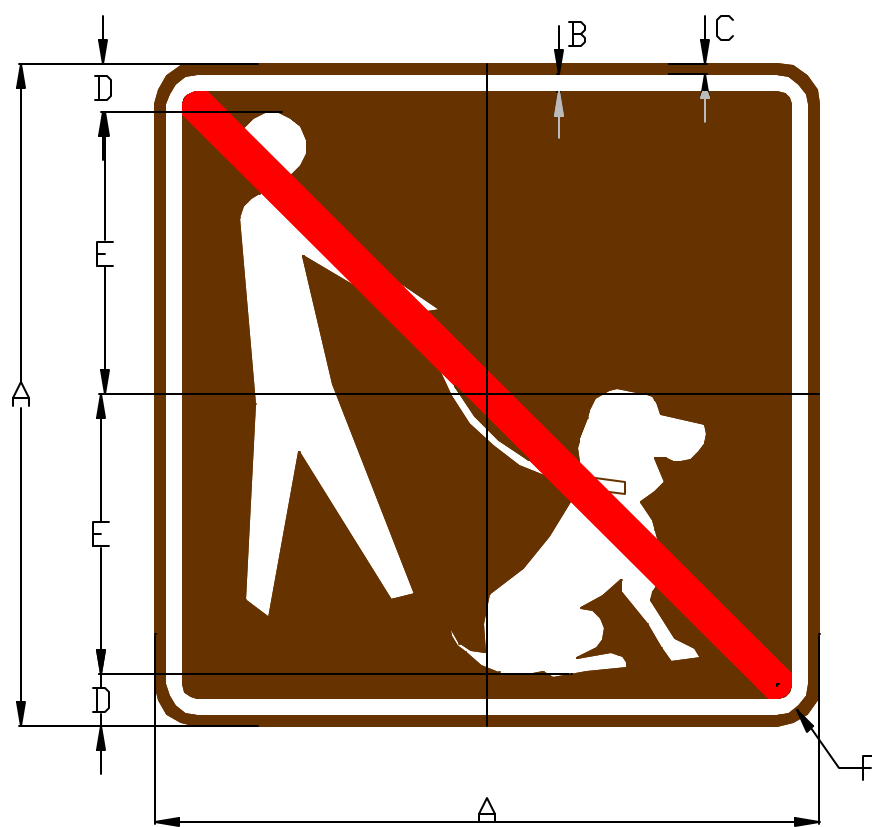




IR-2-1

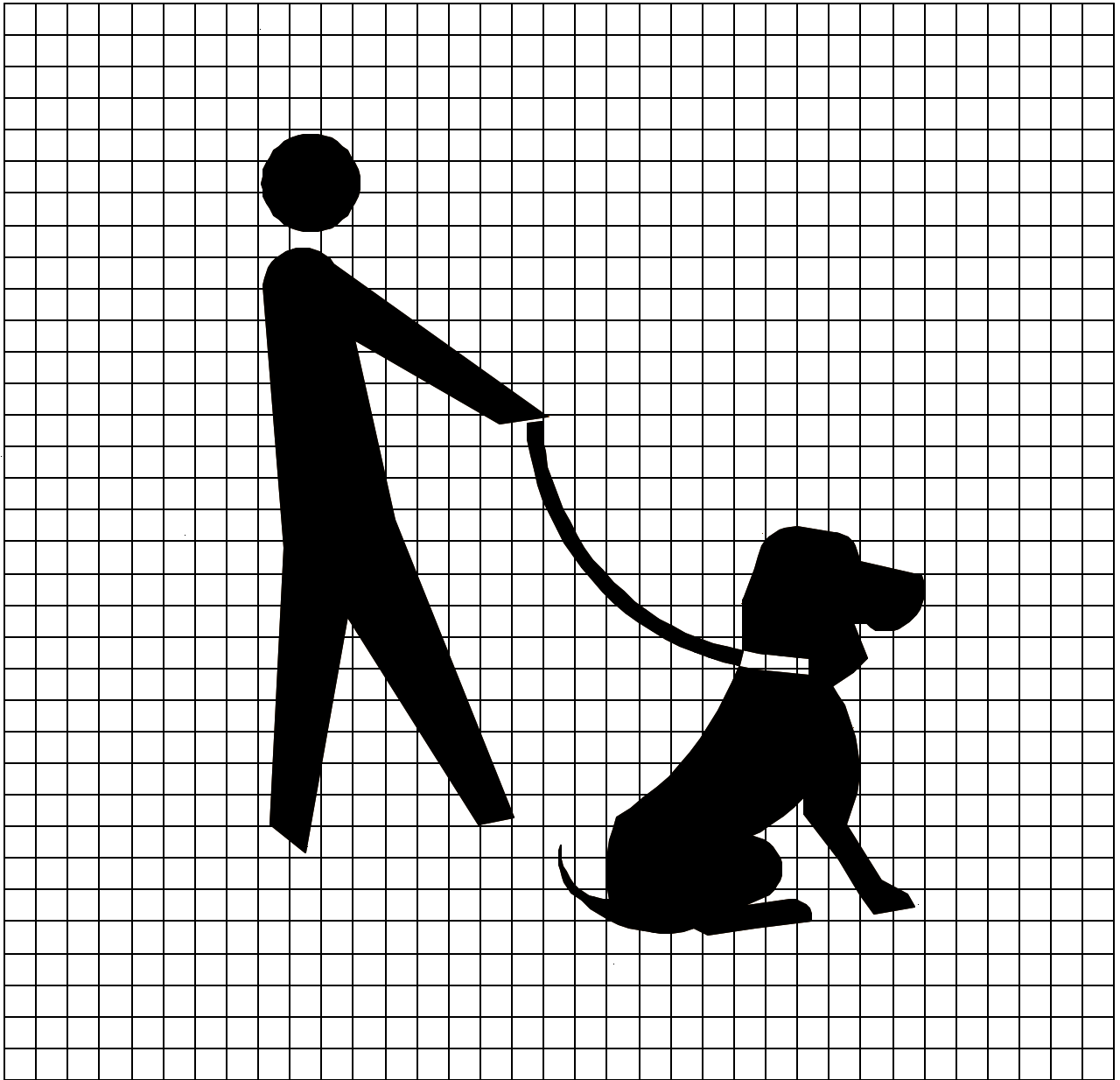
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	3.0	20.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	4.5	26.0	3.8

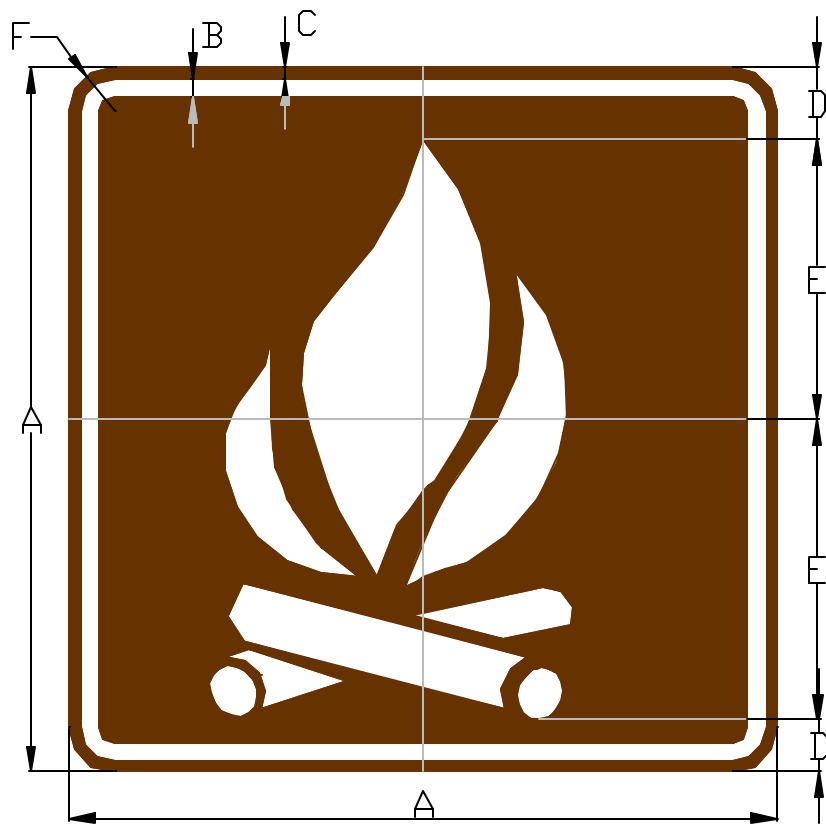




IR-2-2

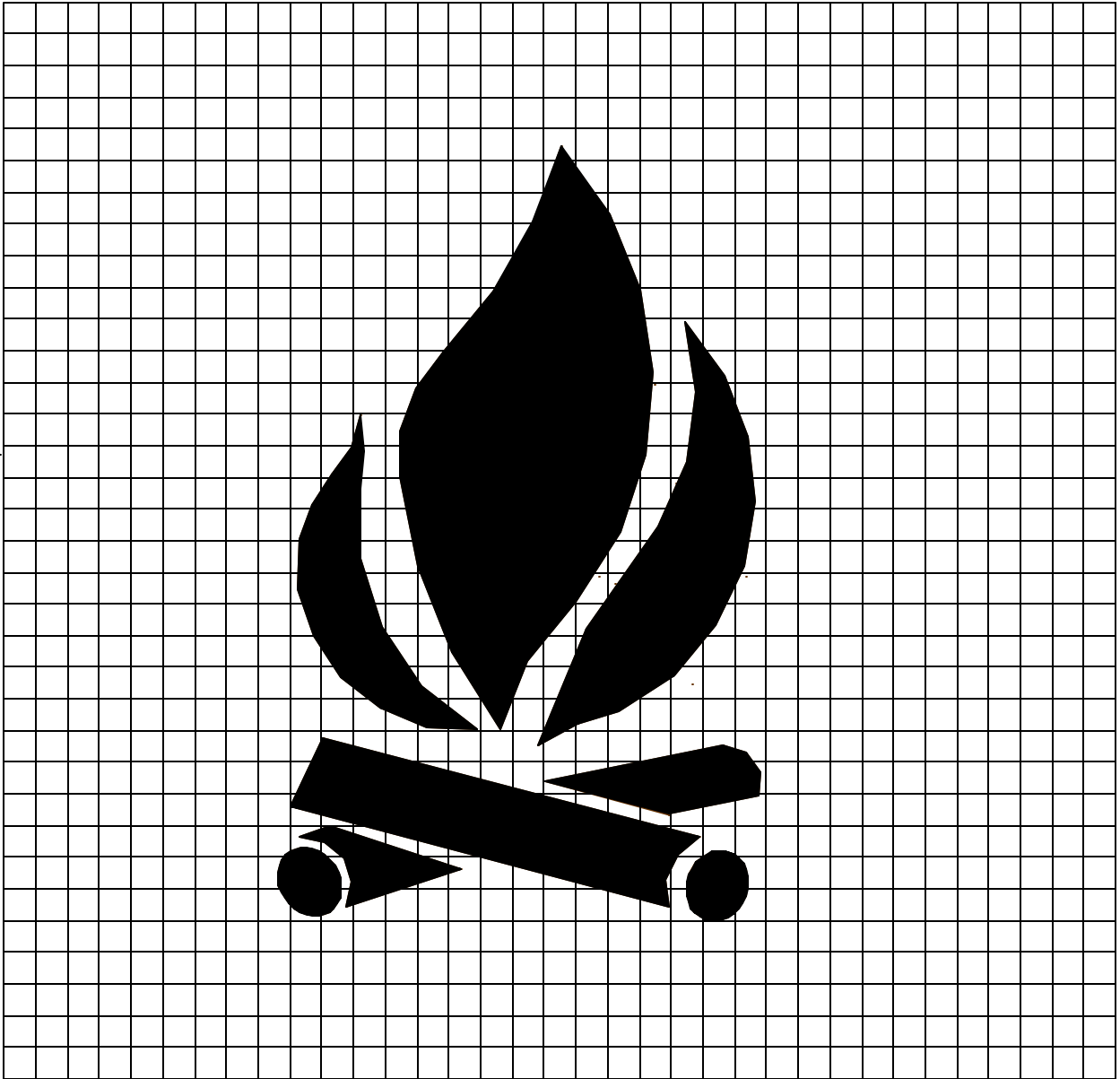
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	3.0	20.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	4.5	26.0	3.8

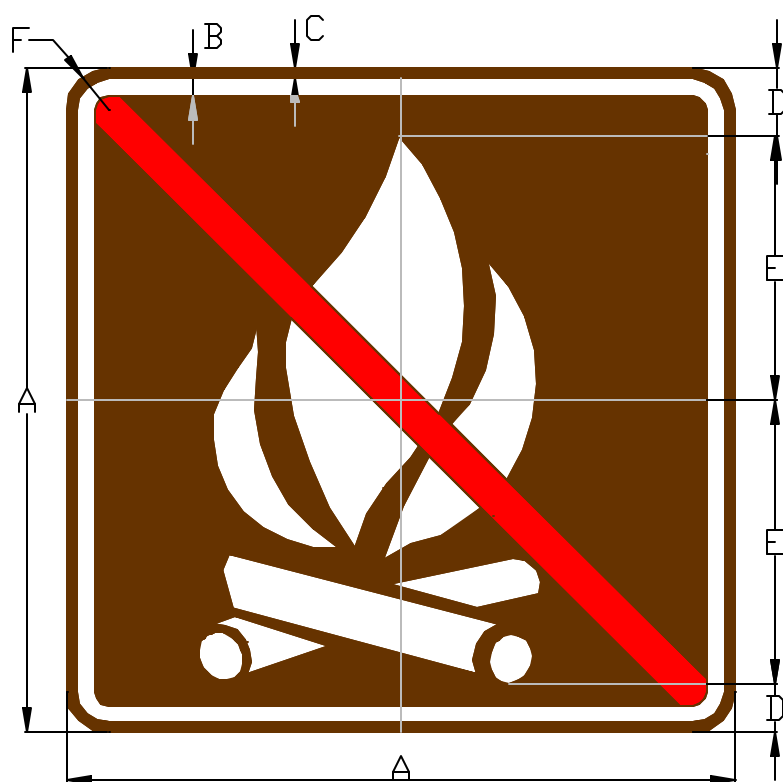




IR-2-3

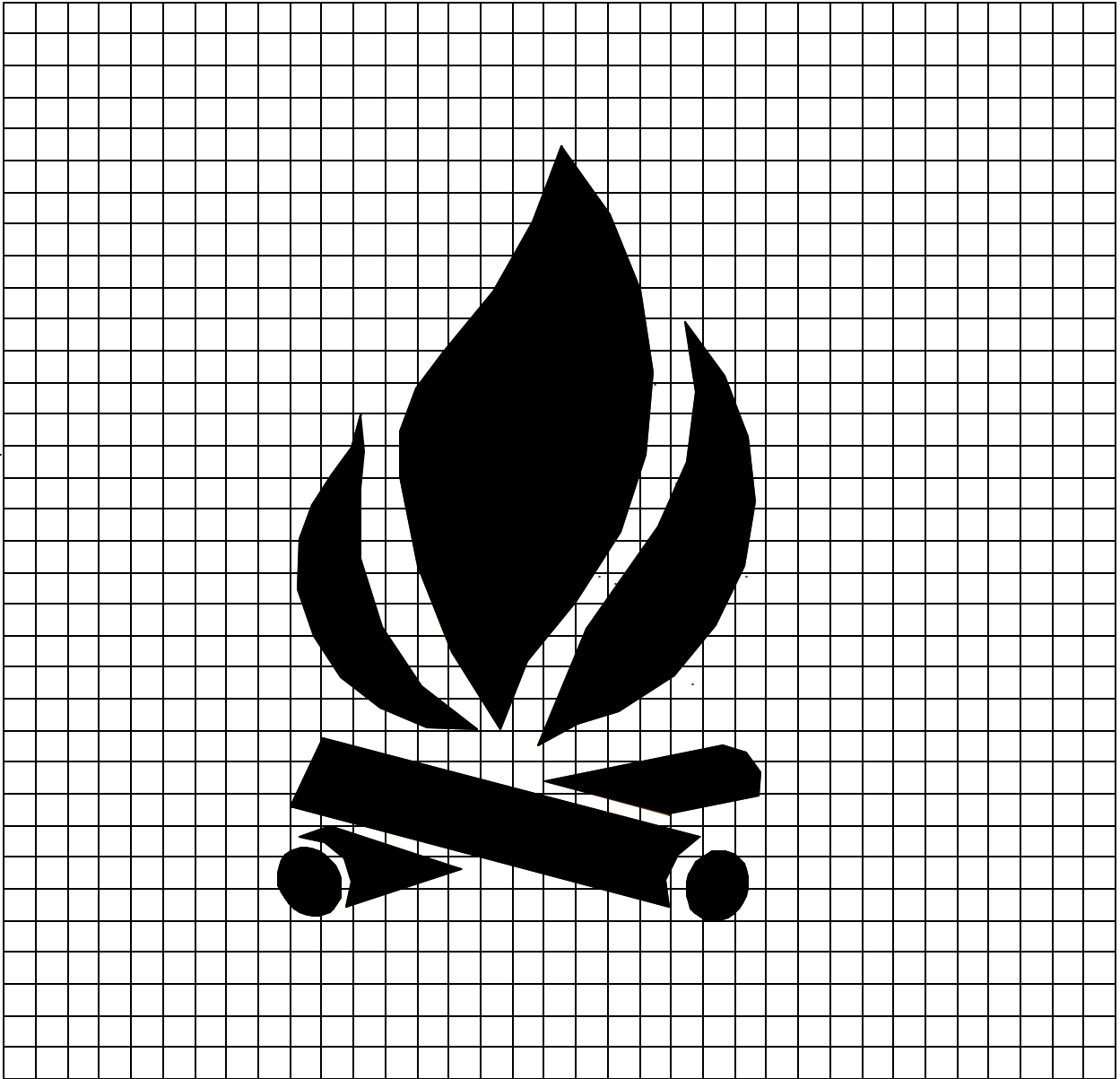
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	3.5	19.5	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	5.5	25.0	3.8



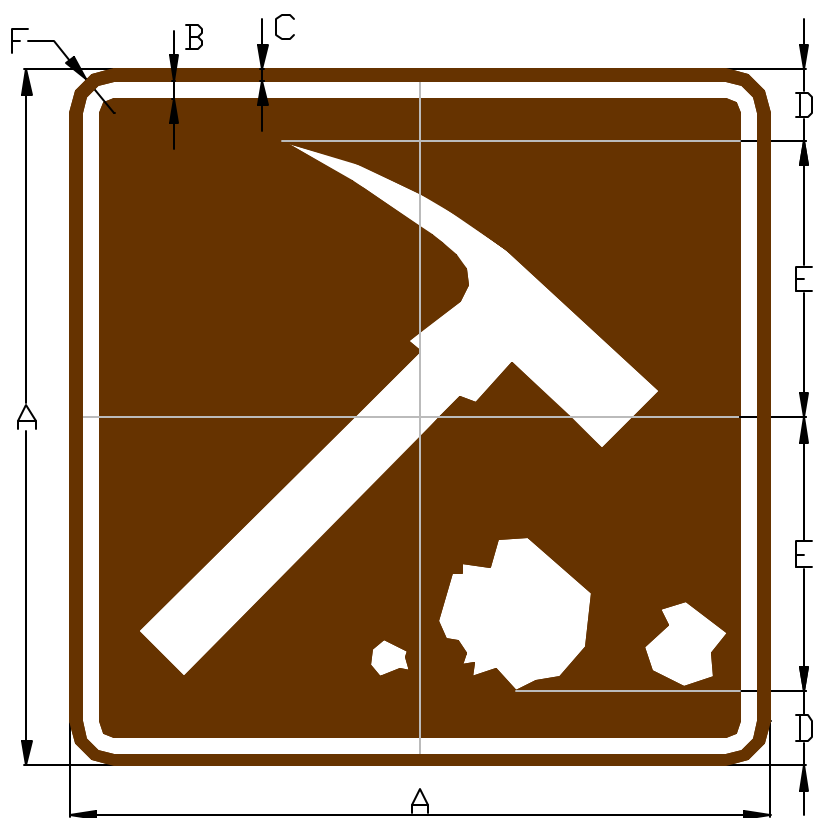


IR-2-4

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	3.5	19.5	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	5.5	25.0	3.8

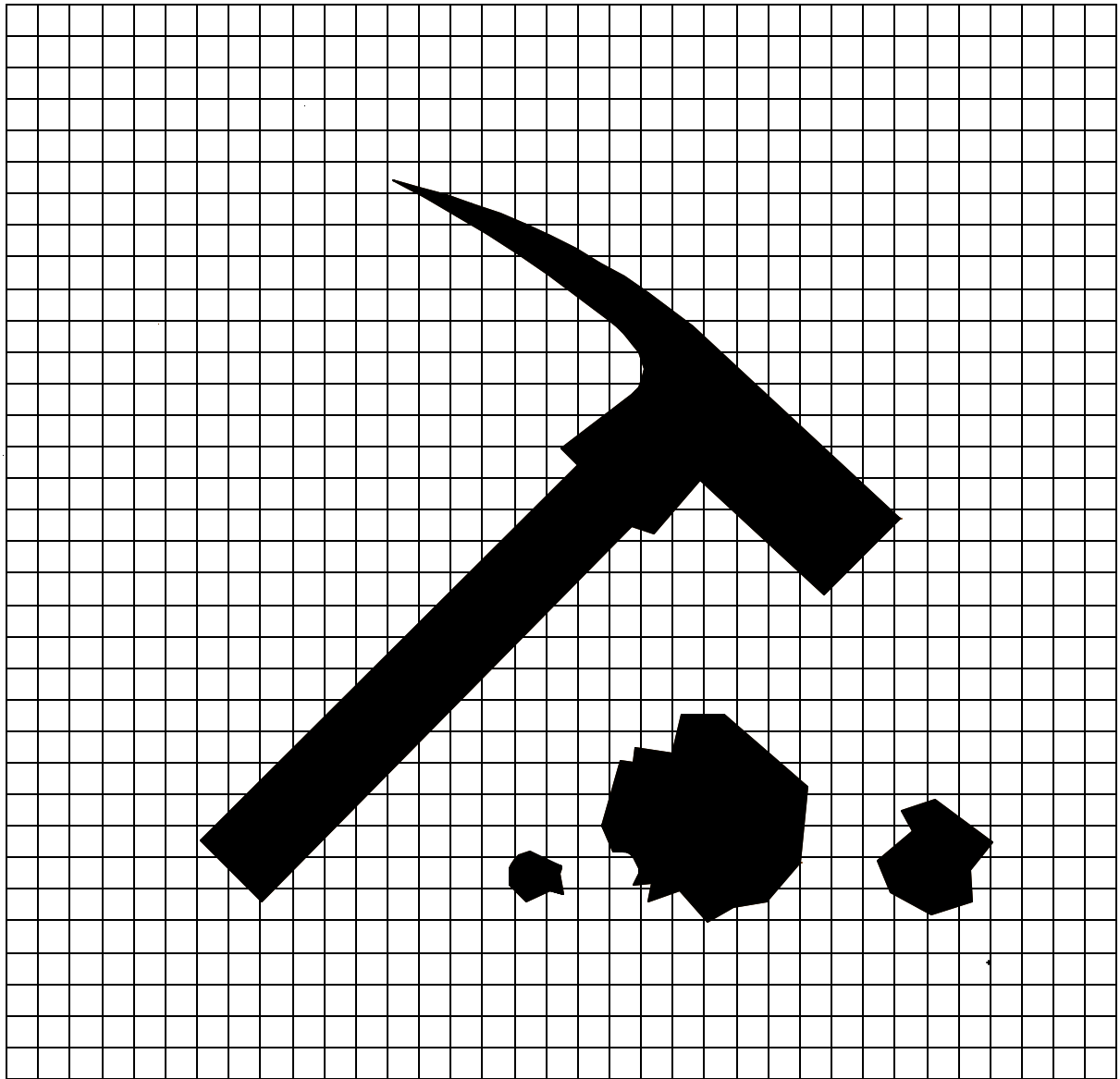


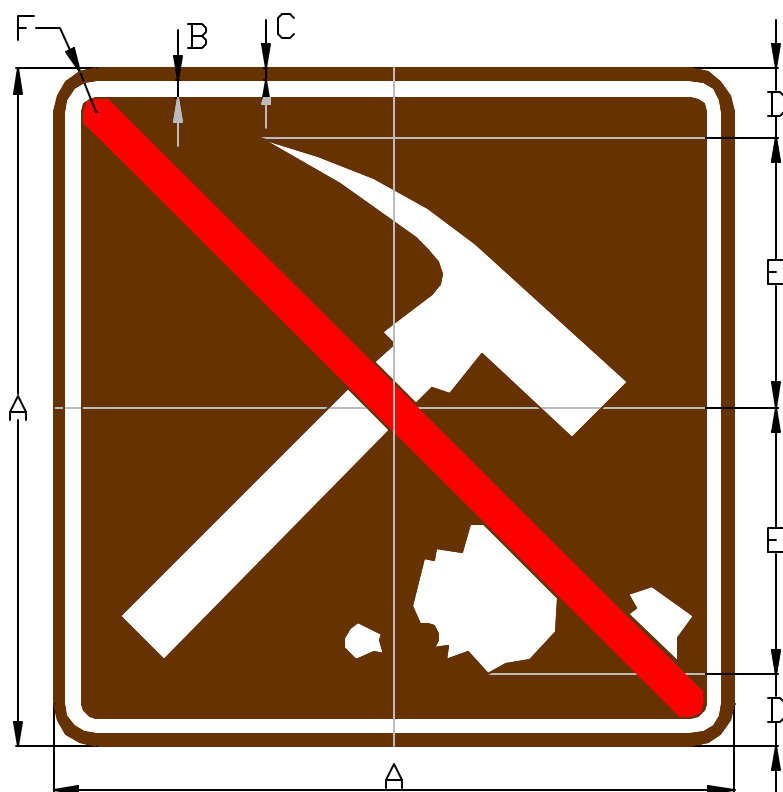




IR-2-5

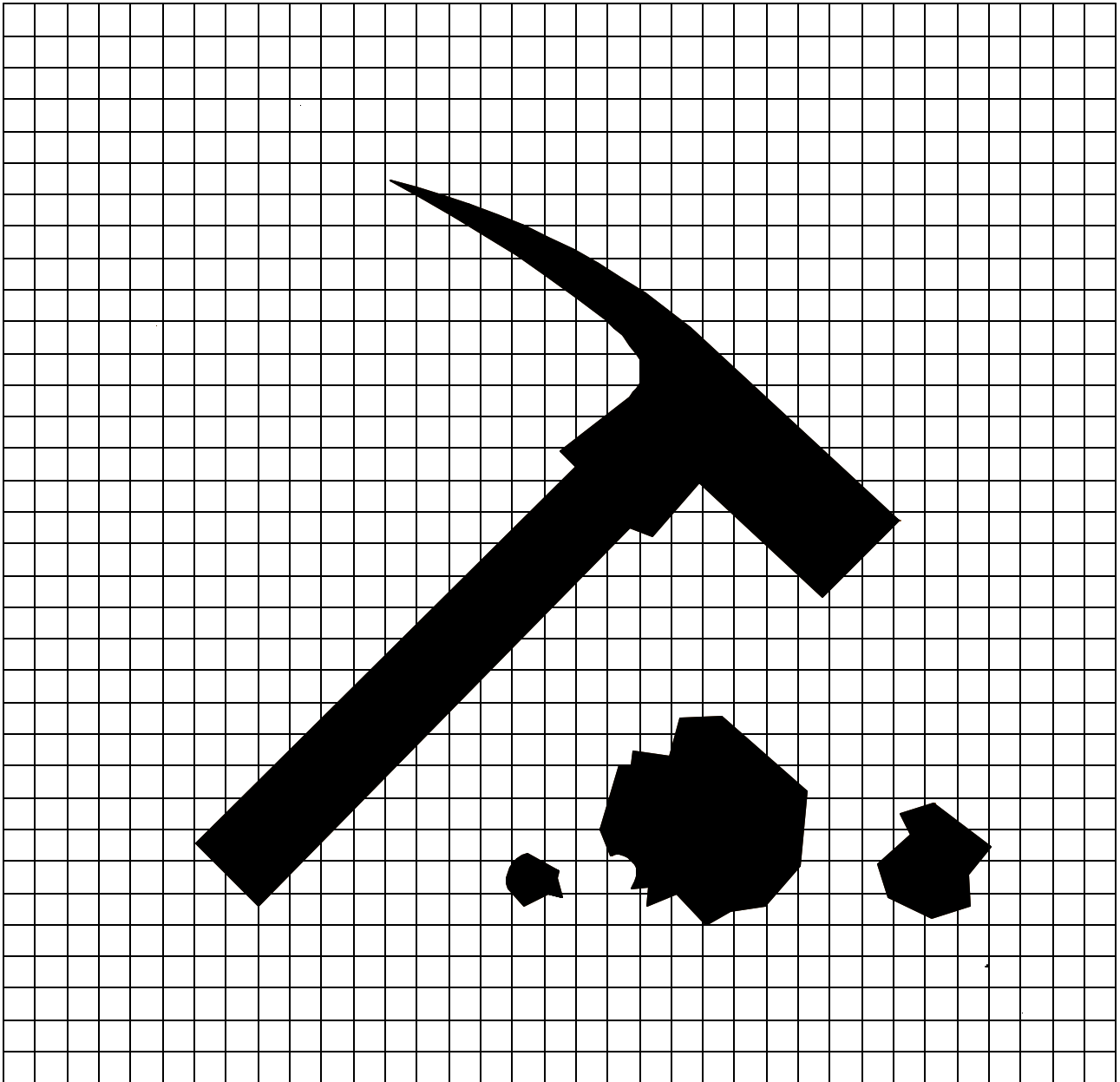
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	5.0	18.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	6.5	24.0	3.8



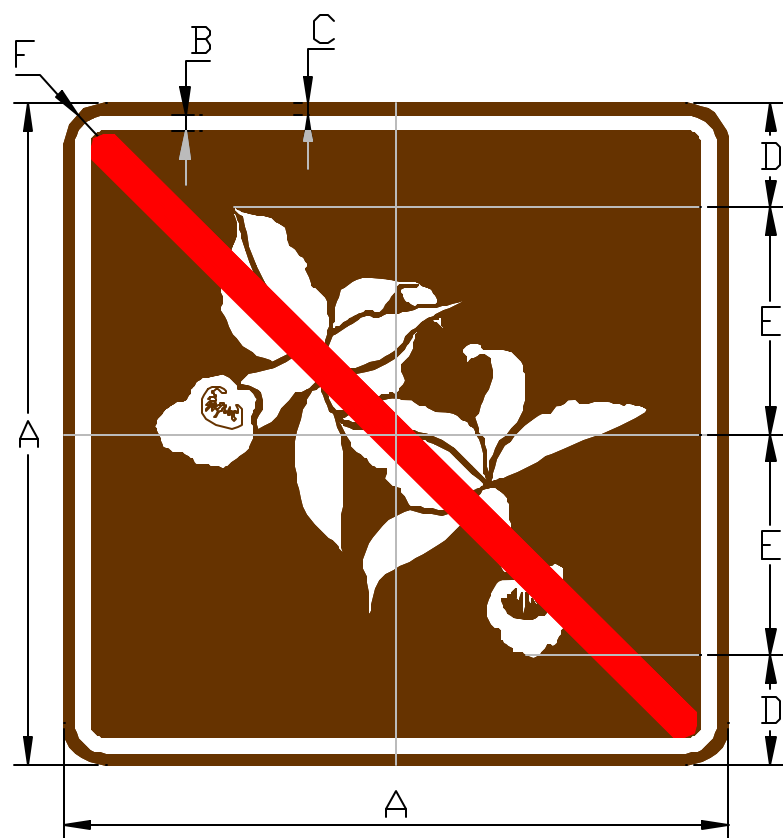


IR-2-6

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	5.0	18.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	6.5	24.0	3.8

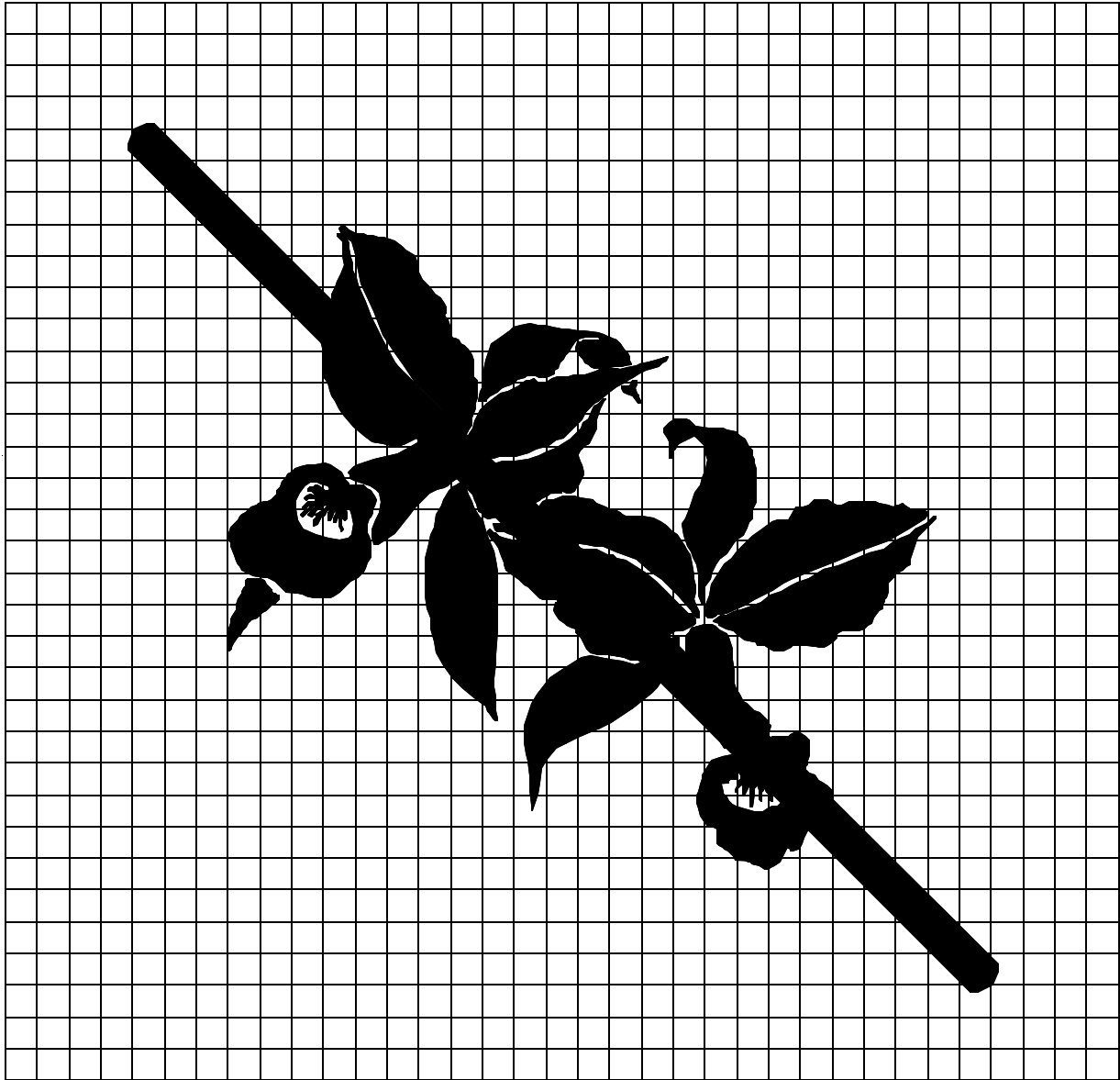


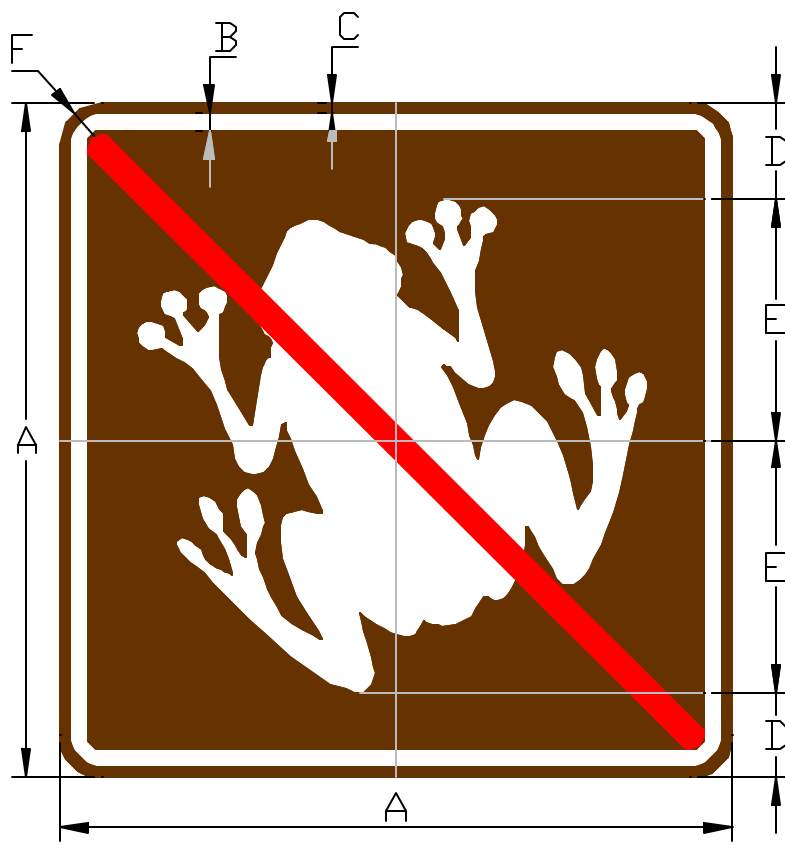
C.916



IR-2-7

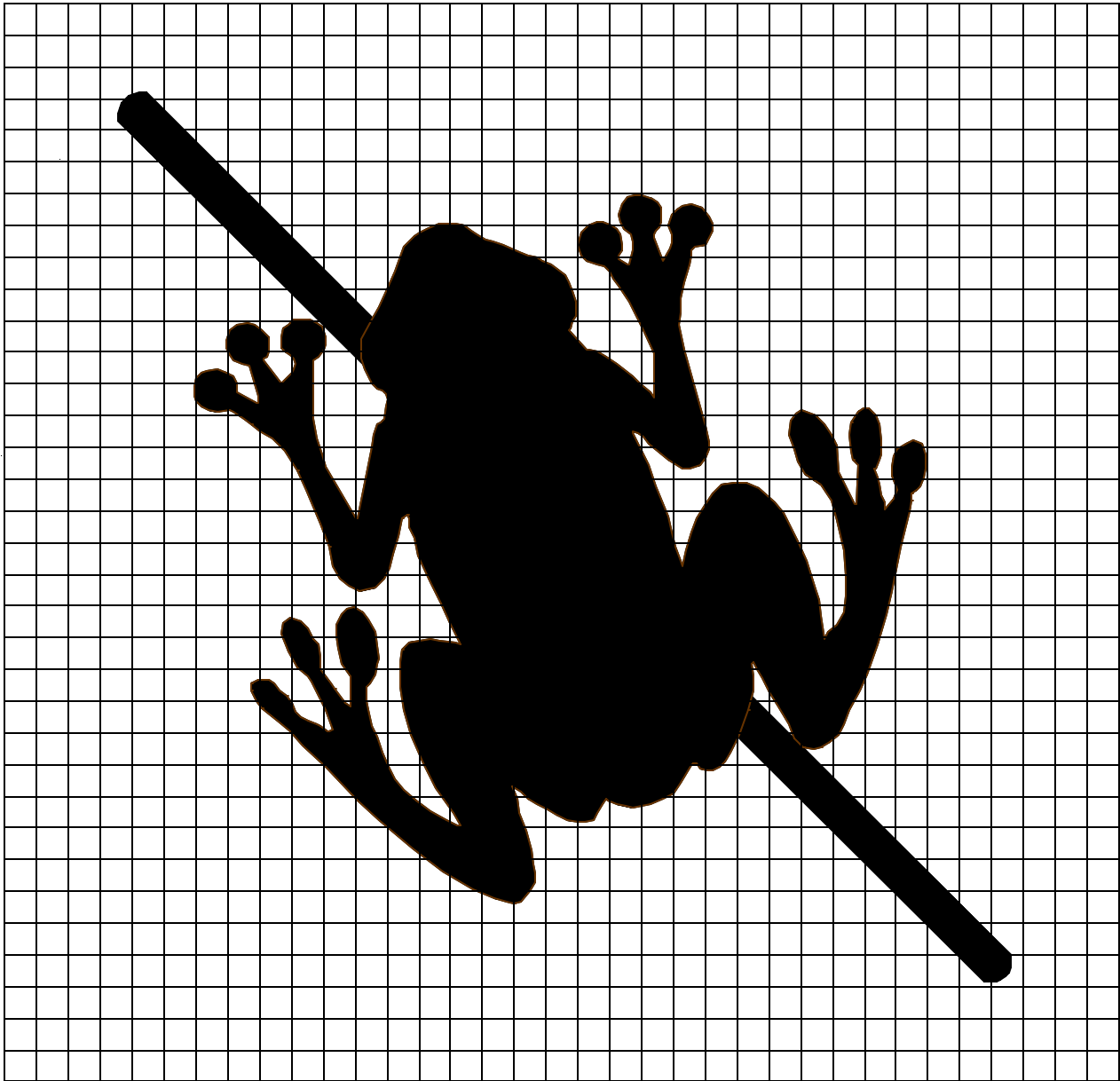
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	7.2	15.8	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	9.5	21.0	3.8



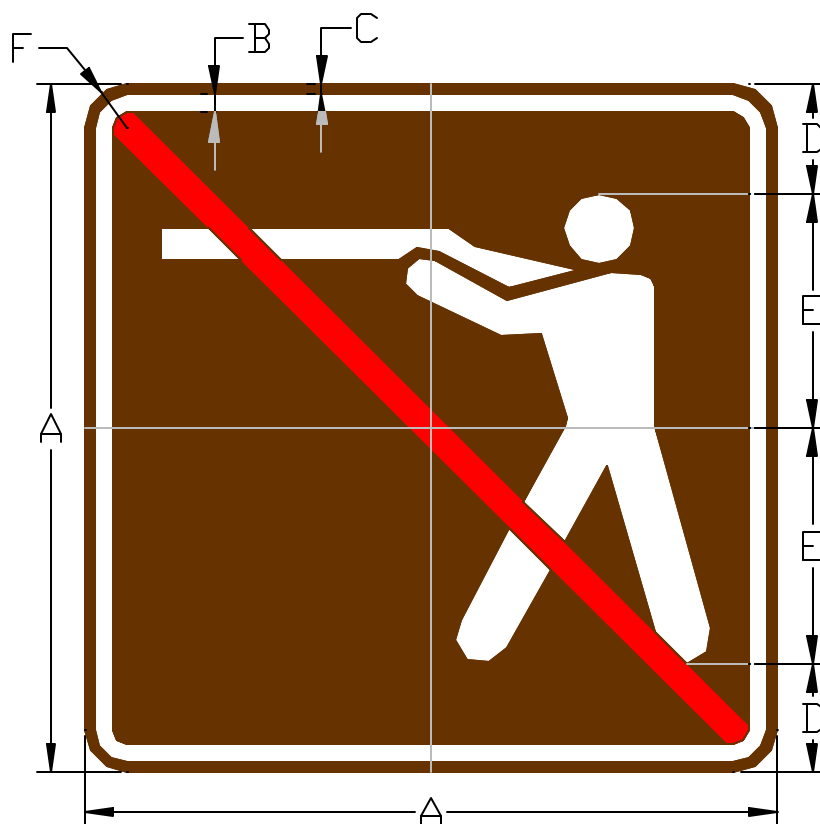


IR-2-8

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	6.2	16.8	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	8.2	22.3	3.8

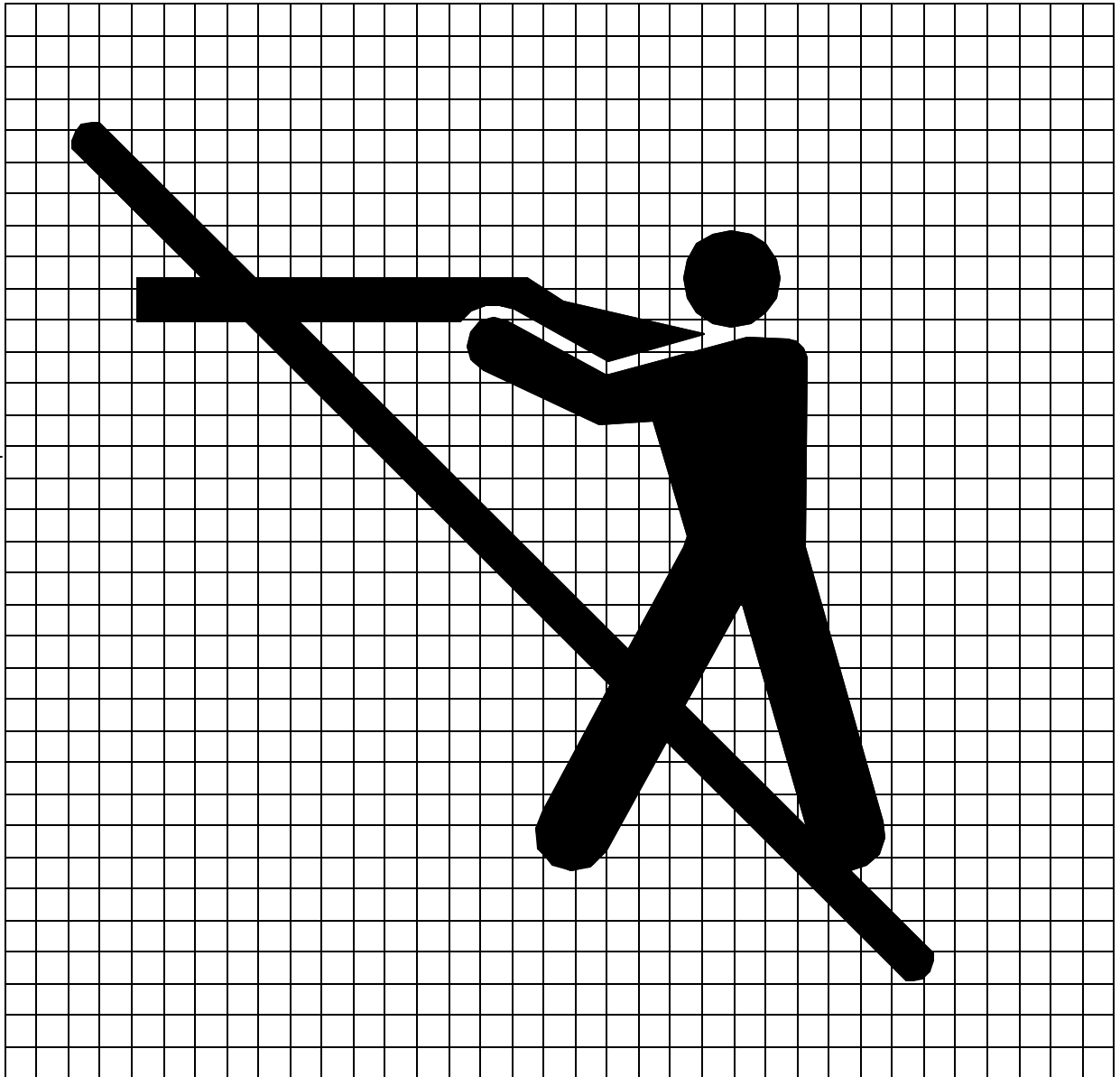


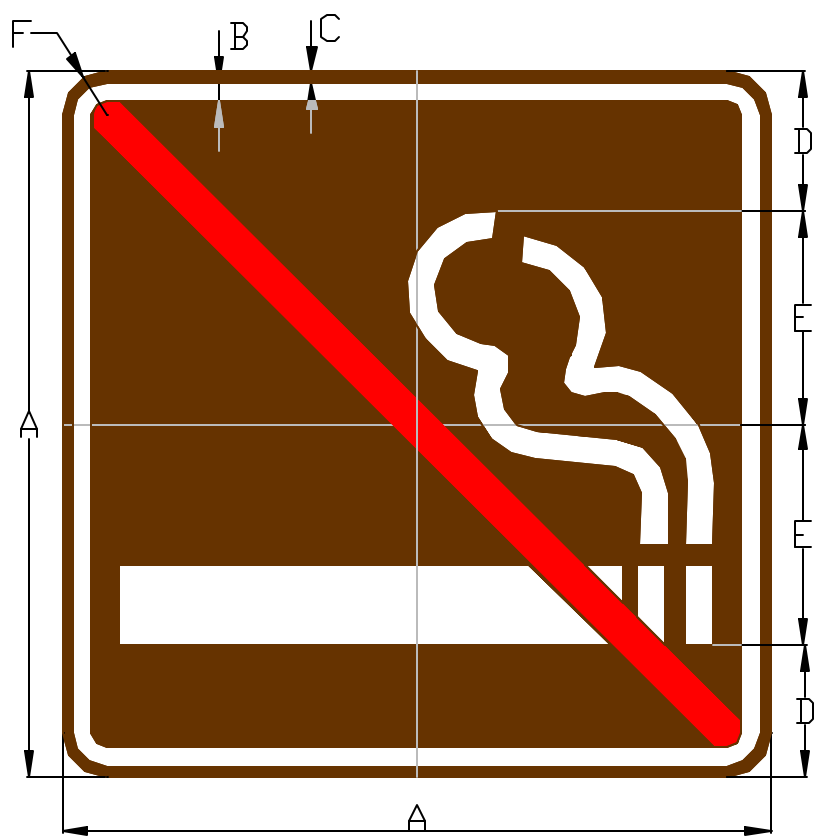




IR-2-9

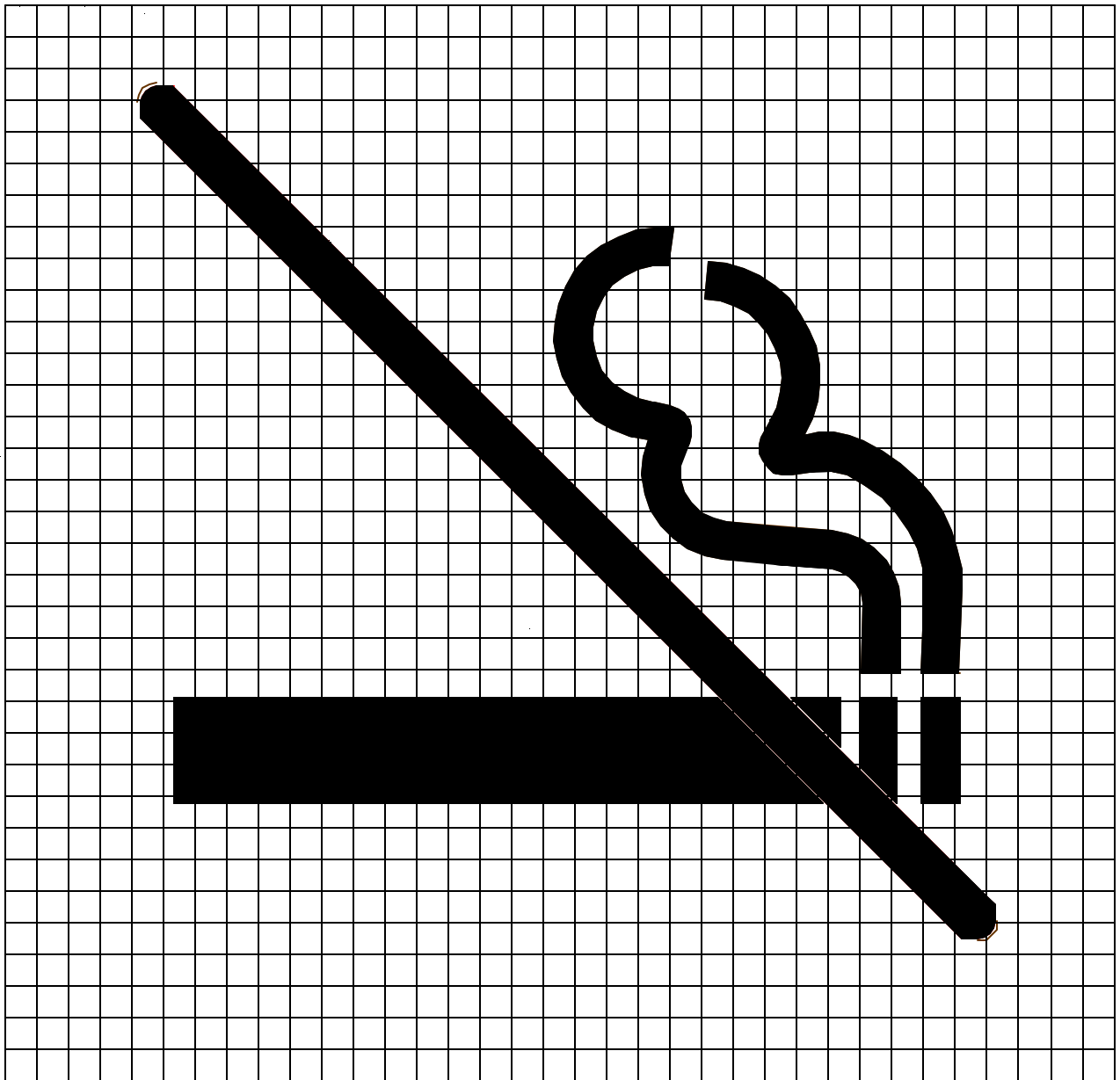
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	7.2	15.8	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	9.5	21.0	3.8

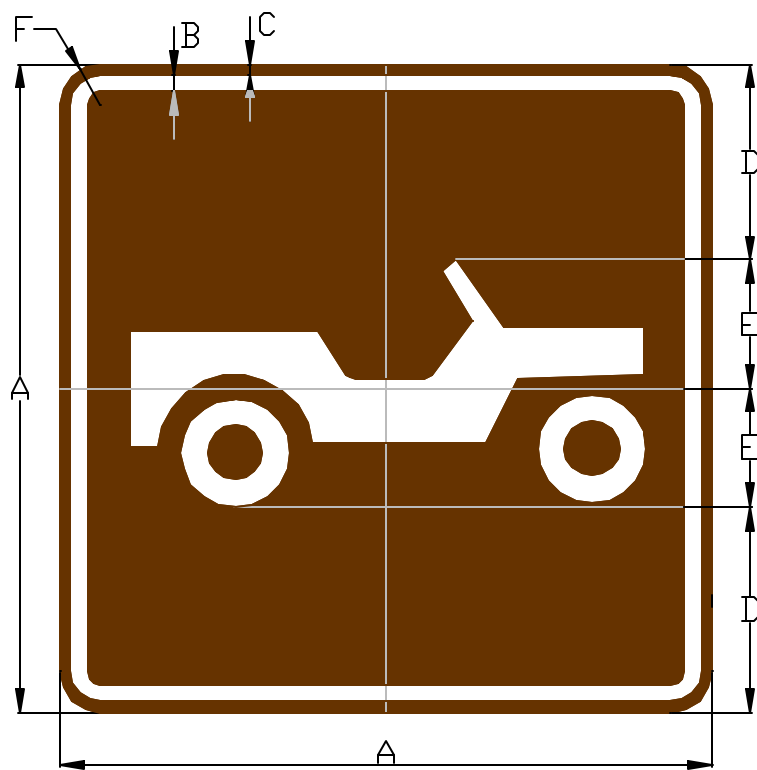




IR-2-10

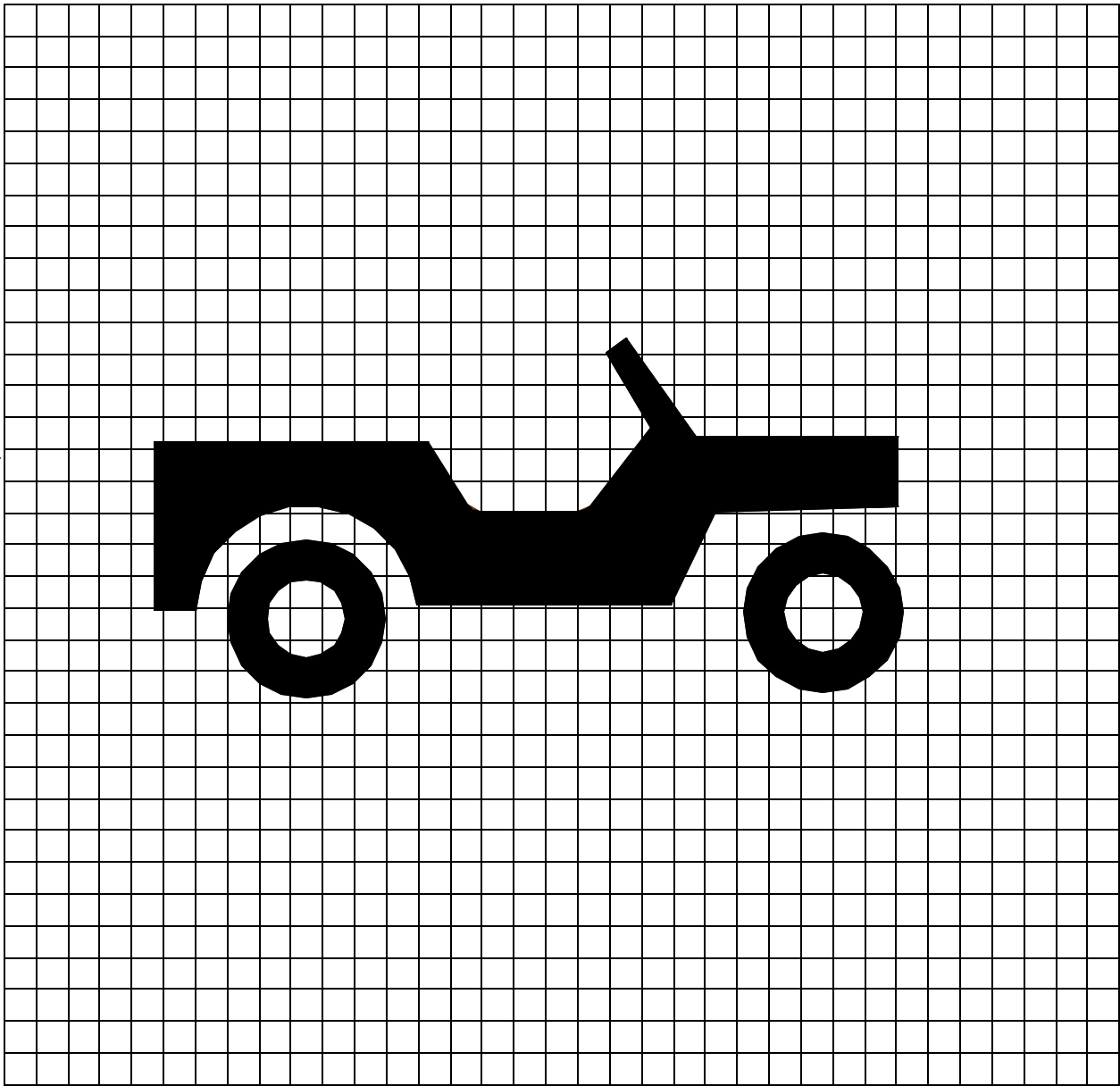
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	9.0	14.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	12.0	18.5	3.8

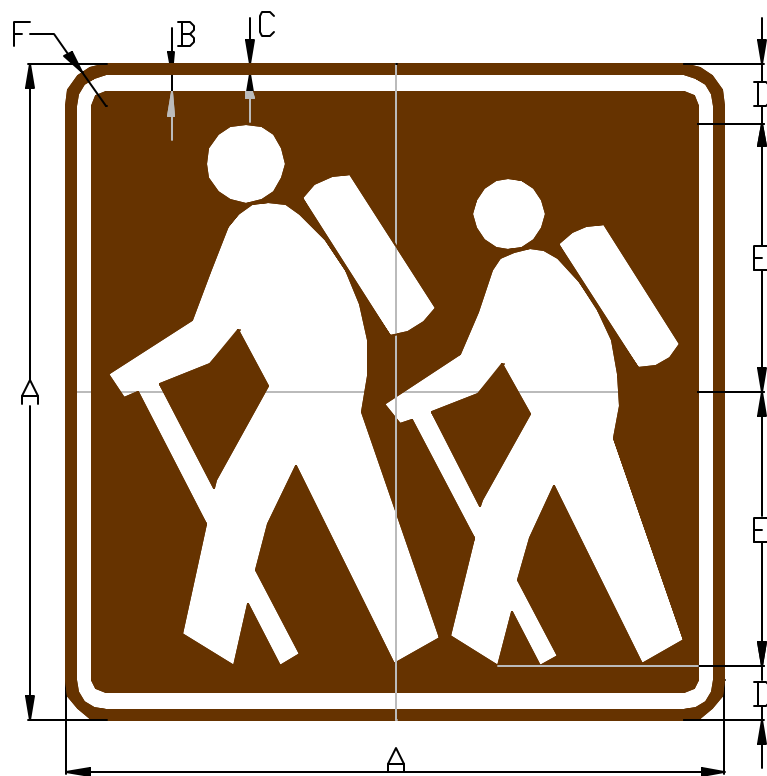




IR-2-11

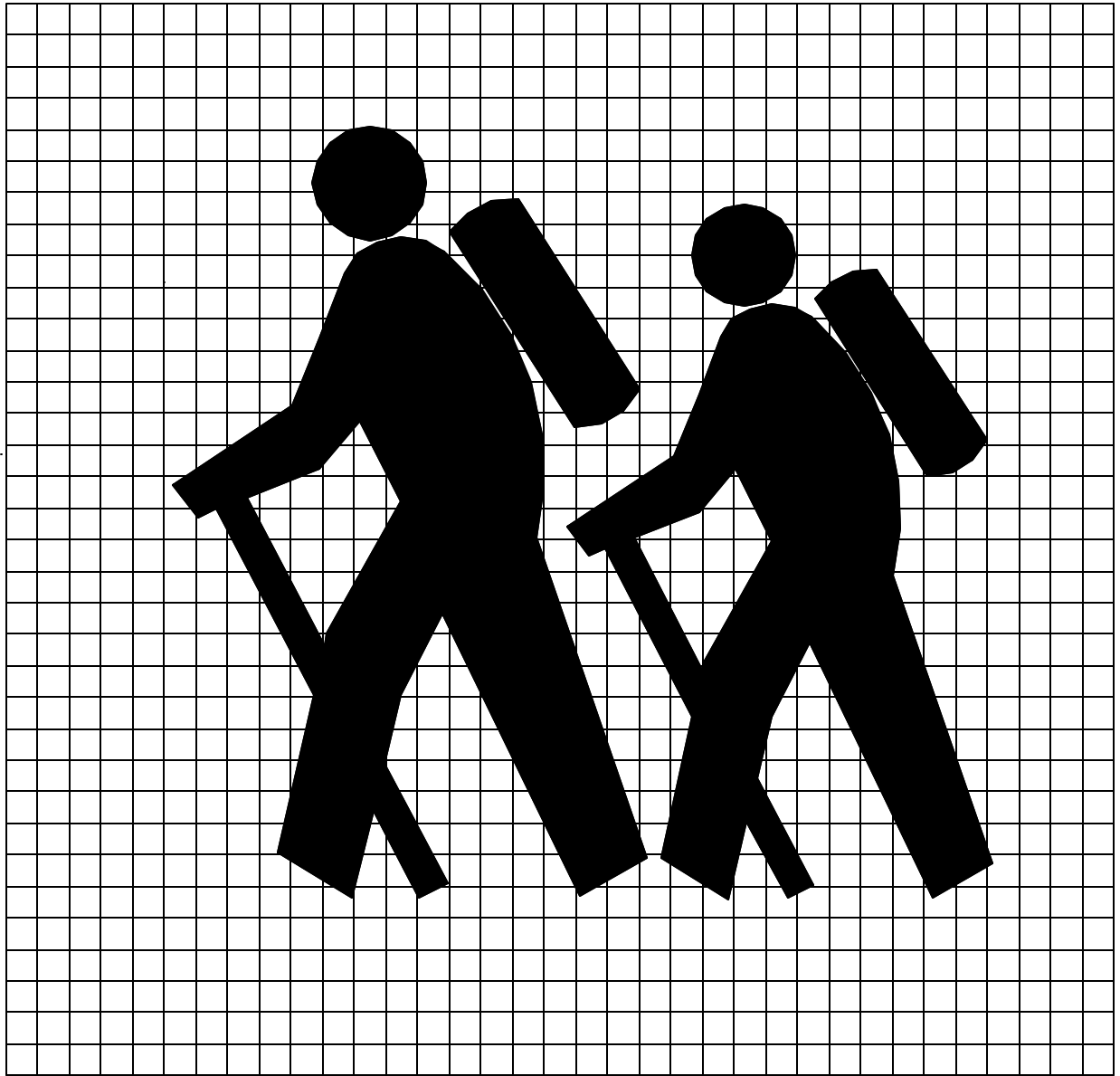
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	14.3	8.7	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	18.5	11.5	3.8



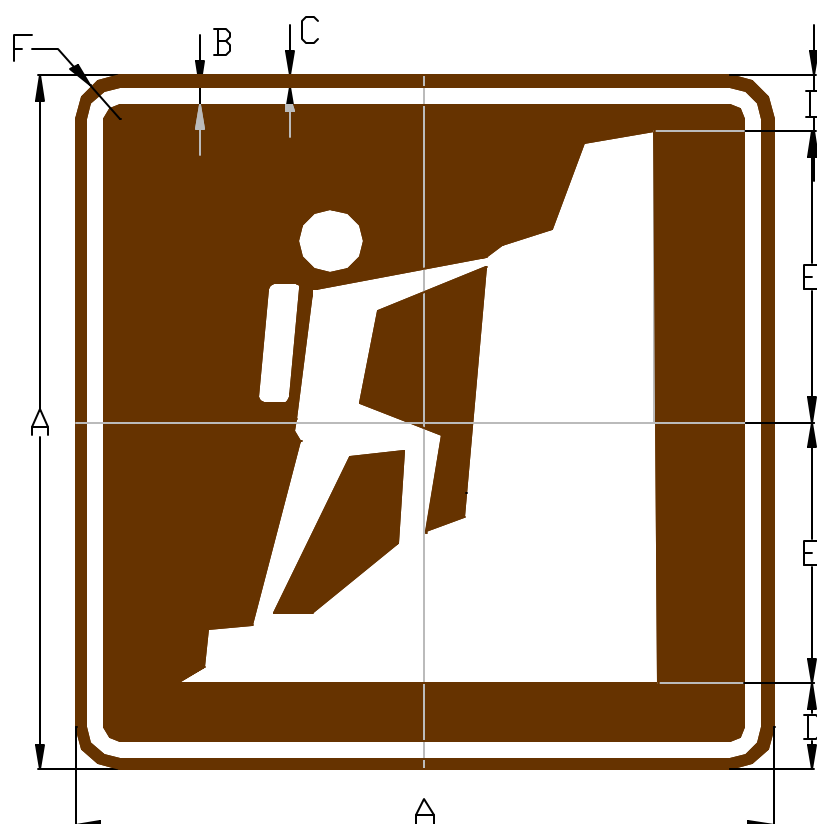


IR-3-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	C	B	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	4.0	19.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	5.0	25.5	3.8

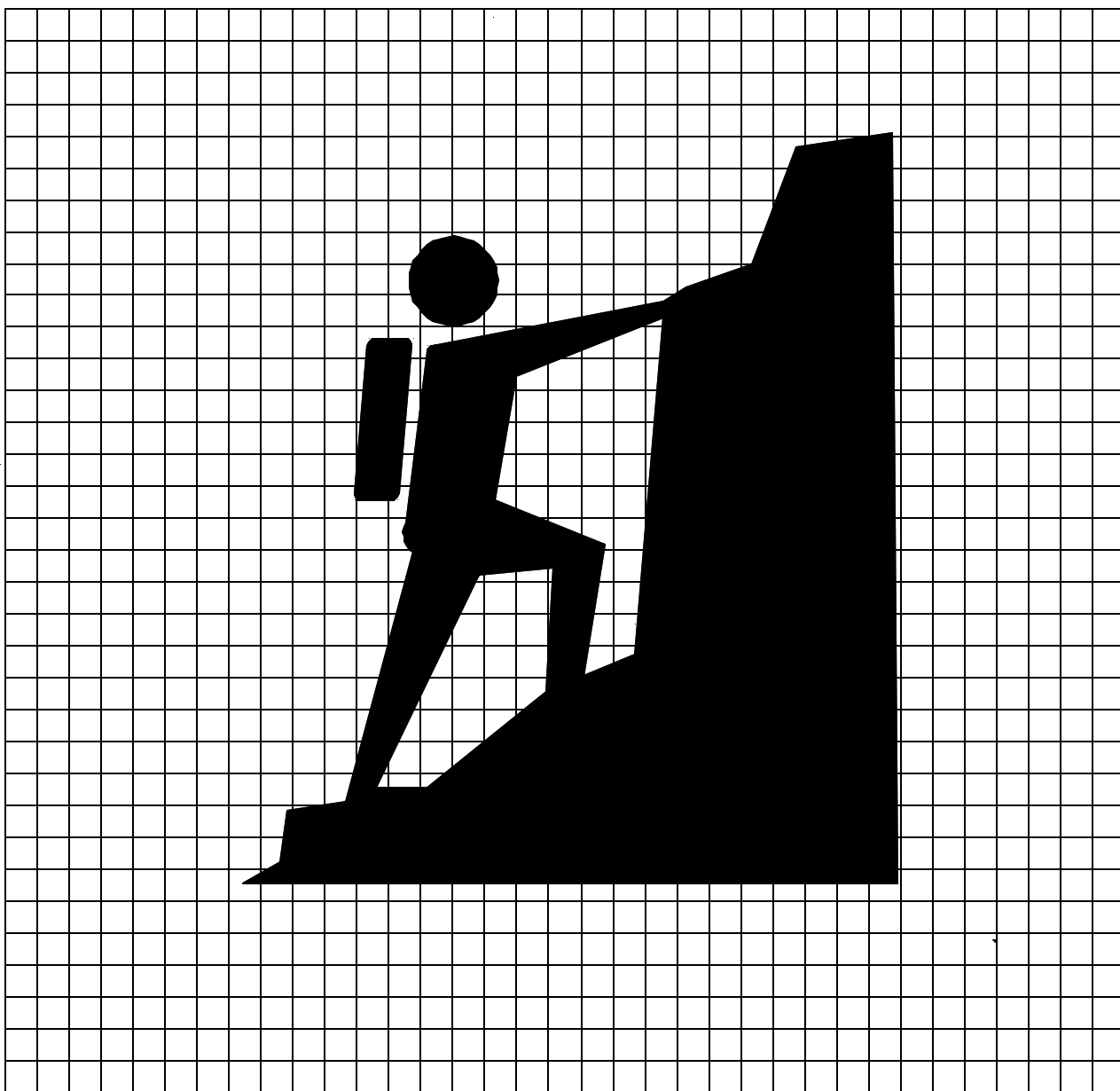


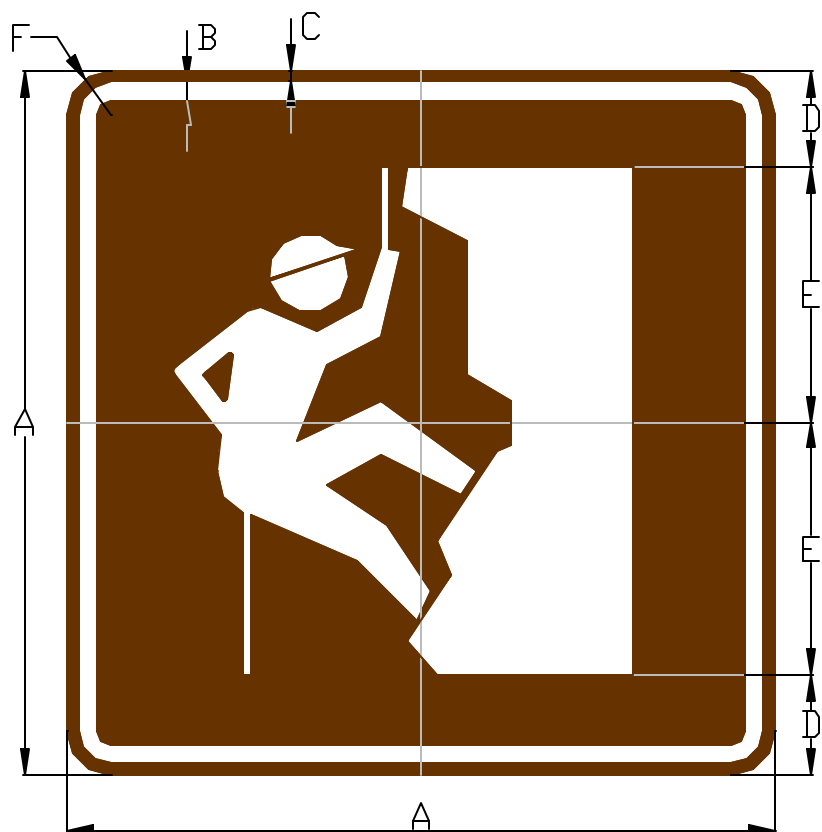




IR-3-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	5.0	18.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	6.5	24.0	3.8

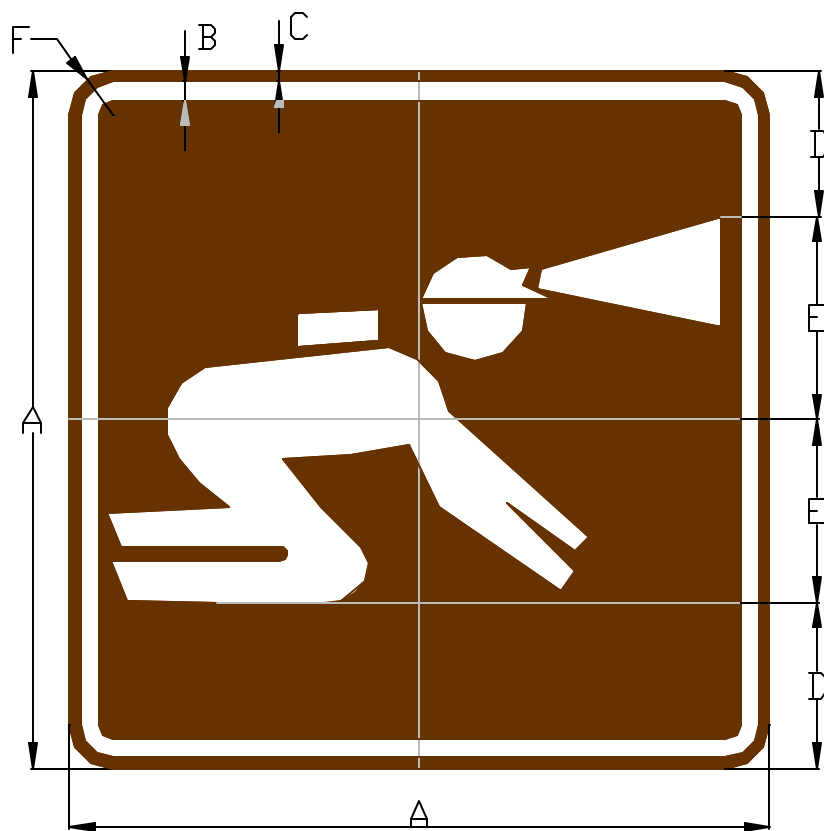




IR-3-3

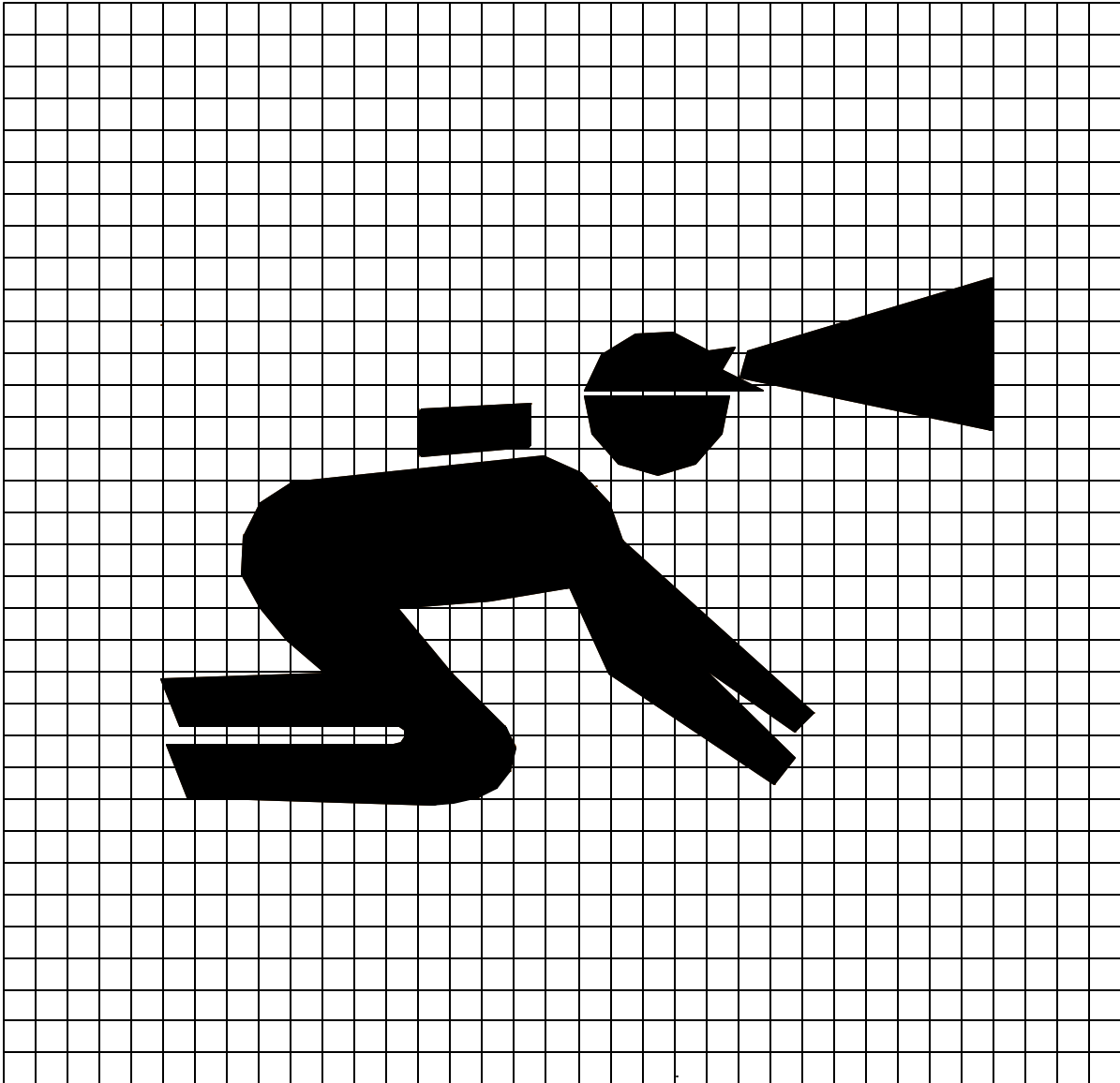
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	6.0	17.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	8.5	22.0	3.8

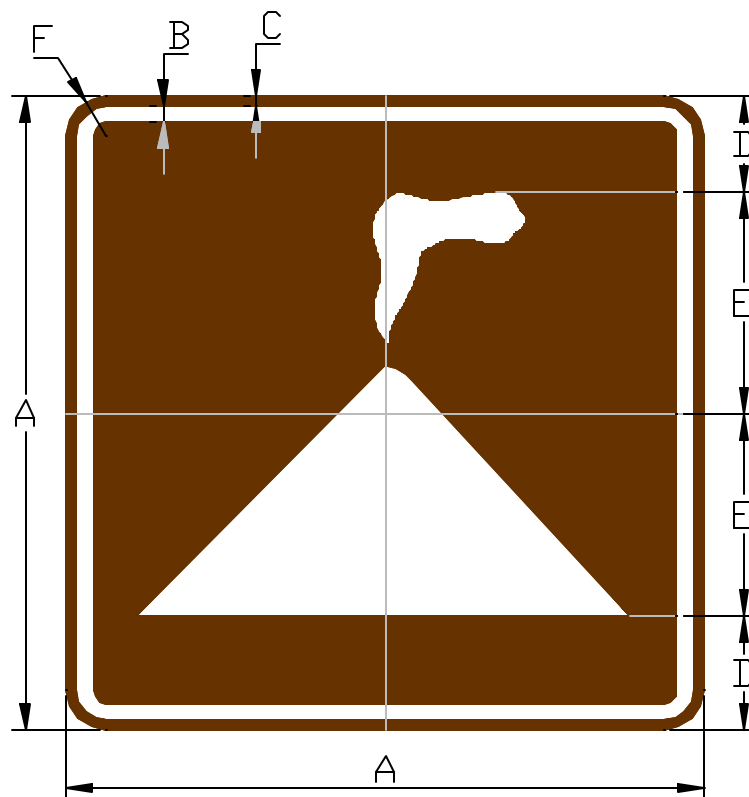




IR-3-4

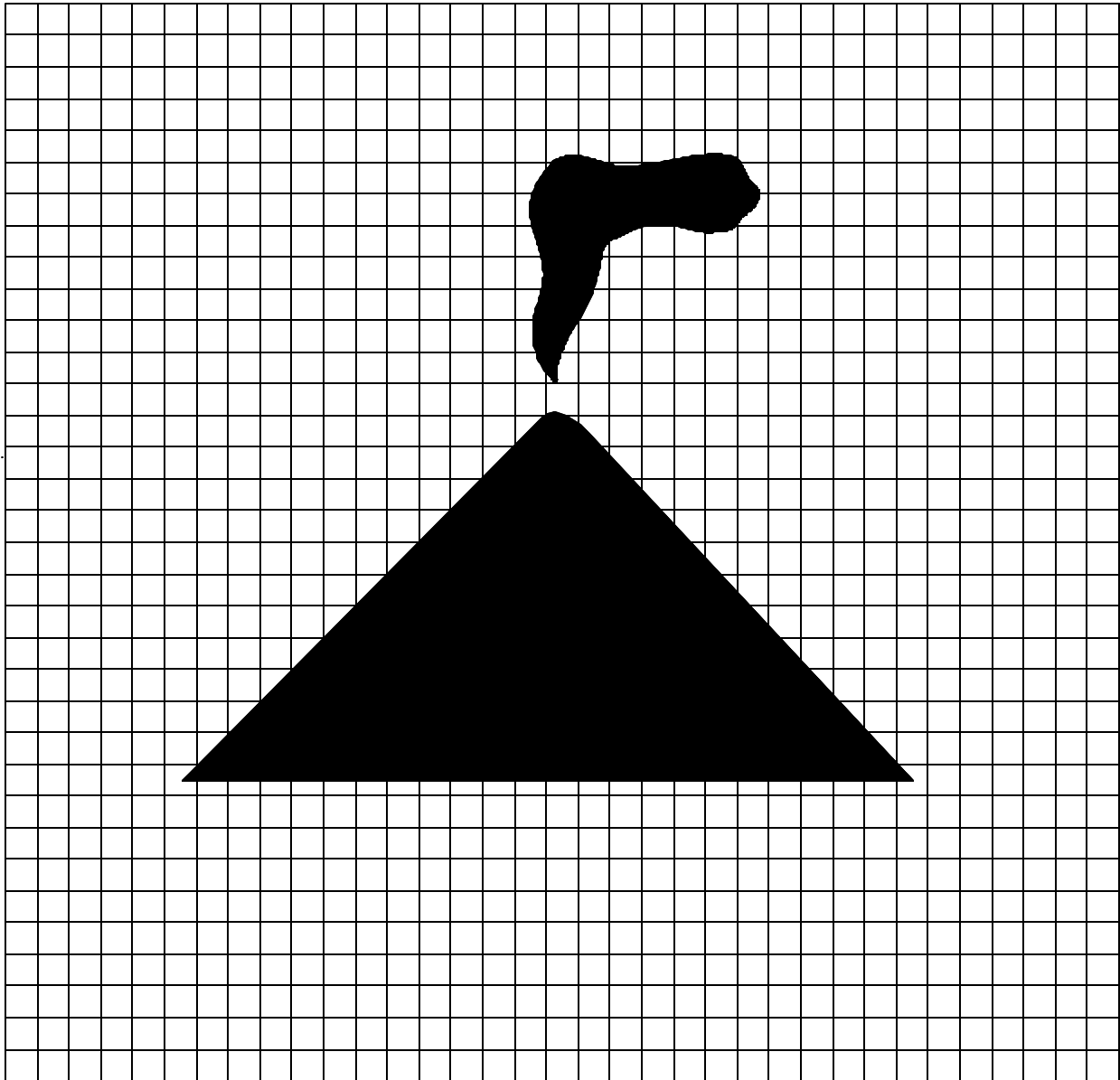
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	10.0	13.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	13.5	17.0	3.8



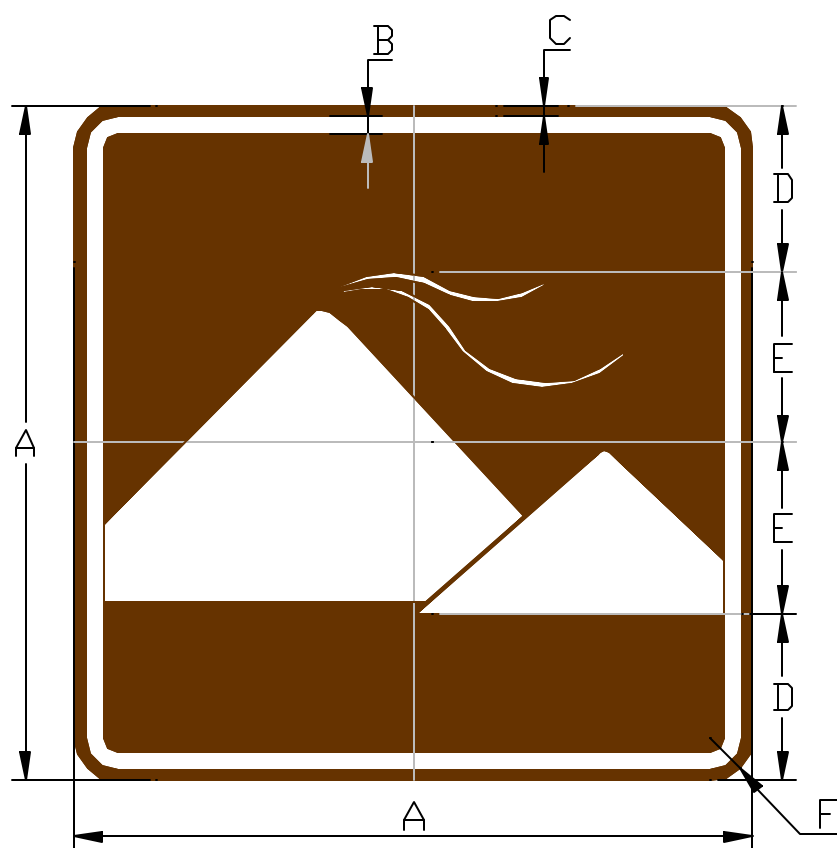


IR-4-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	7.5	15.5	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	10.0	20.5	3.8

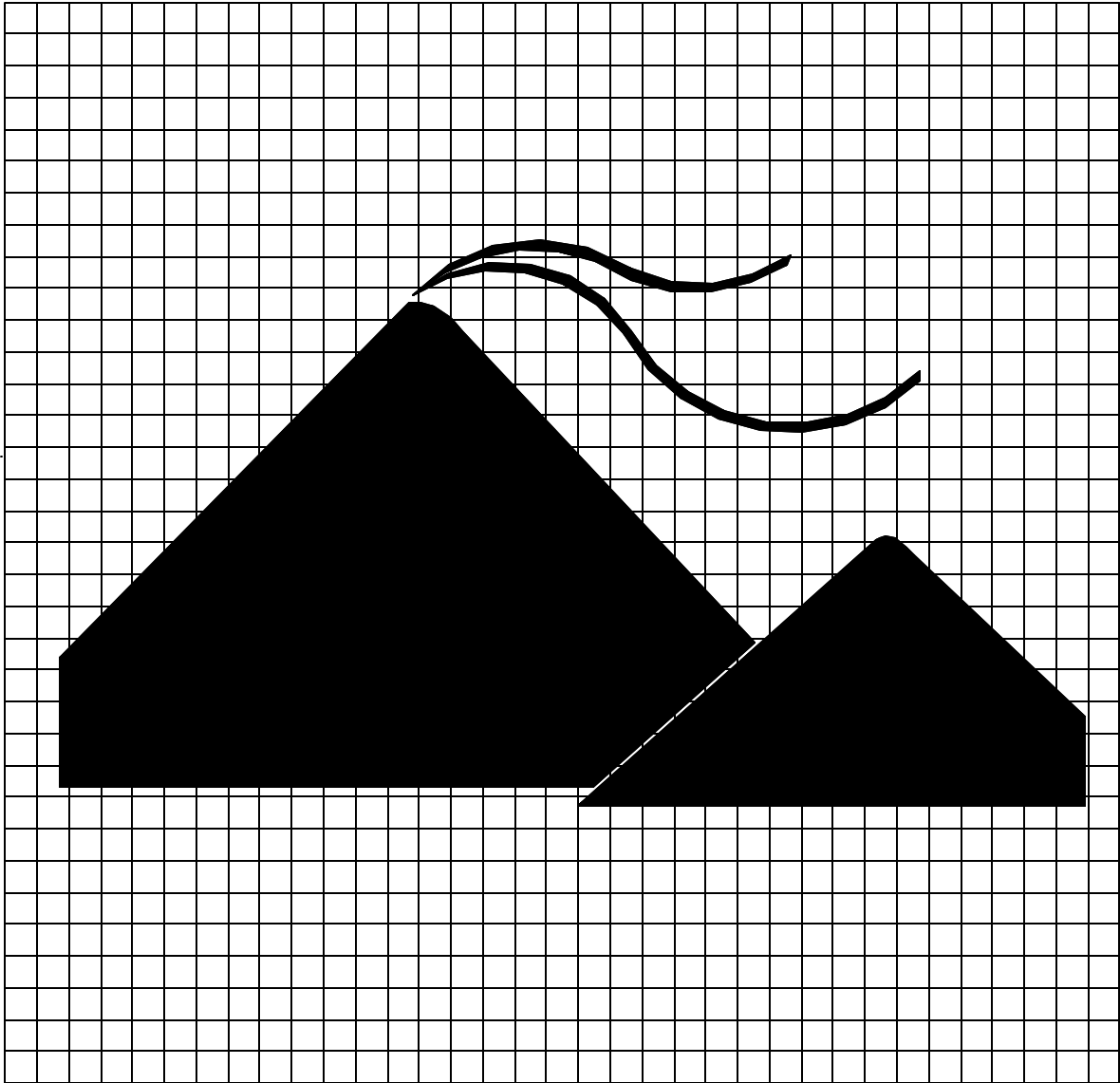


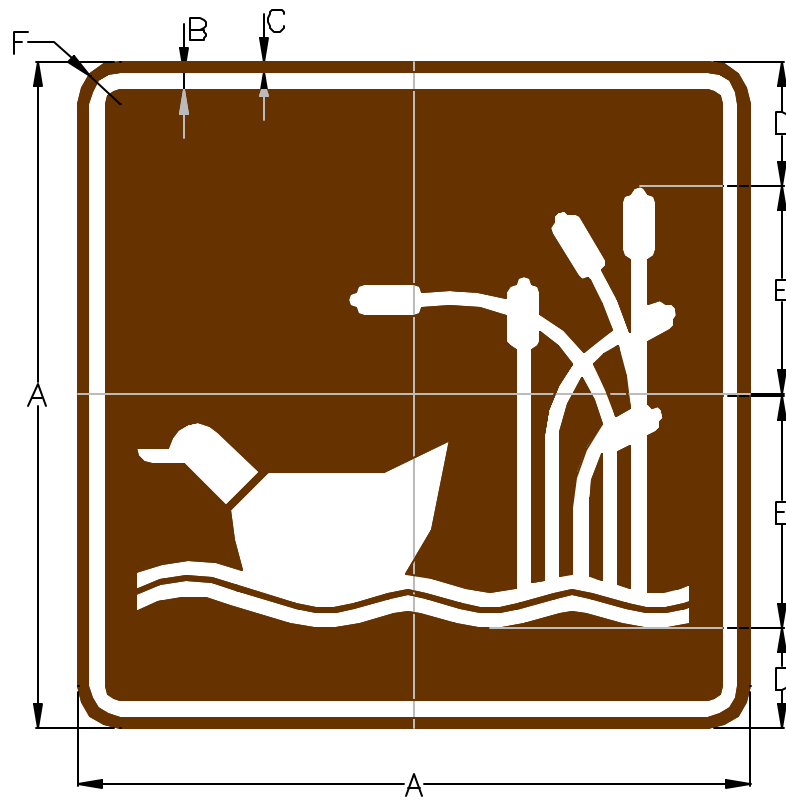




IR-4-1-NIC

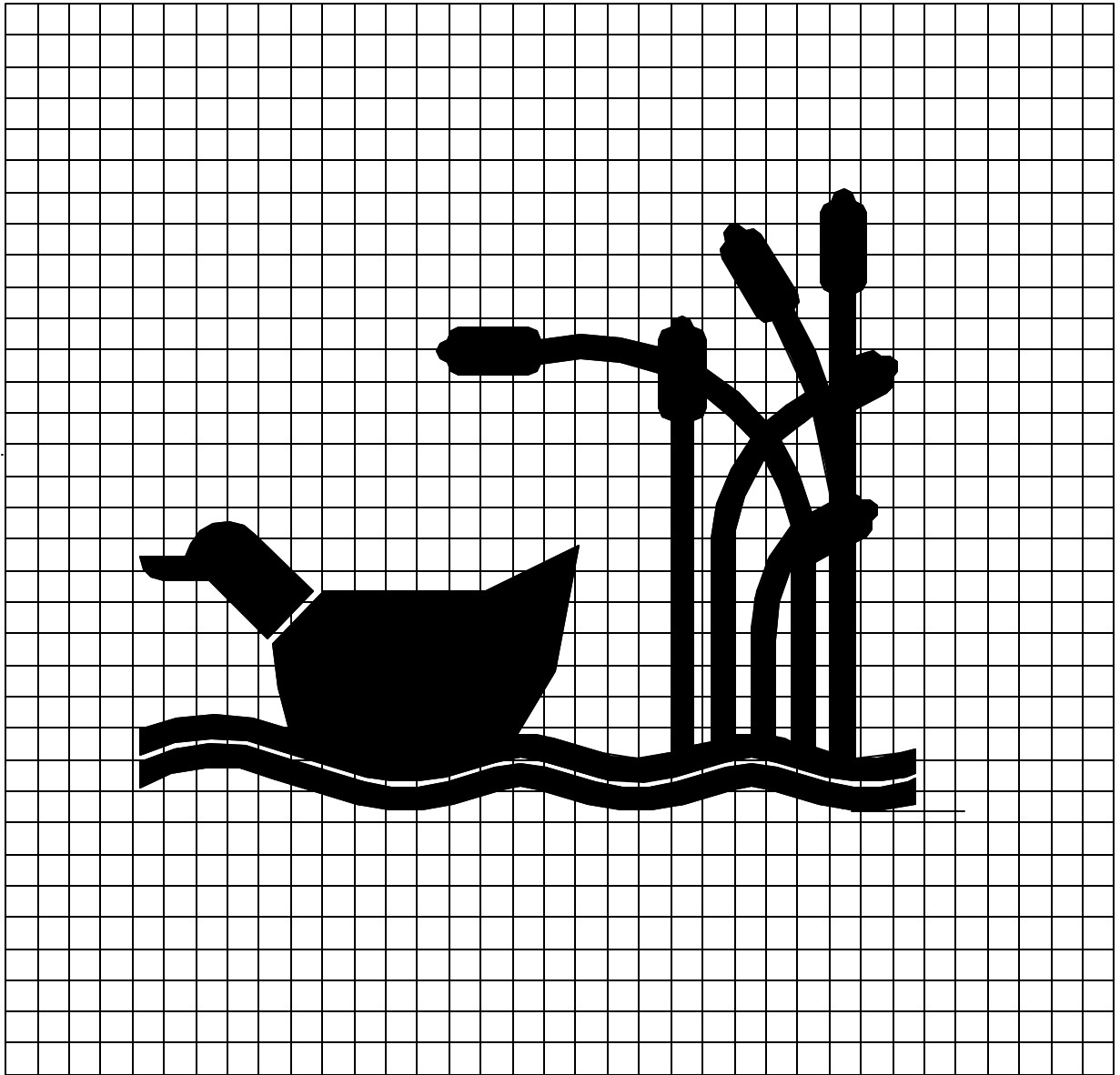
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	11.3	11.7	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	15.0	15.5	3.8

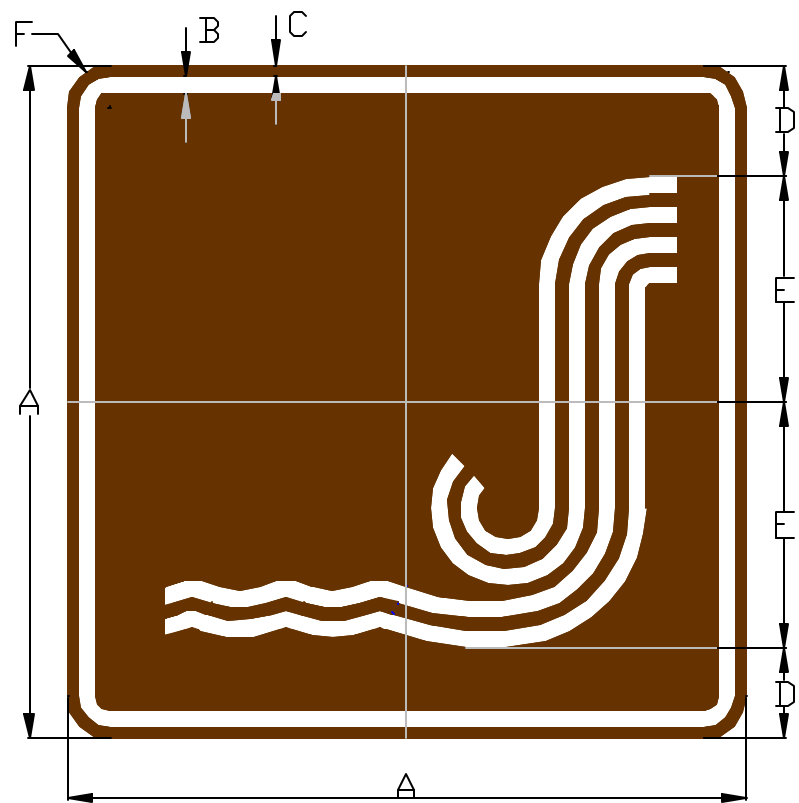




IR-4-2

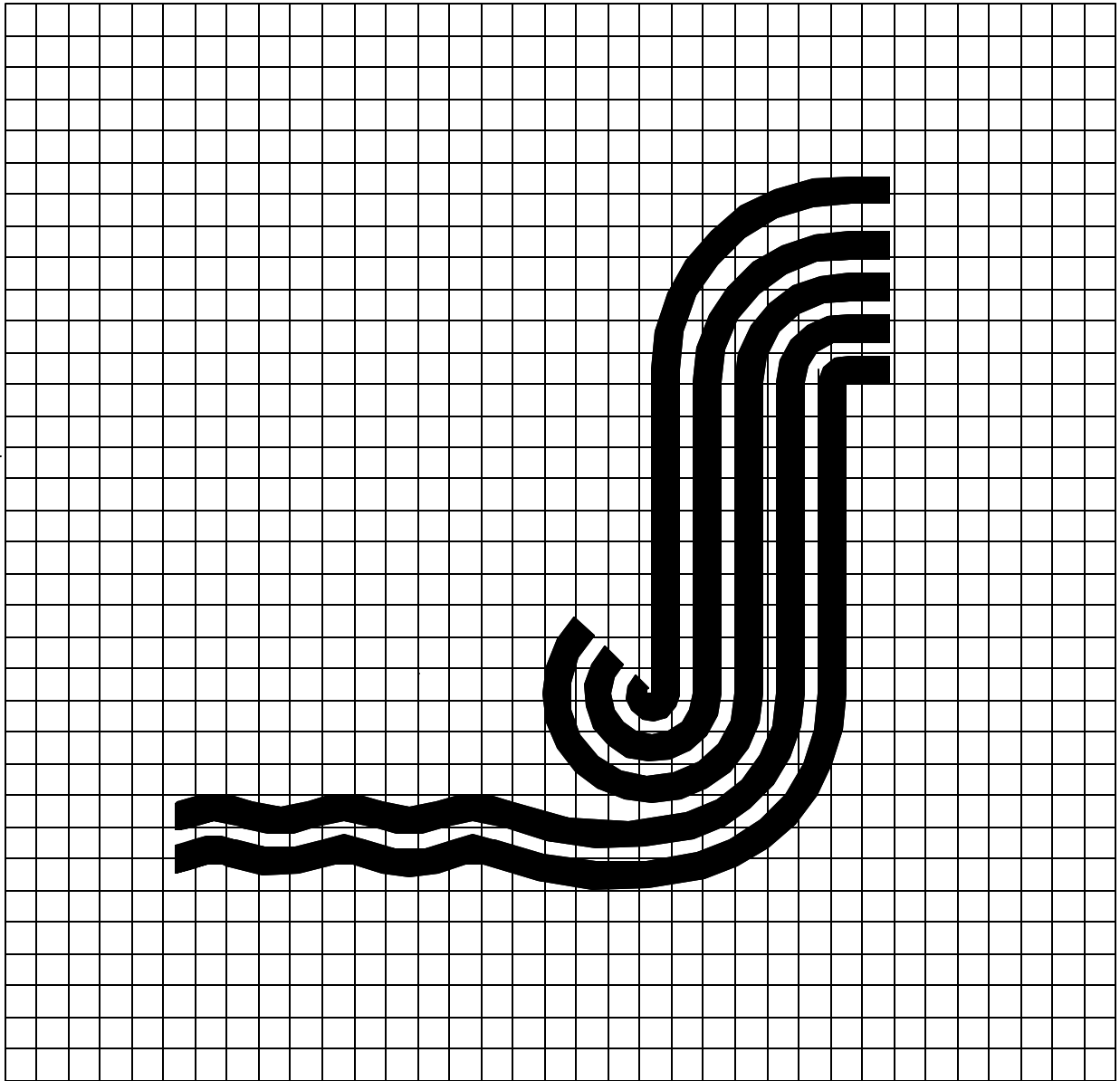
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	8.0	15.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	10.5	20.0	3.8

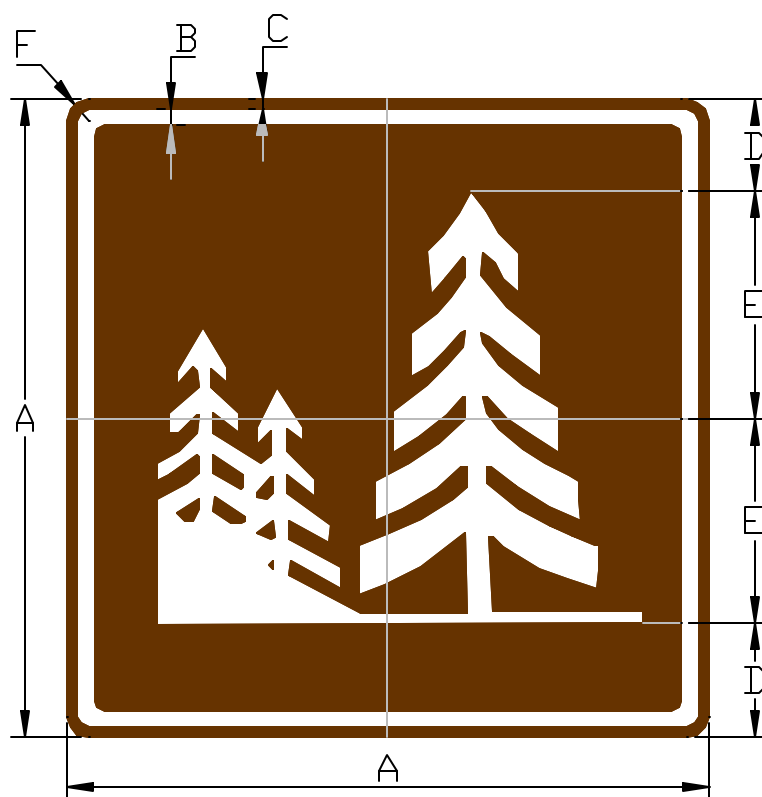




IR-4-3

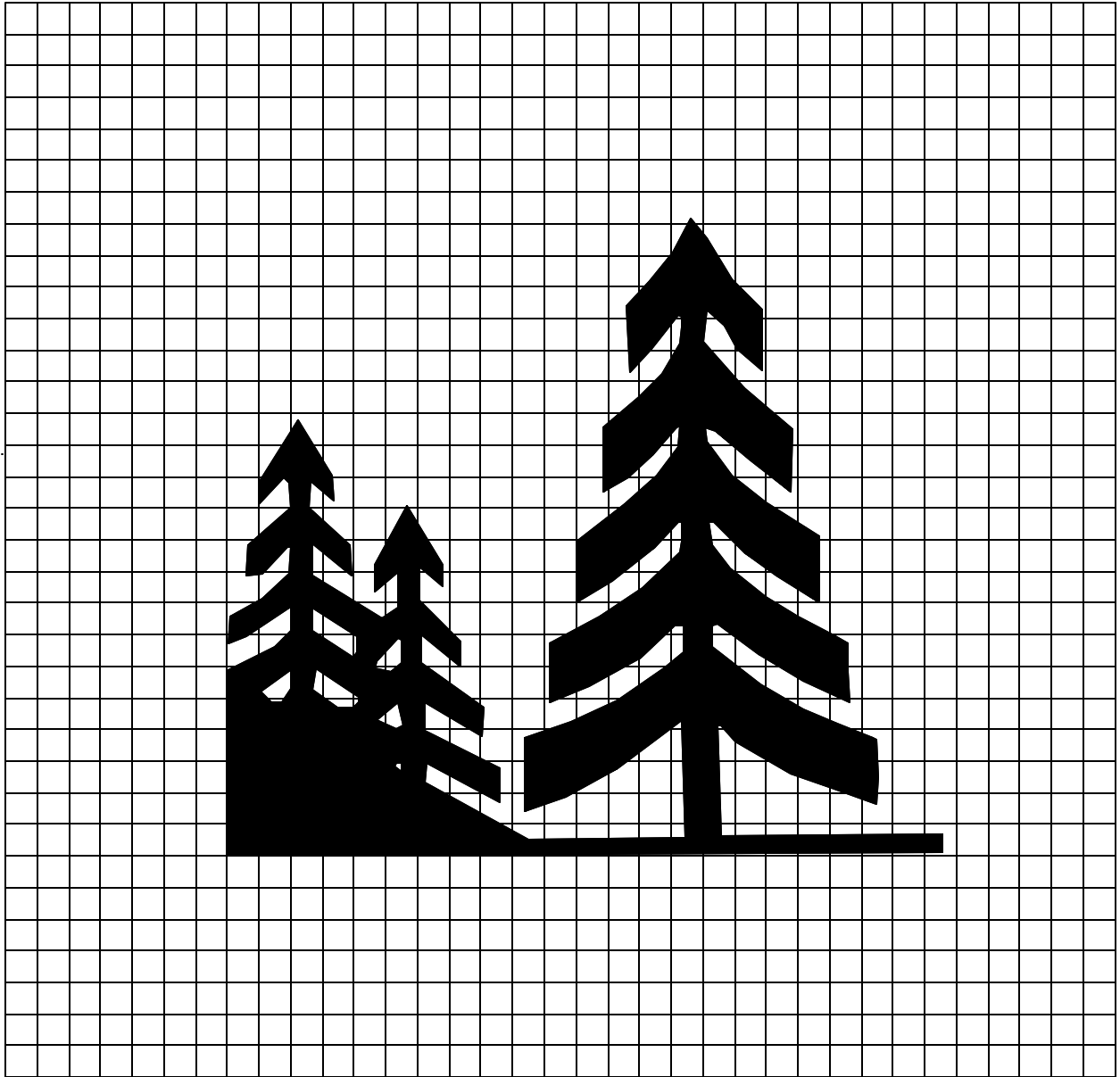
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	5.5	17.5	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	9.0	21.5	3.8



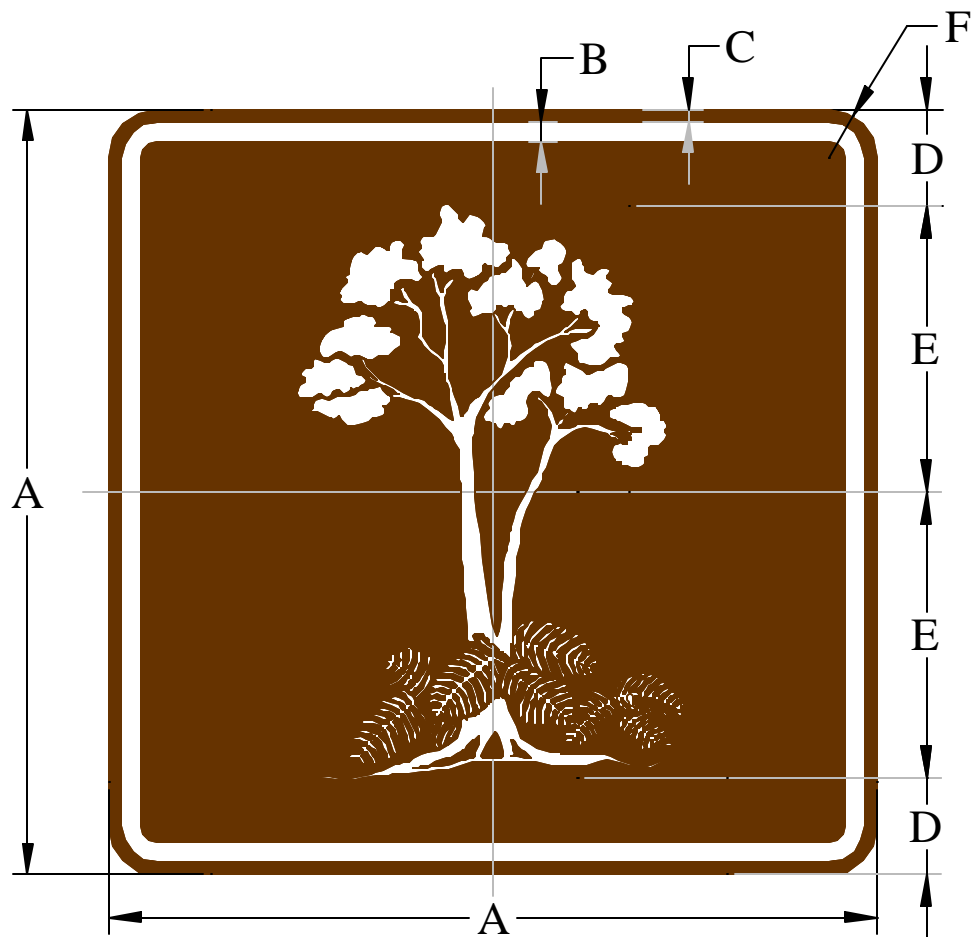


IR-4-4

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	7.0	16.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	9.5	21.0	3.8

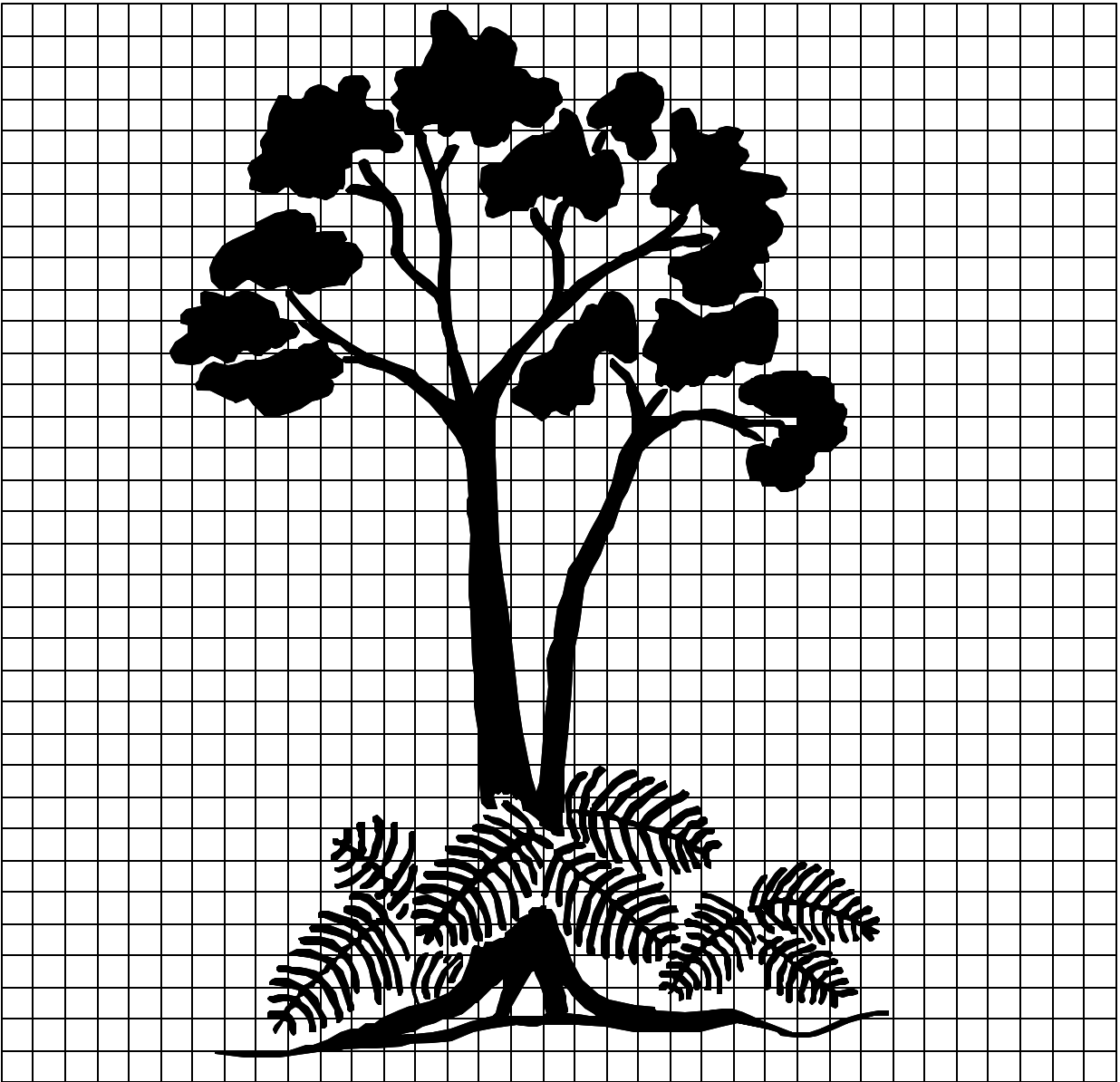


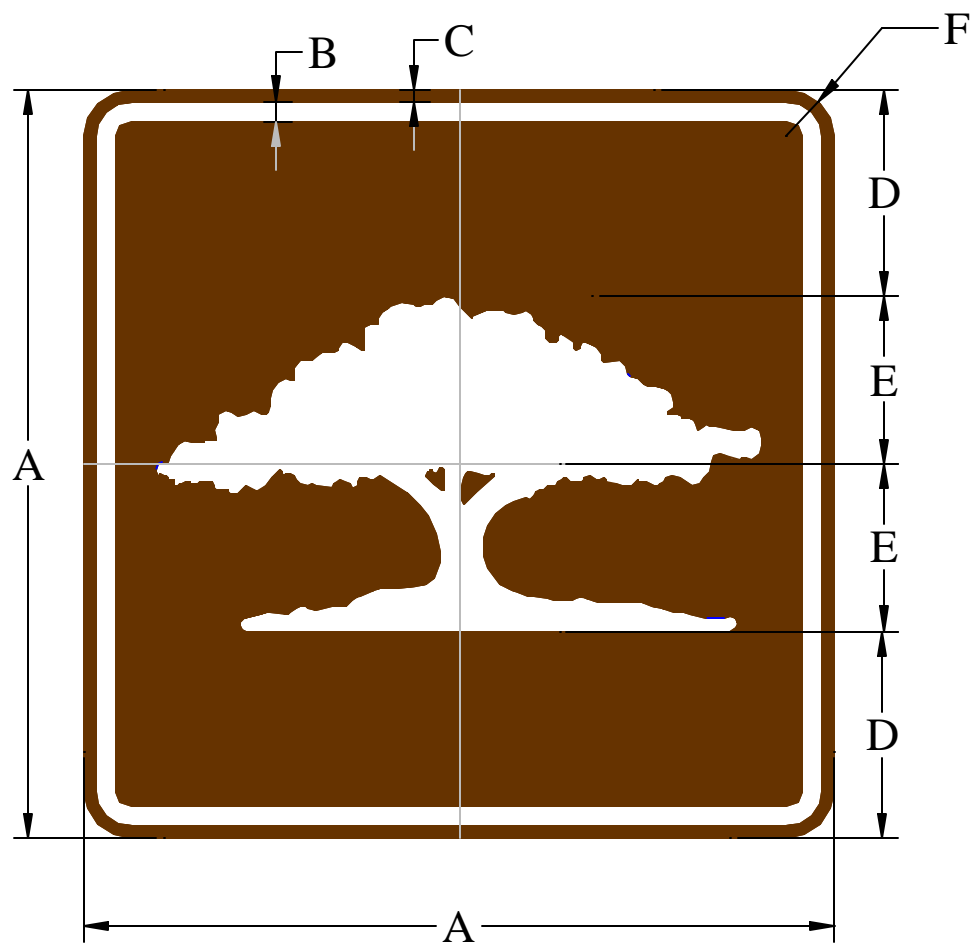




IR-4-4a-CRC

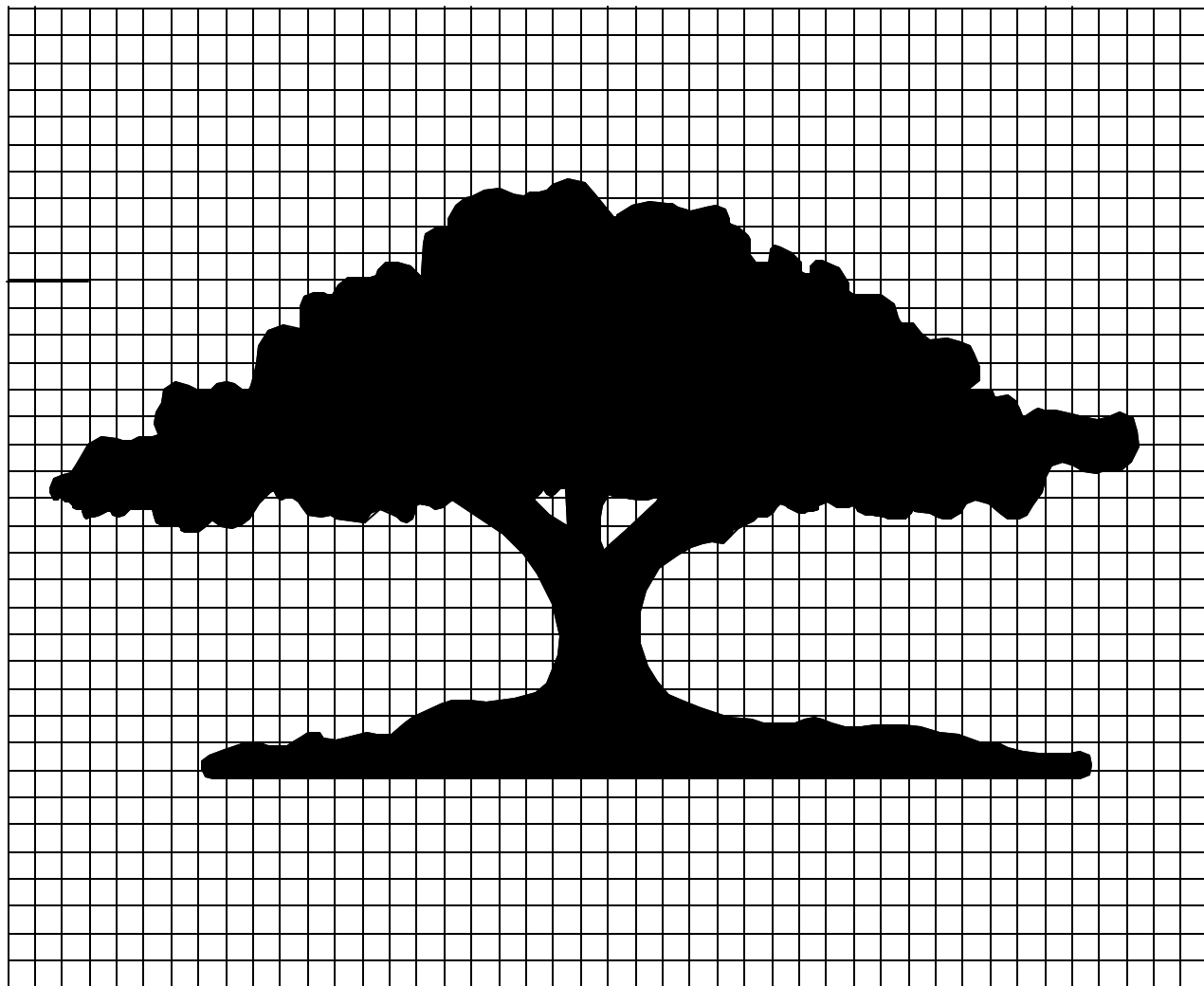
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	5.8	17.2	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	7.7	22.8	3.8

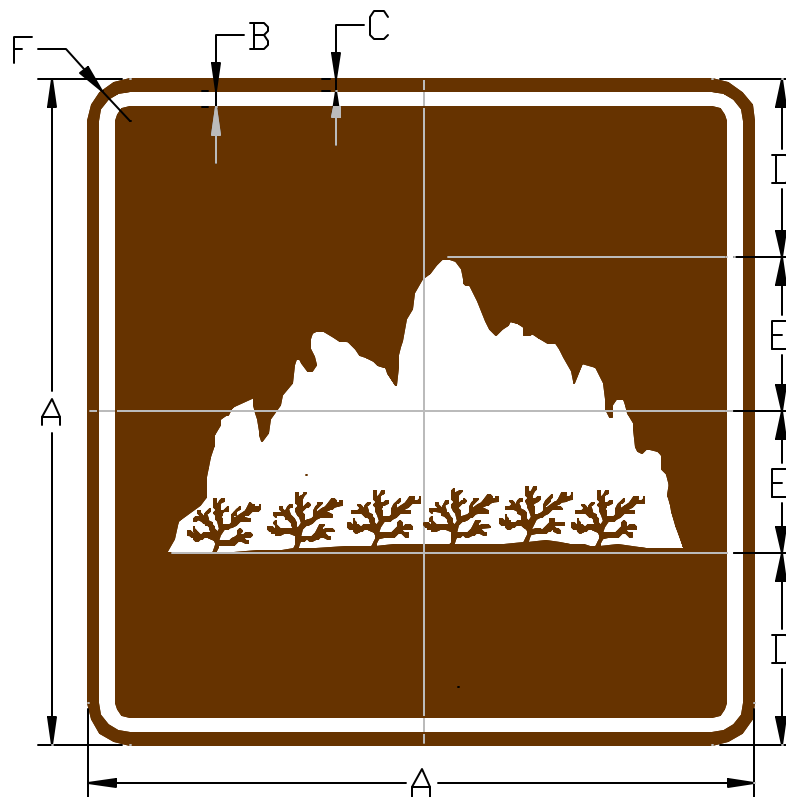




IR-4-4b-CRC

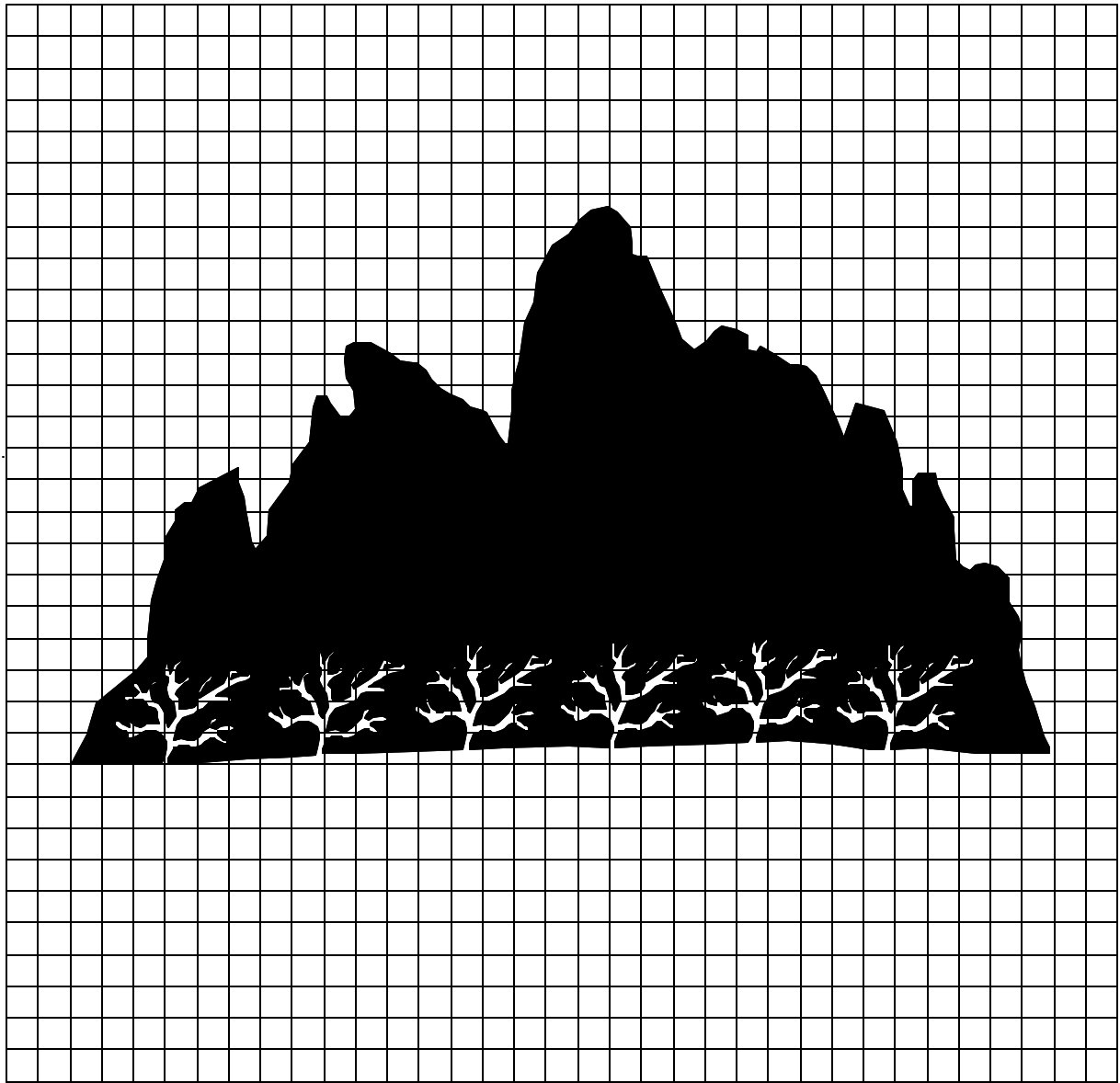
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.8	12.0	11.0	2.9
EST.	61.0	1.6	1.0	15.9	14.6	3.8

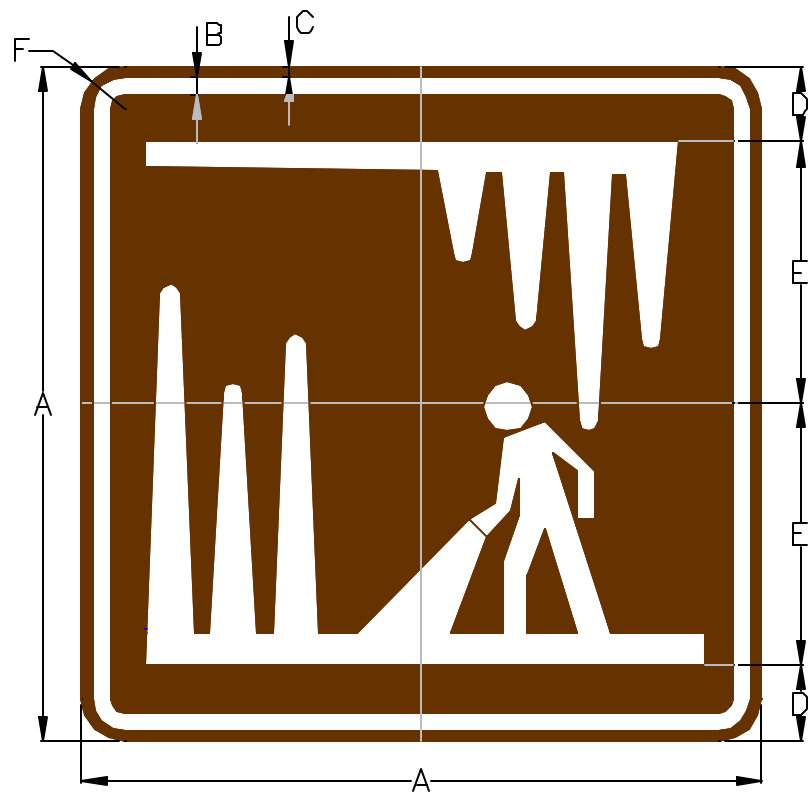




IR-4-4c-CRC

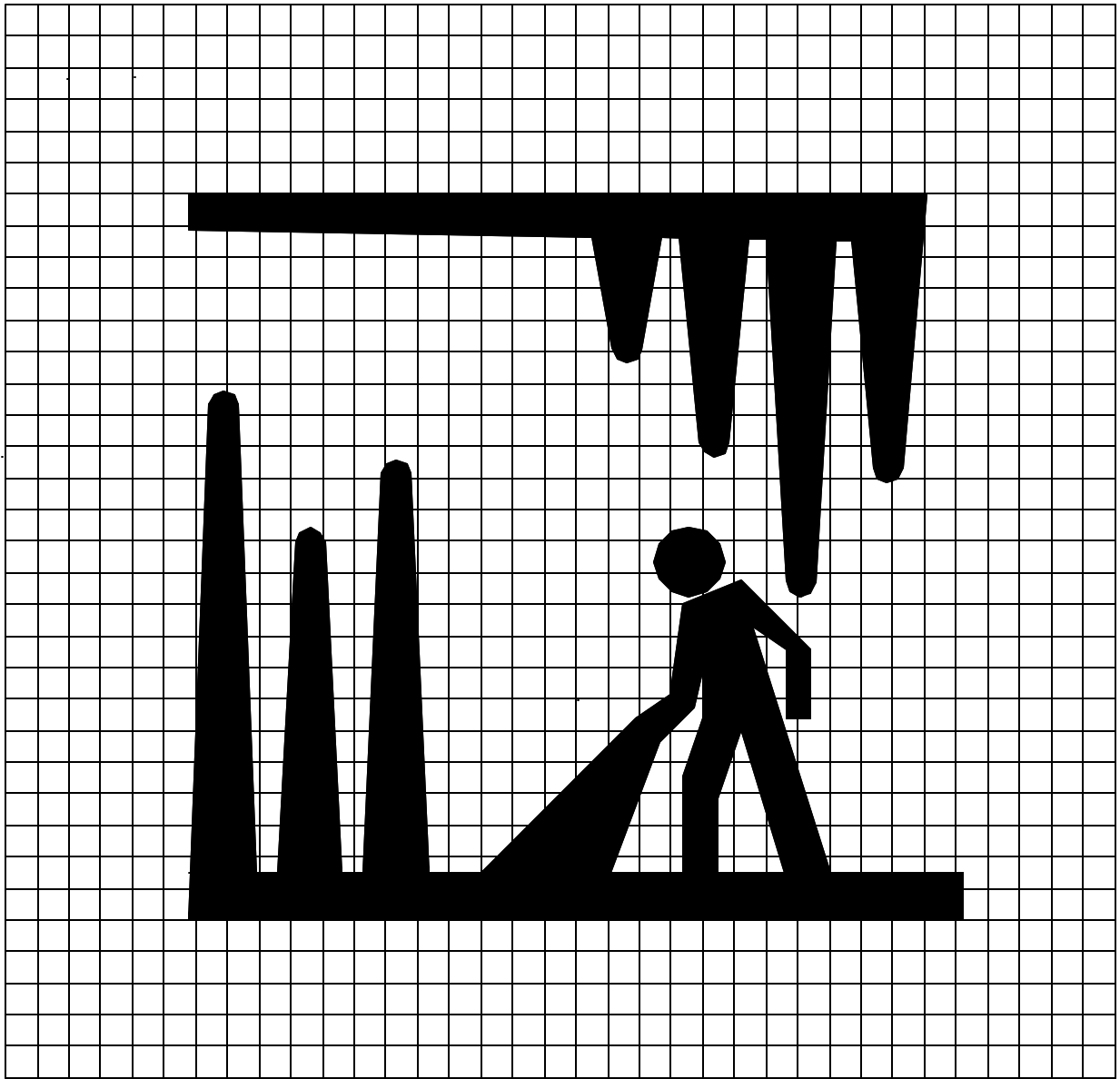
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	12.5	10.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	17.0	13.5	3.8



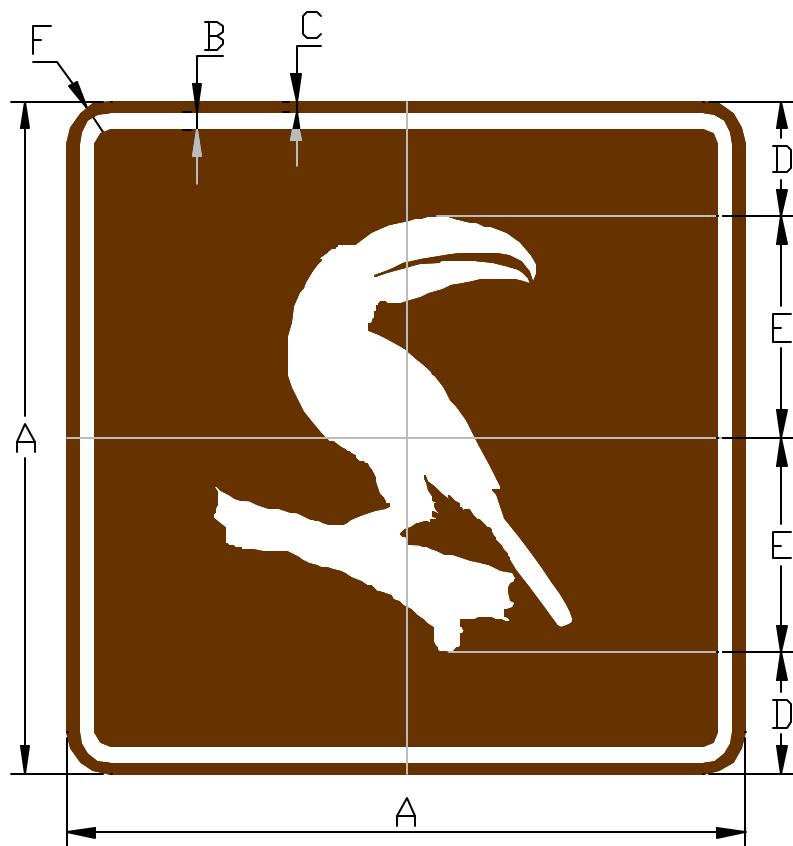


IR-4-5

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	5.0	18.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	6.5	24.0	3.8

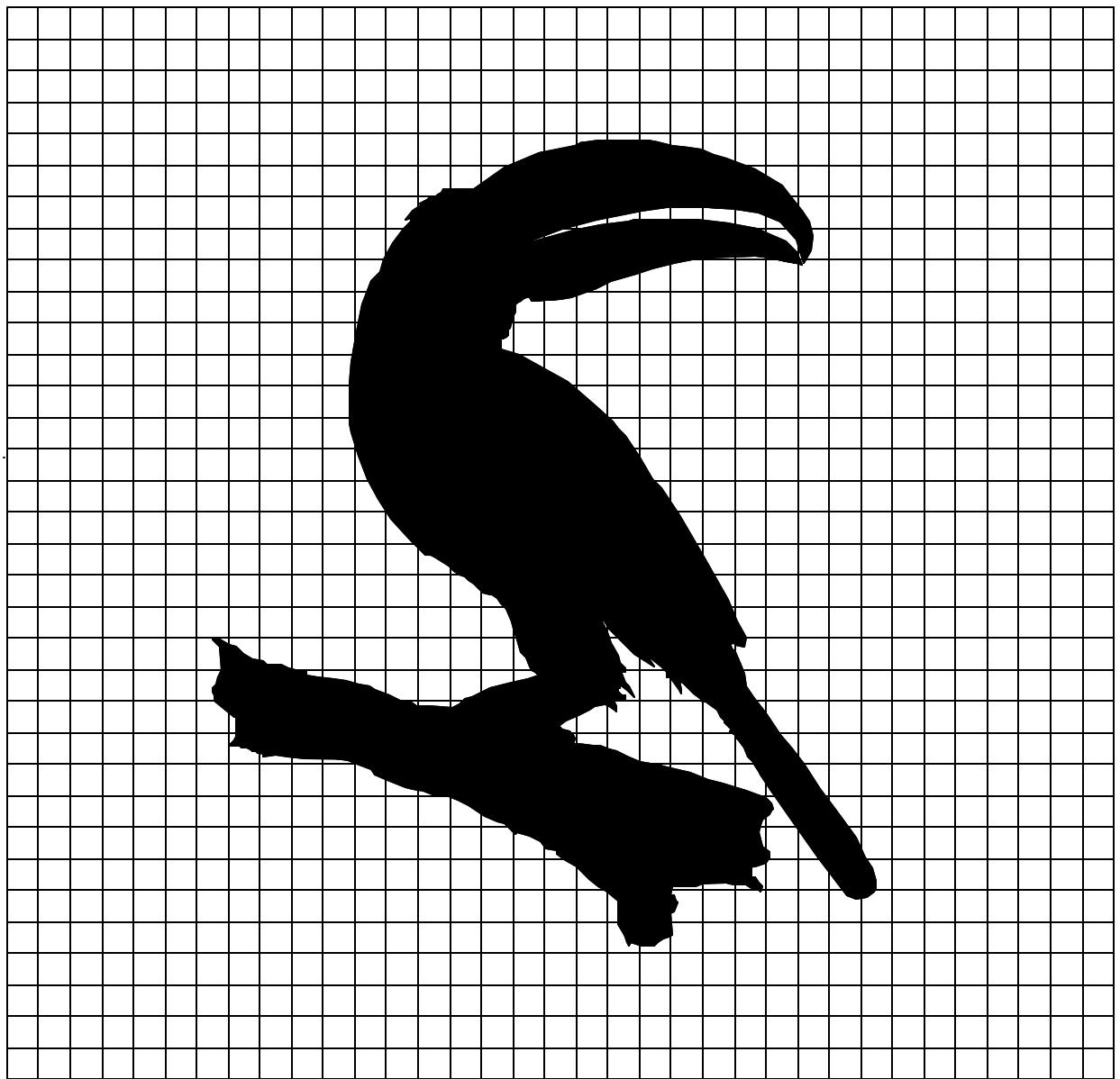


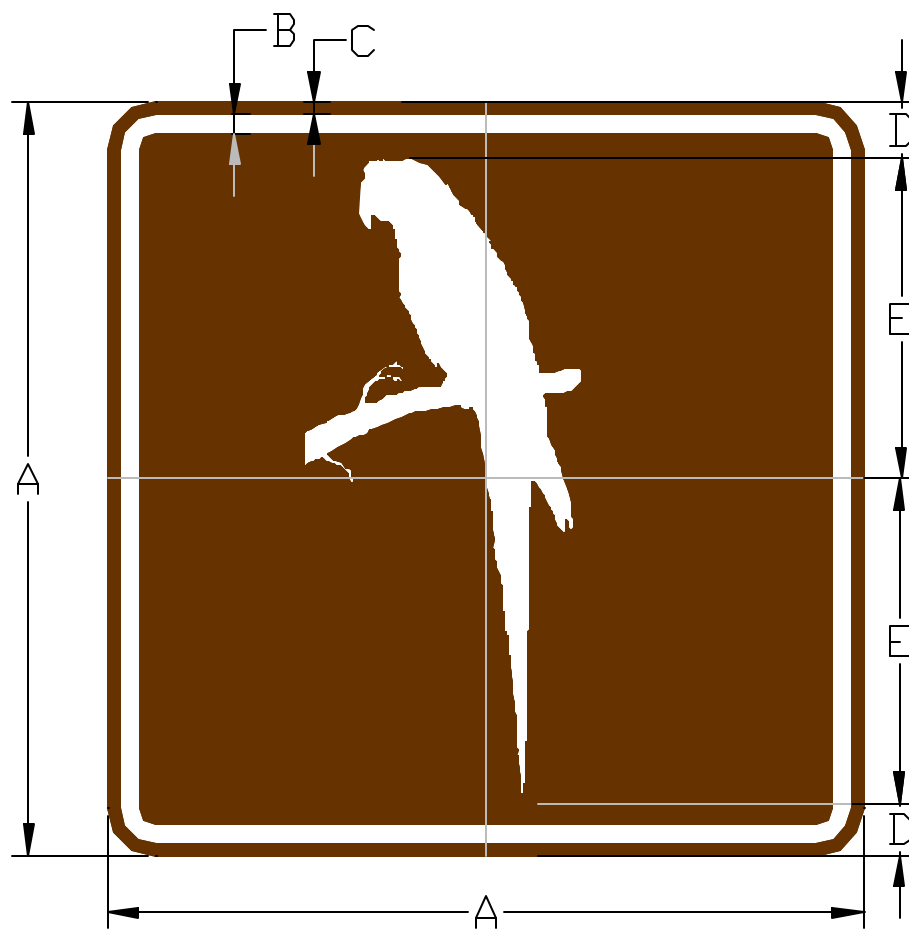




IR-4-6

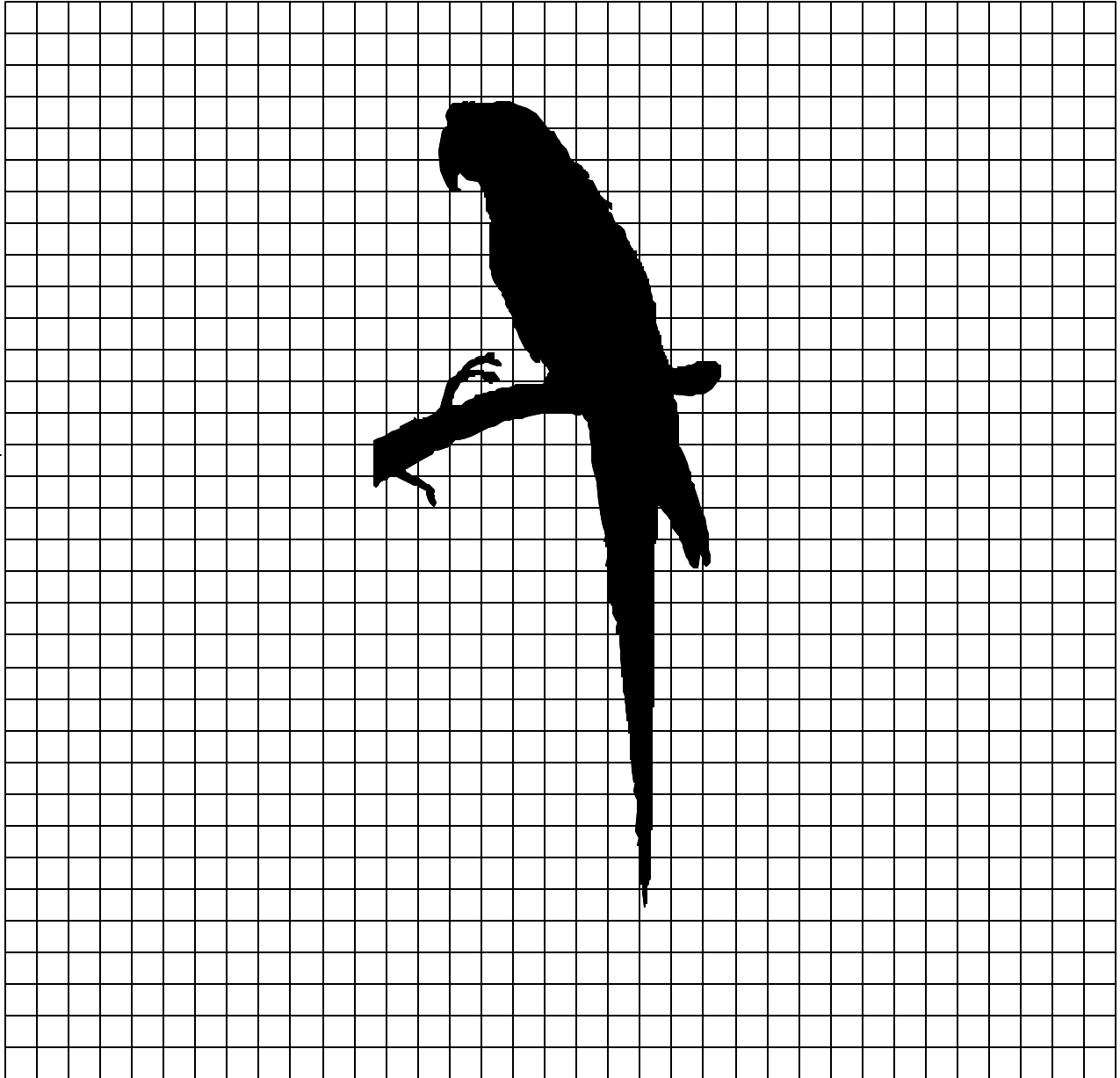
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	4.5	18.5	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	6.0	24.5	3.8

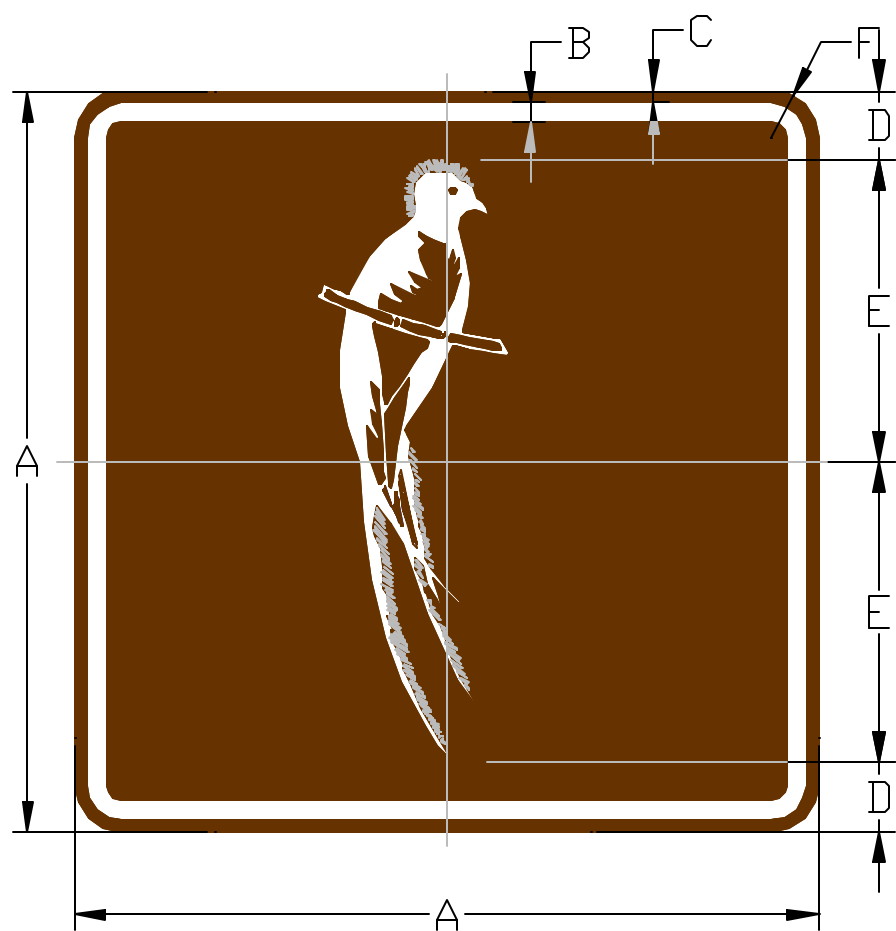




IR-4-7

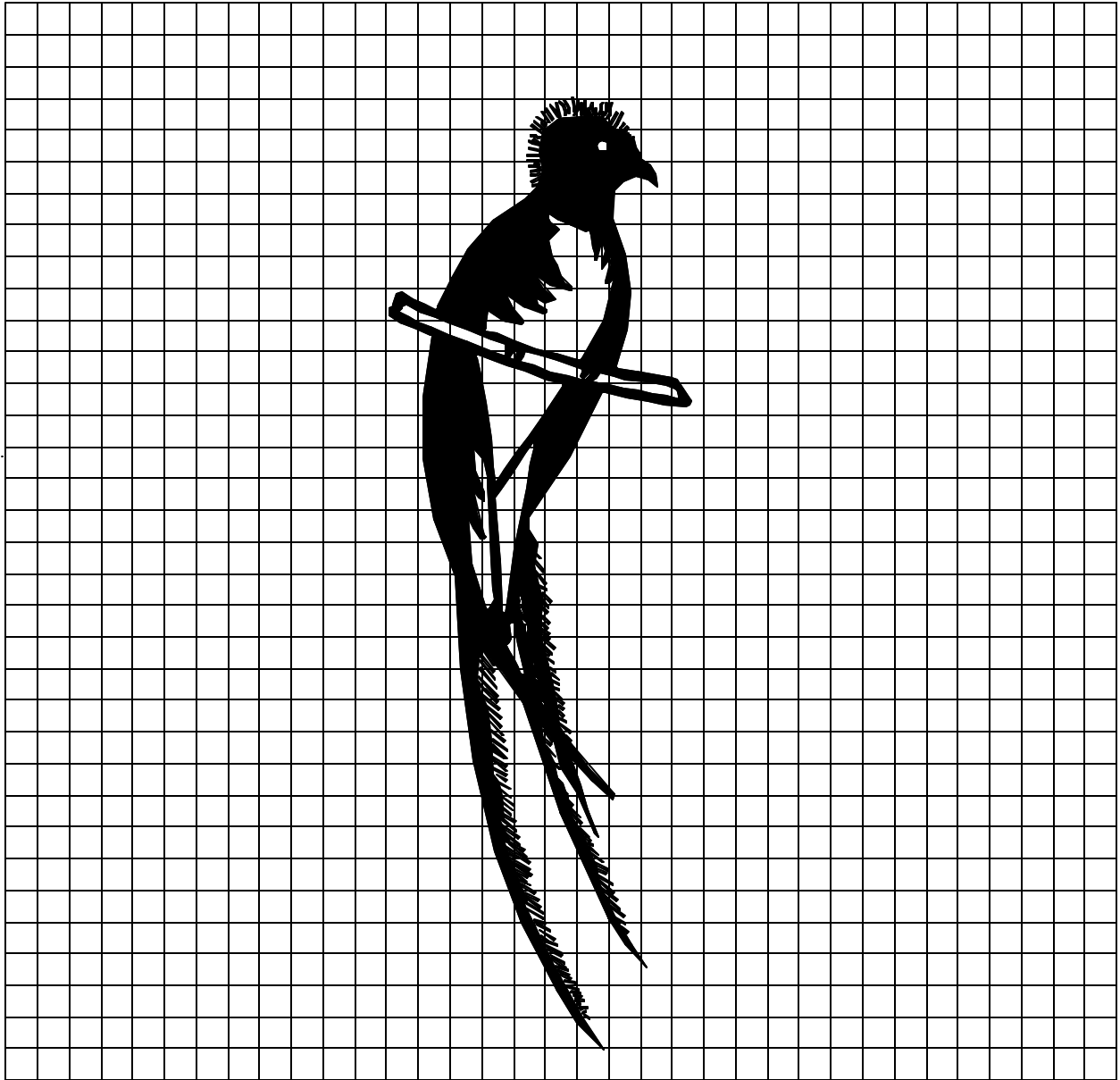
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46	1.2	0.8	4.3	18.7	2.9
EST.	61	1.6	1.0	5.7	24.7	3.8

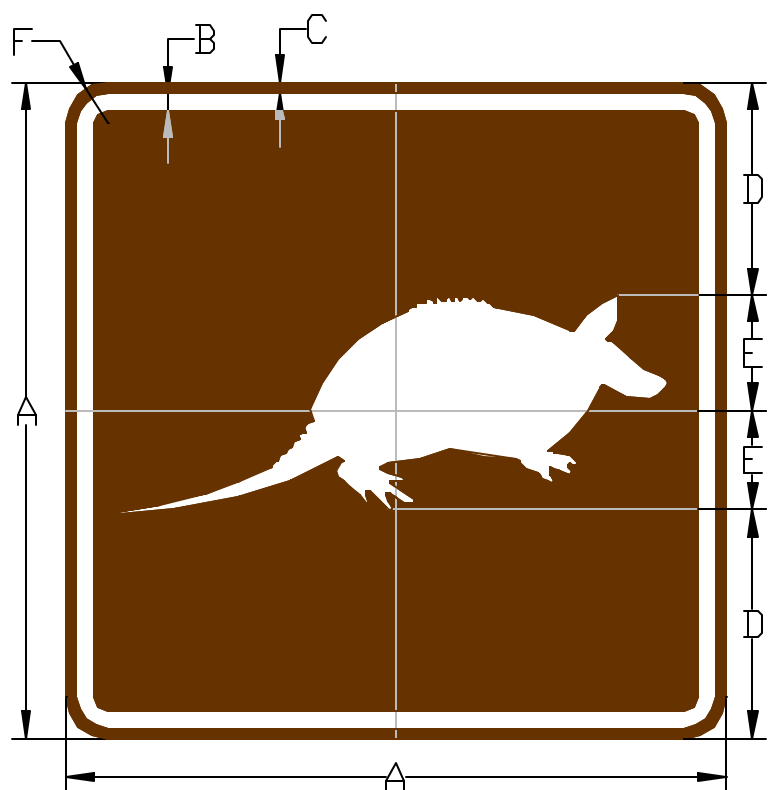




IR-4-8

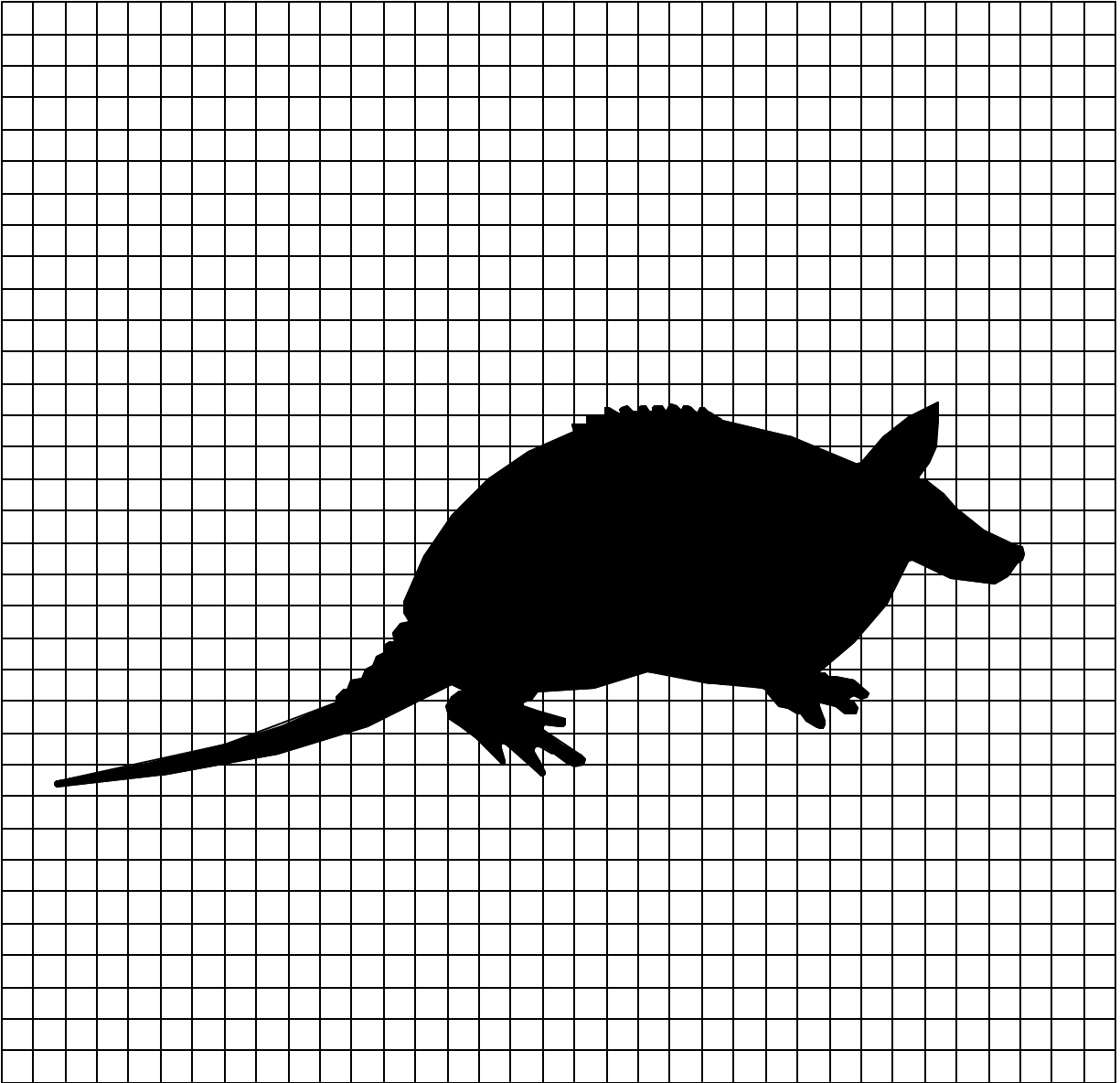
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	4.3	18.7	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	5.7	24.8	3.8



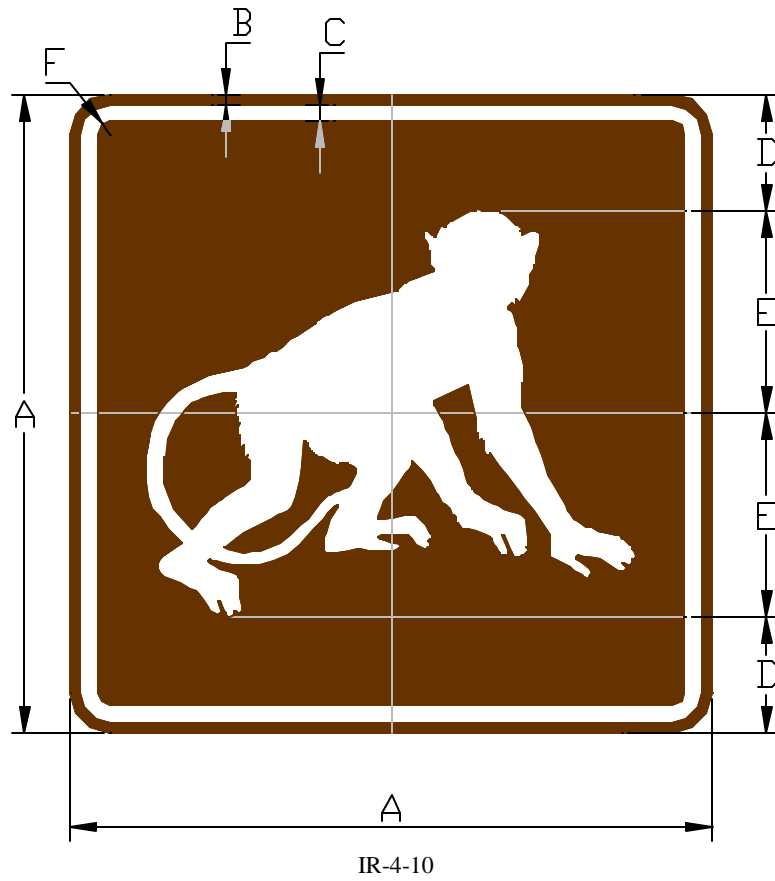


IR-4-9

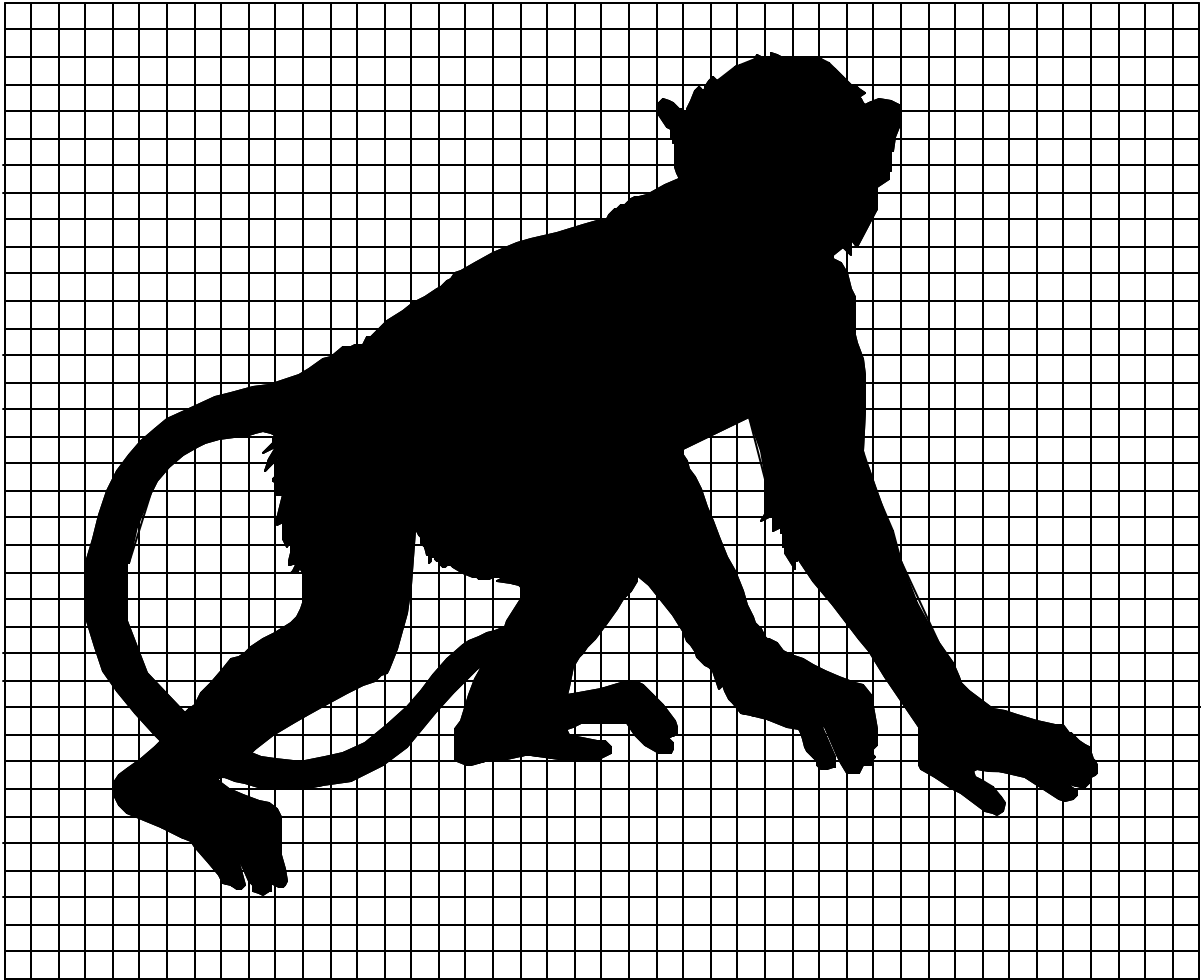
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	15.0	8.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	20.0	10.5	3.8

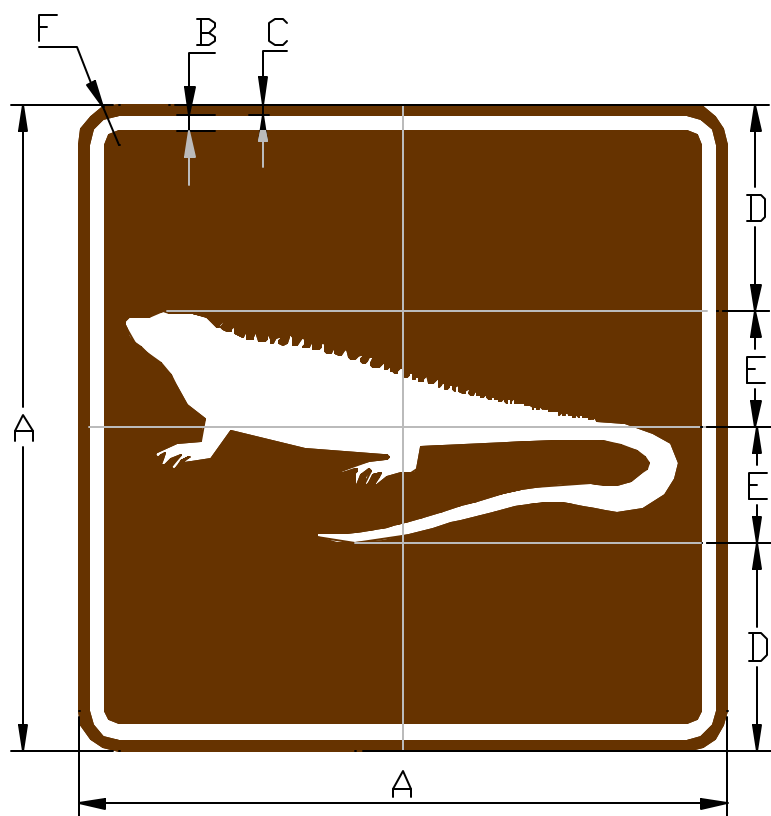






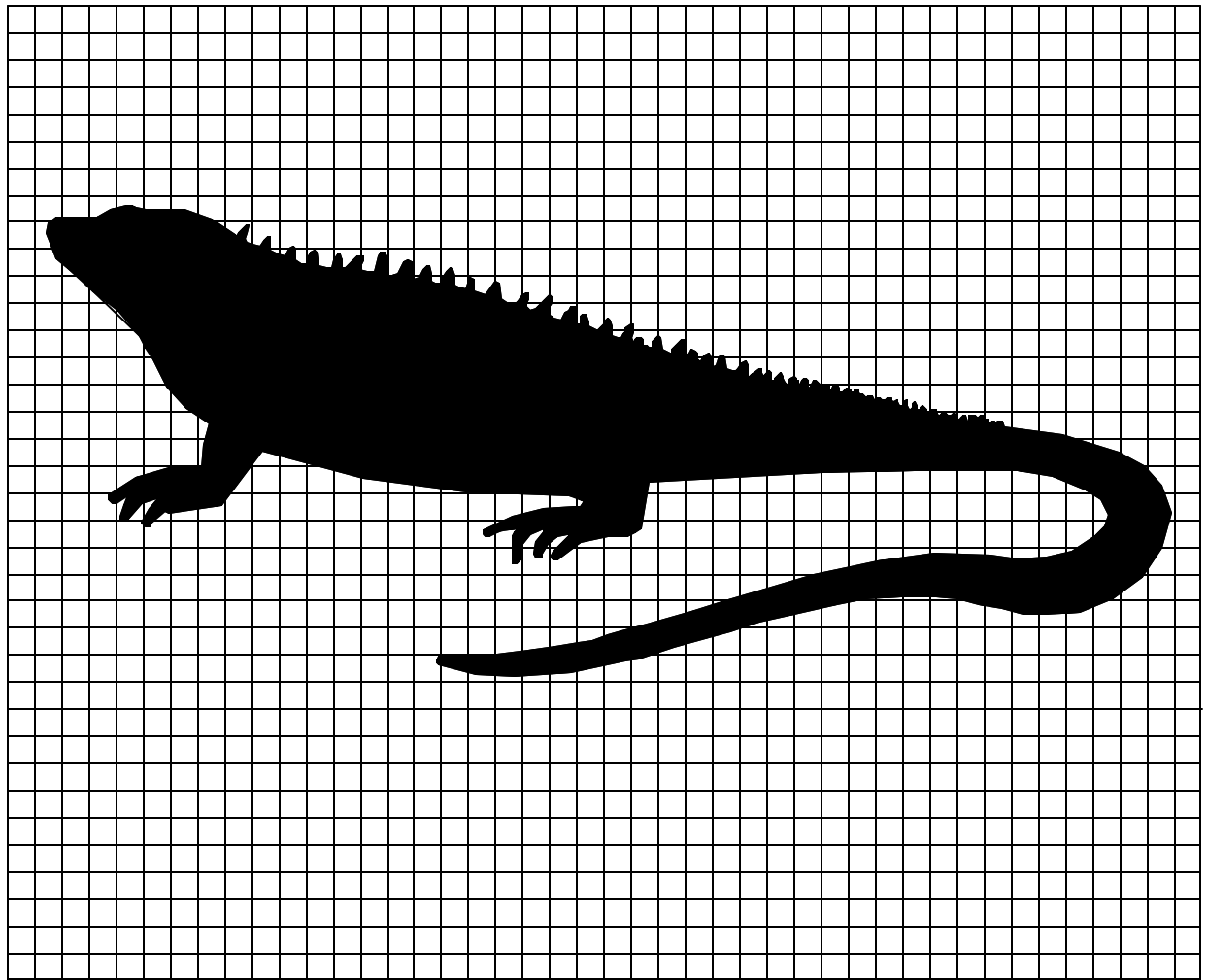
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	8.0	15	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	10.5	20	3.8

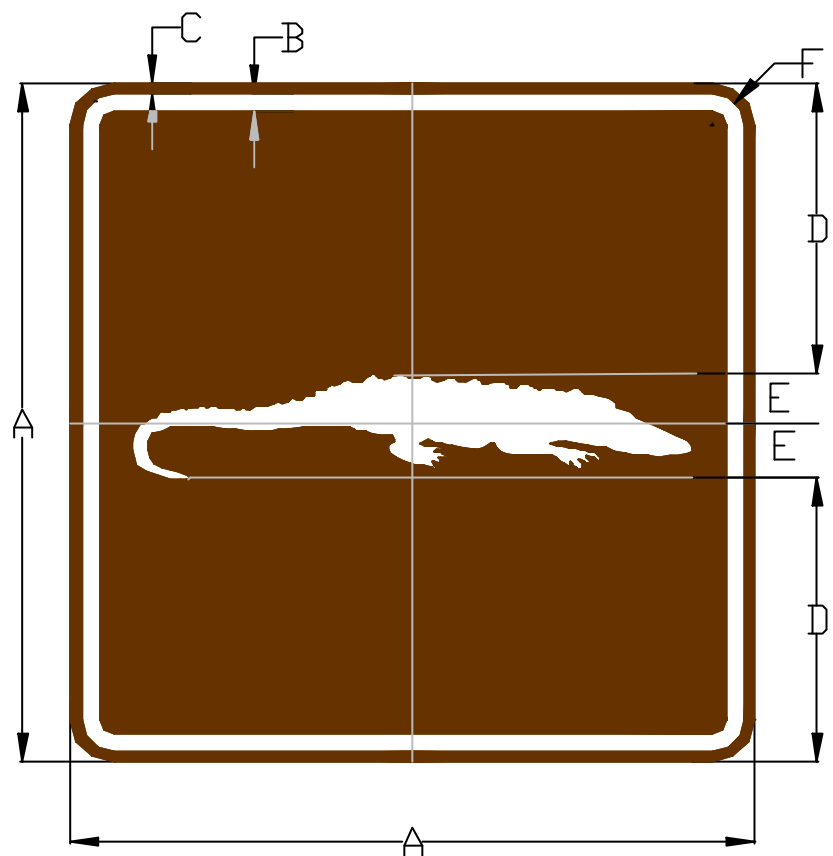




IR-4-11

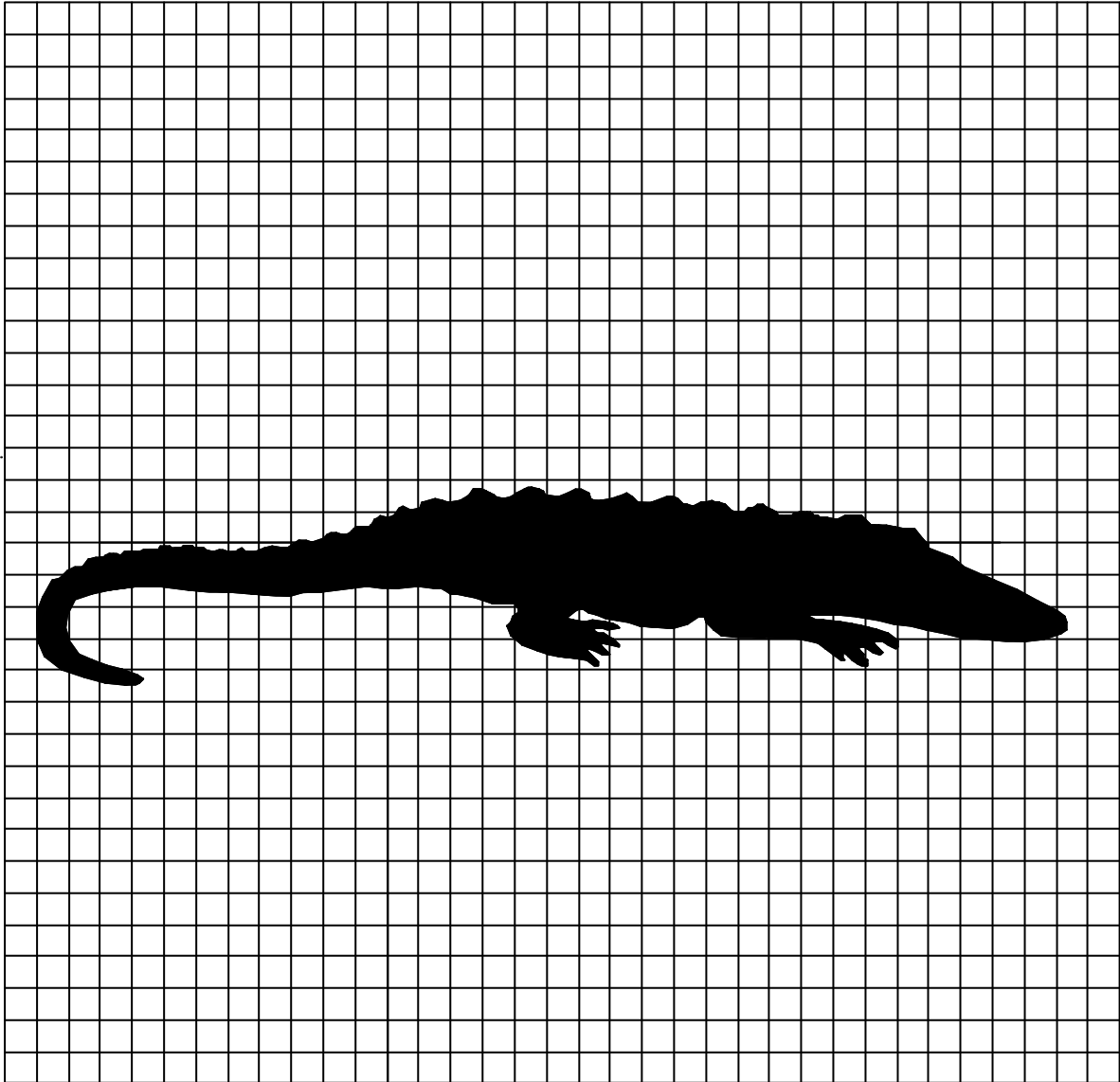
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	14.5	8.5	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	19.5	11.0	3.8

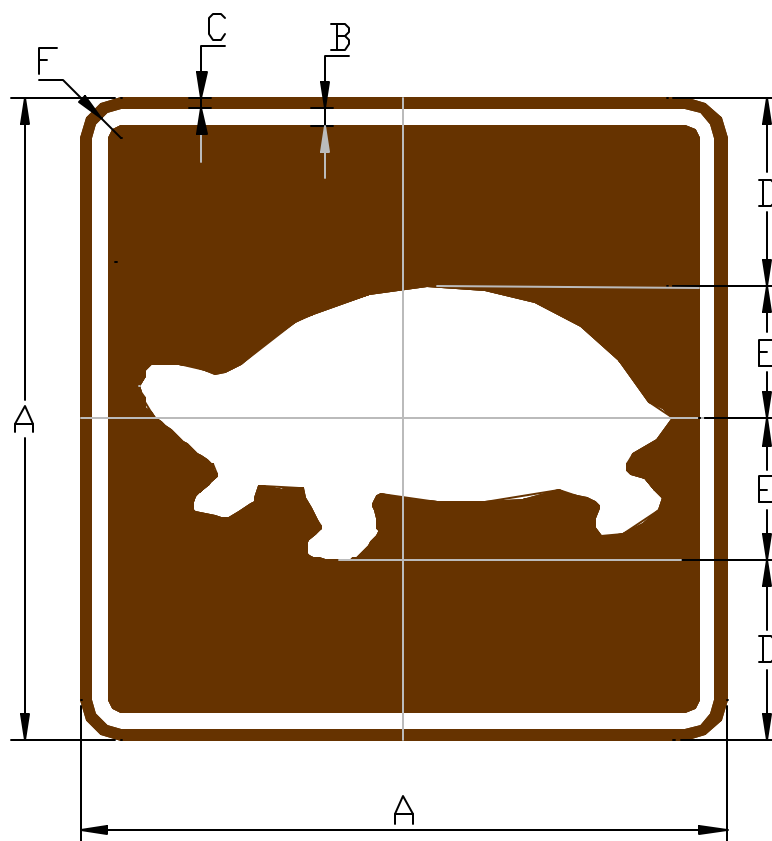




IR-4-11a-CRC

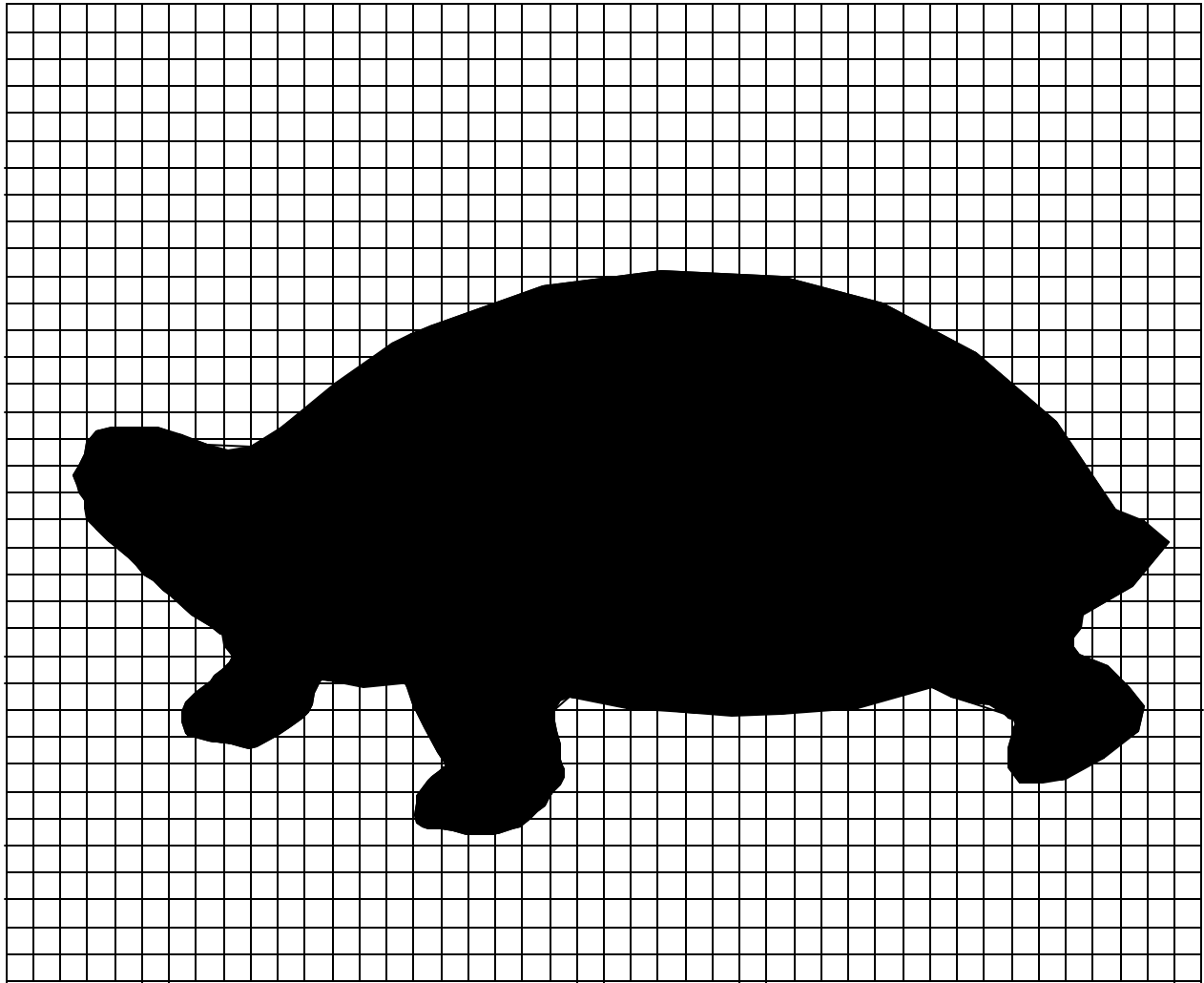
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	19.5	3.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	26.0	4.5	3.8



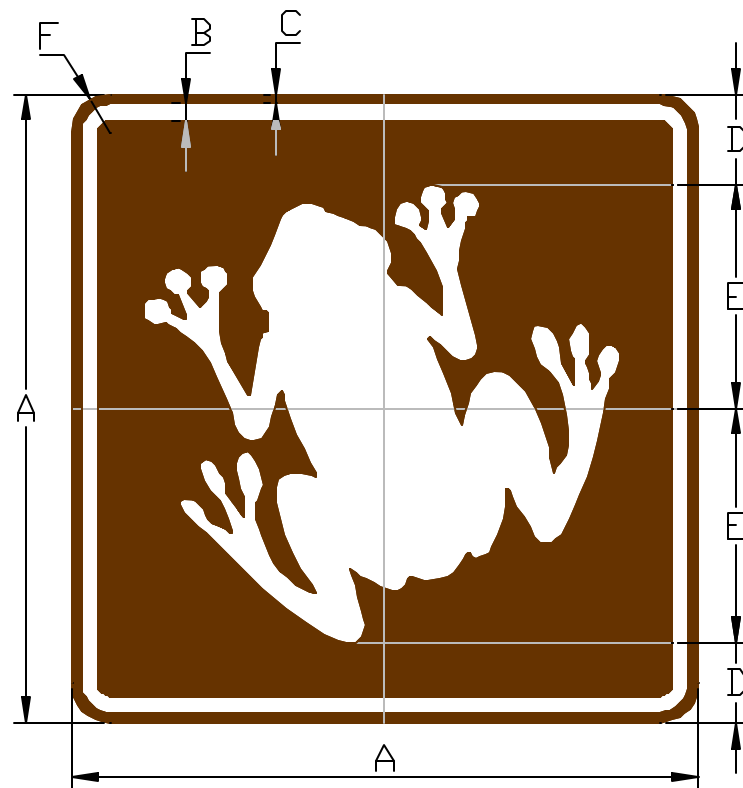


IR-4-12

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	13.5	9.5	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	17.5	13.0	3.8

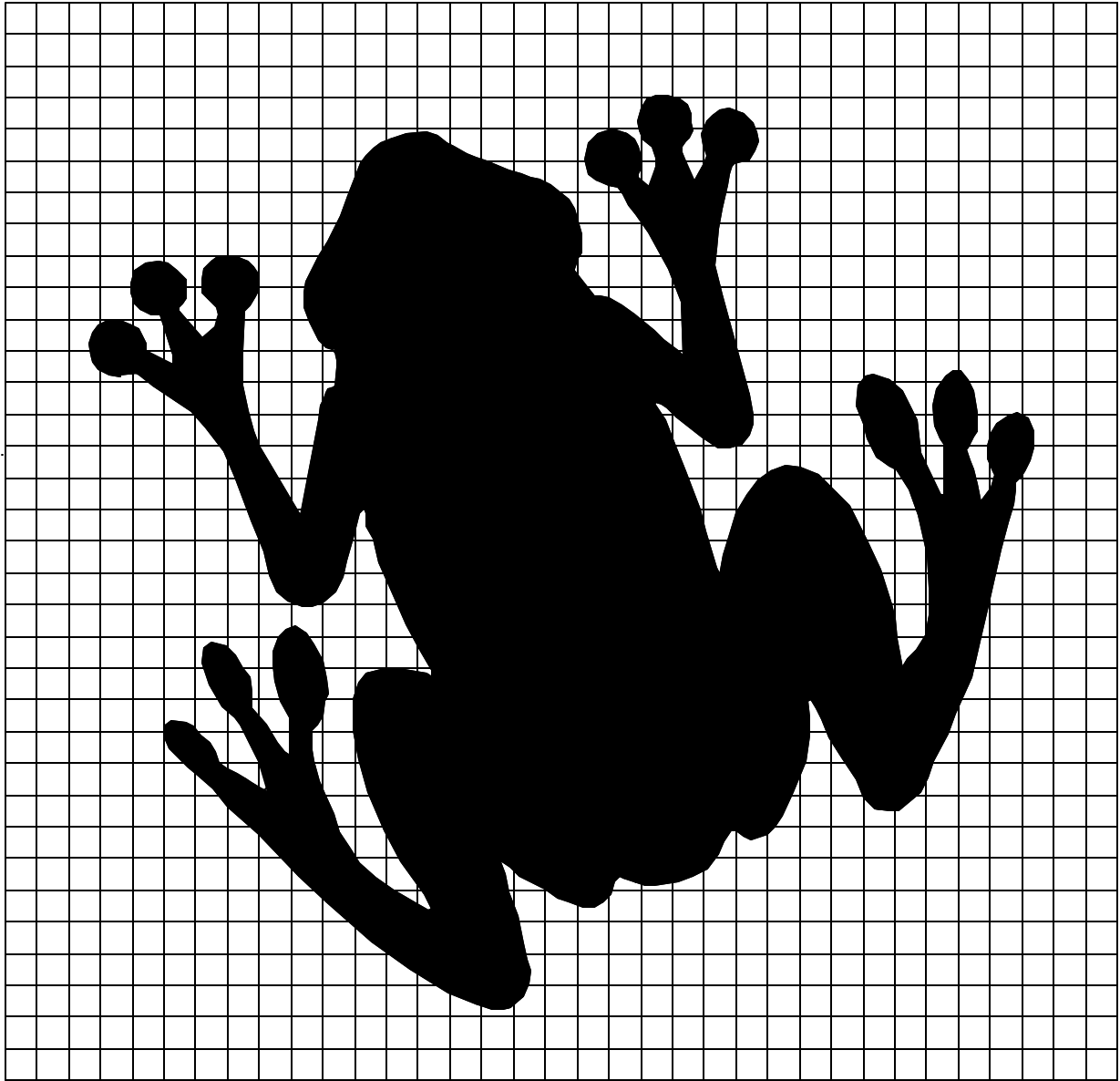


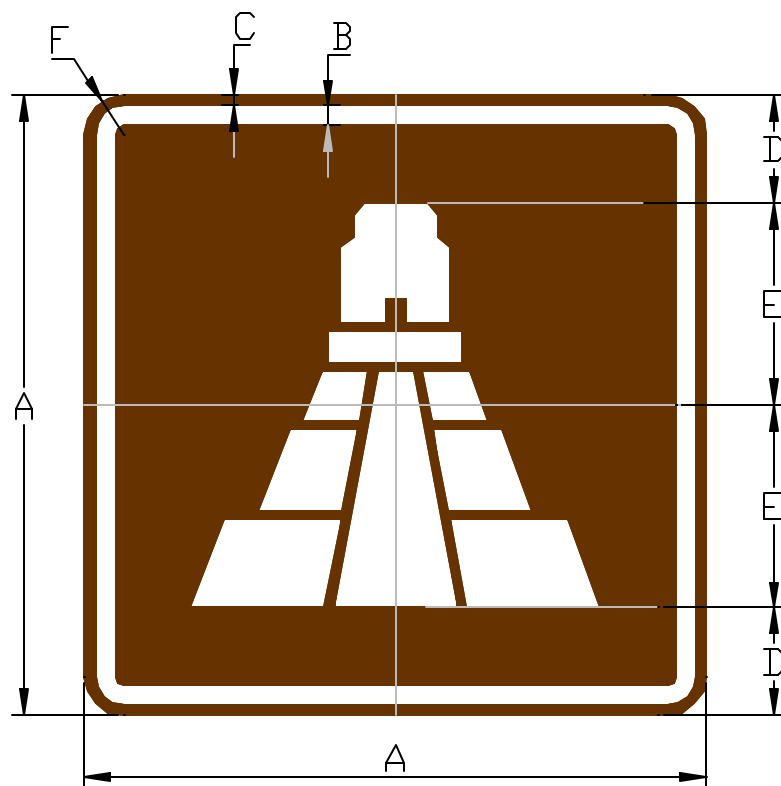




IR-4-12a-CRC

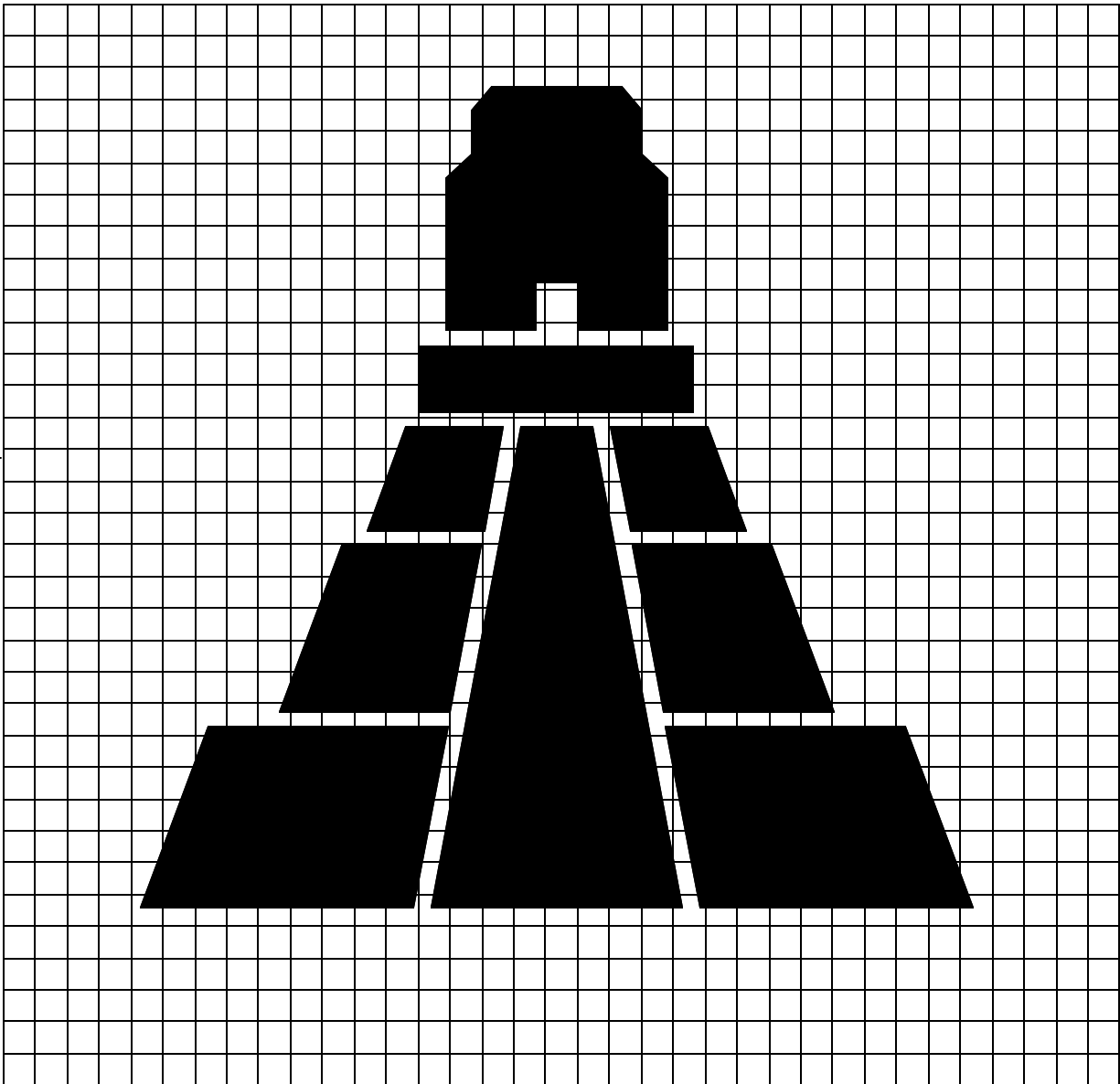
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	6.5	16.5	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	9.0	21.5	3.8

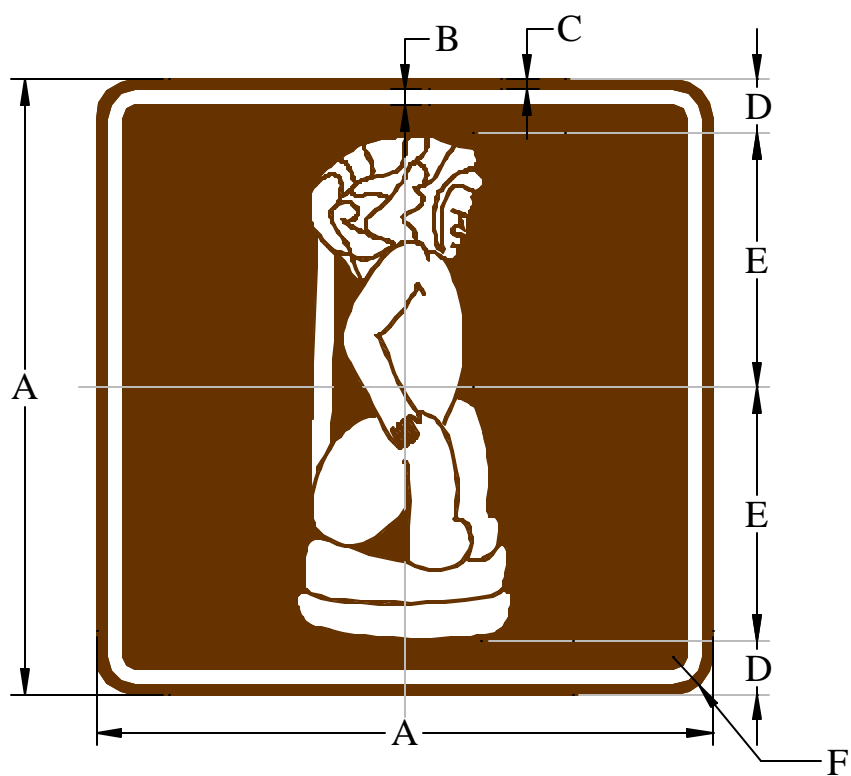




IR-5-1

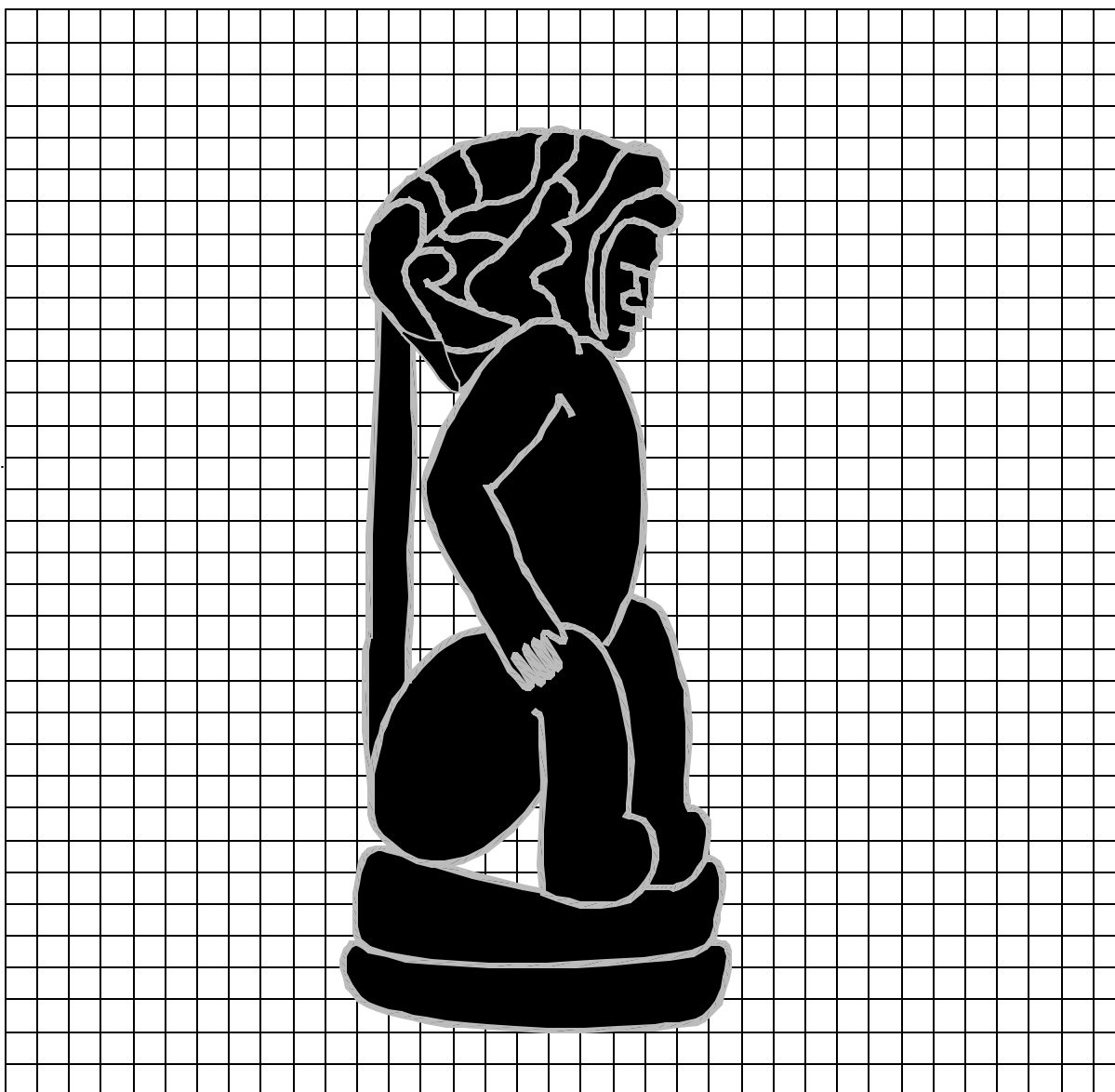
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	8.0	15.0	2.9
EST.	61	1.6	1.0	10.5	20.0	3.8



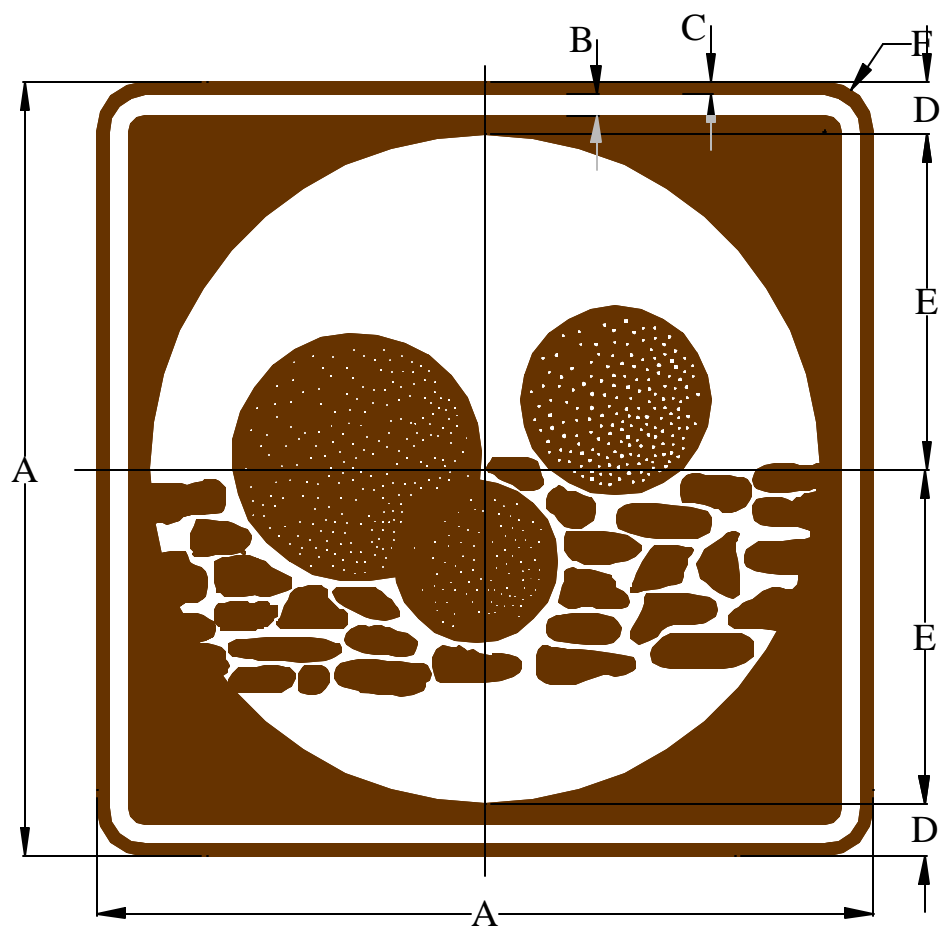


IR-5-1-NIC

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46.0	1.2	0.8	4.0	19.0	2.9
EST.	61.0	1.6	1.0	5.3	25.2	3.8

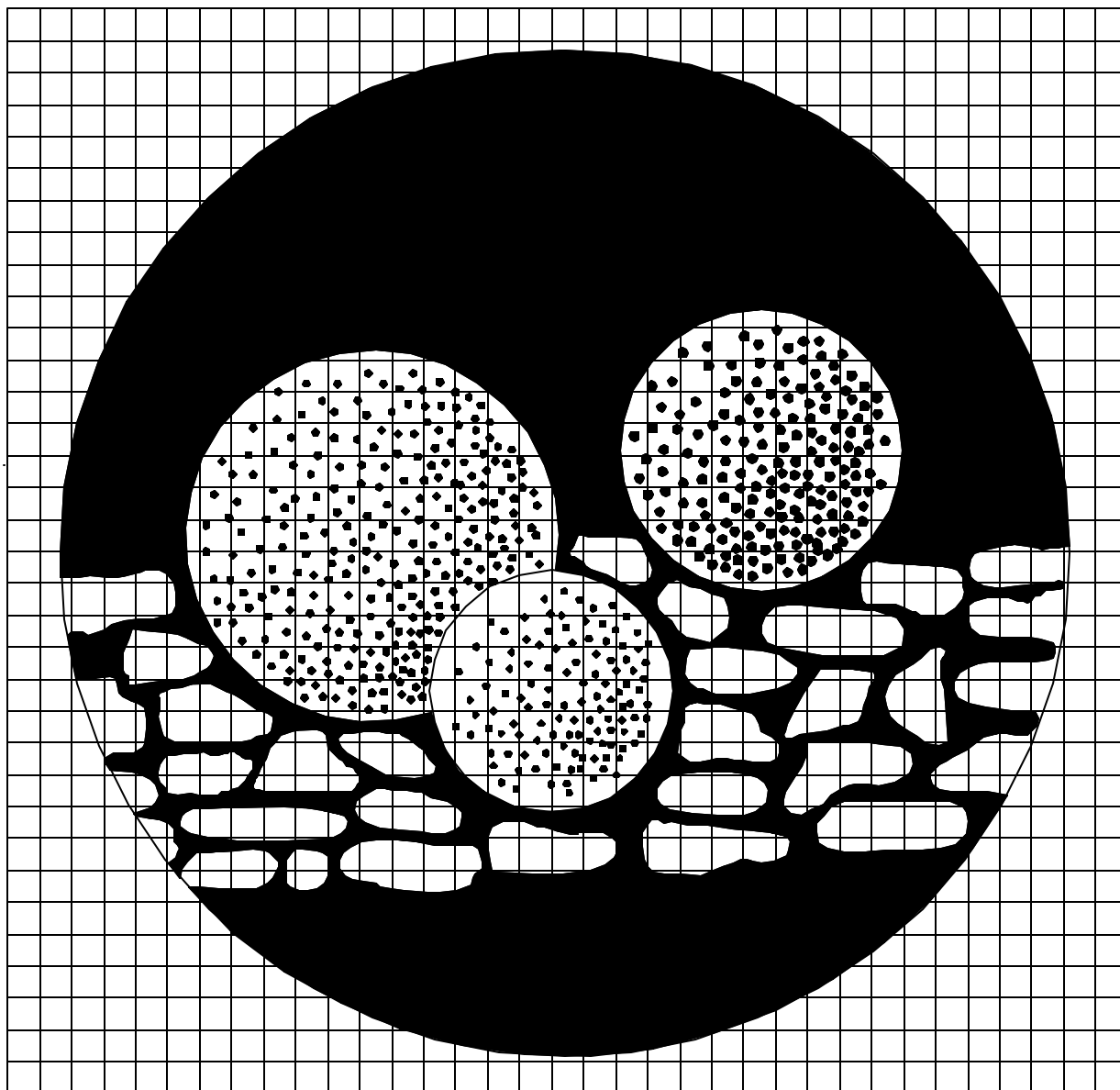


C.974

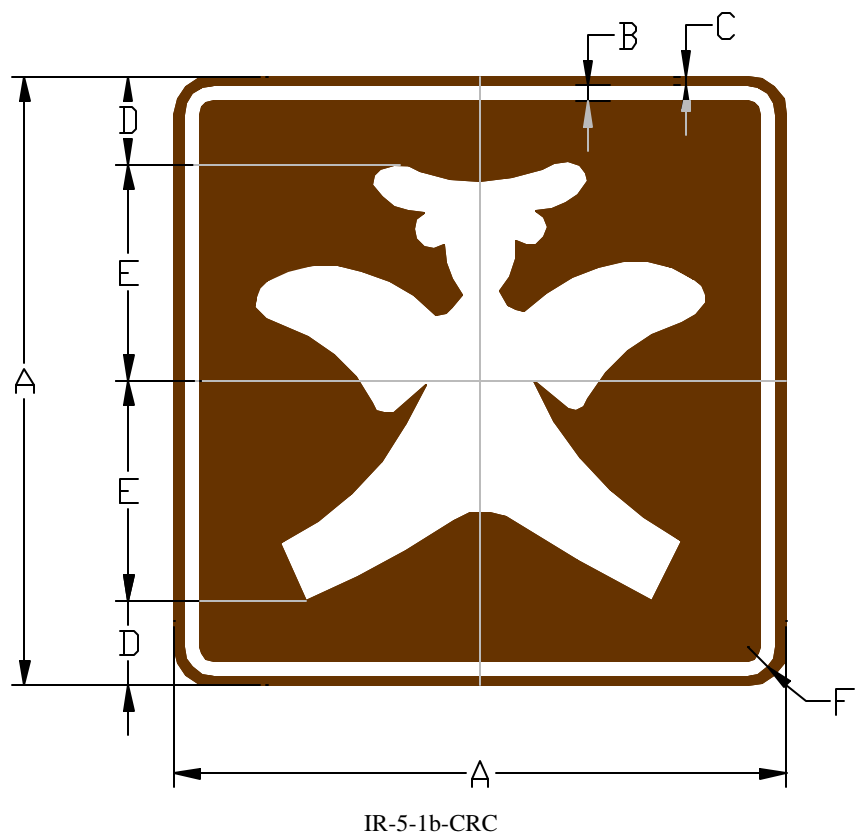


IR-5-1a-CRC

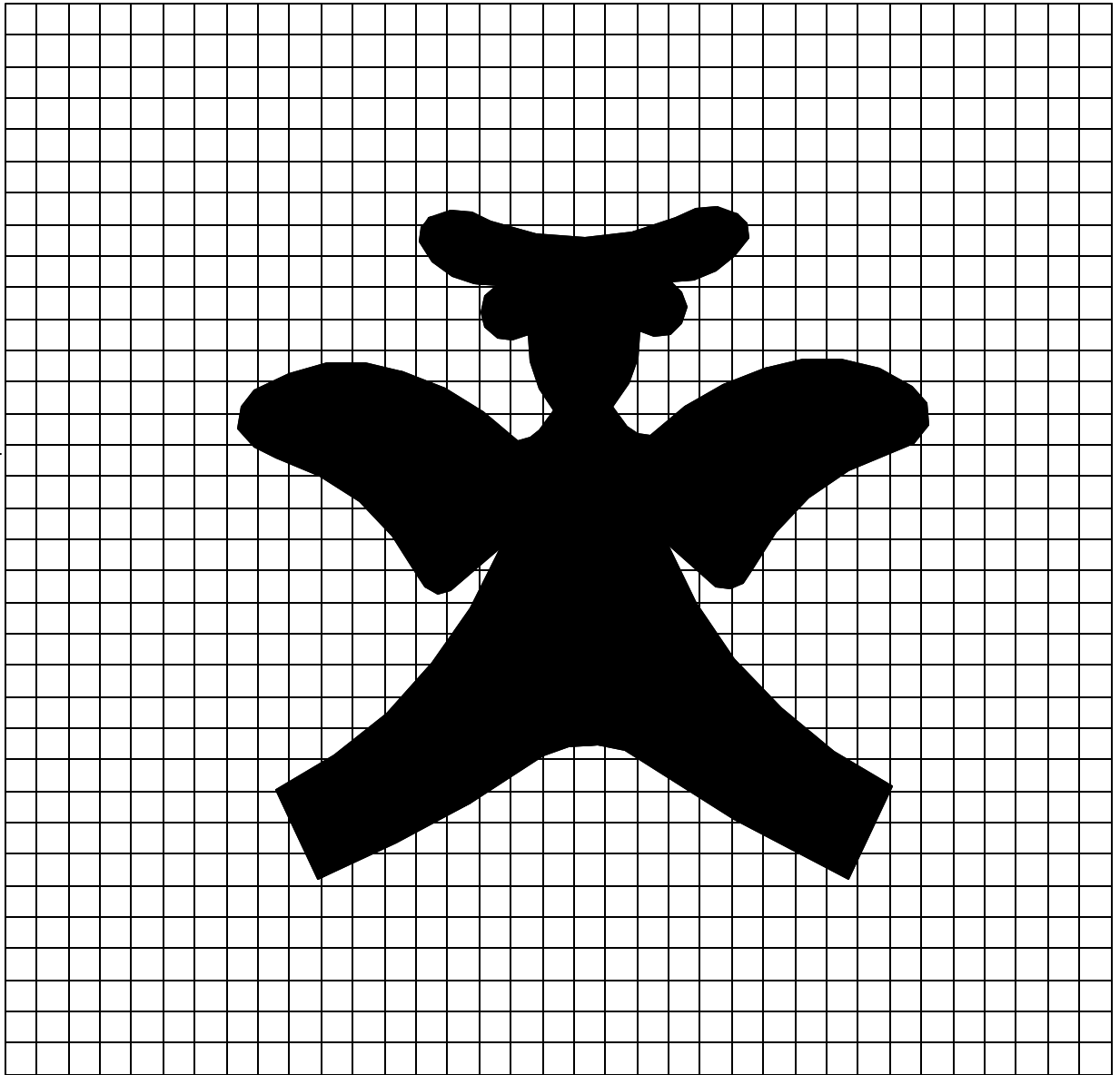
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	3.0	20.0	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	4.0	26.5	3.8

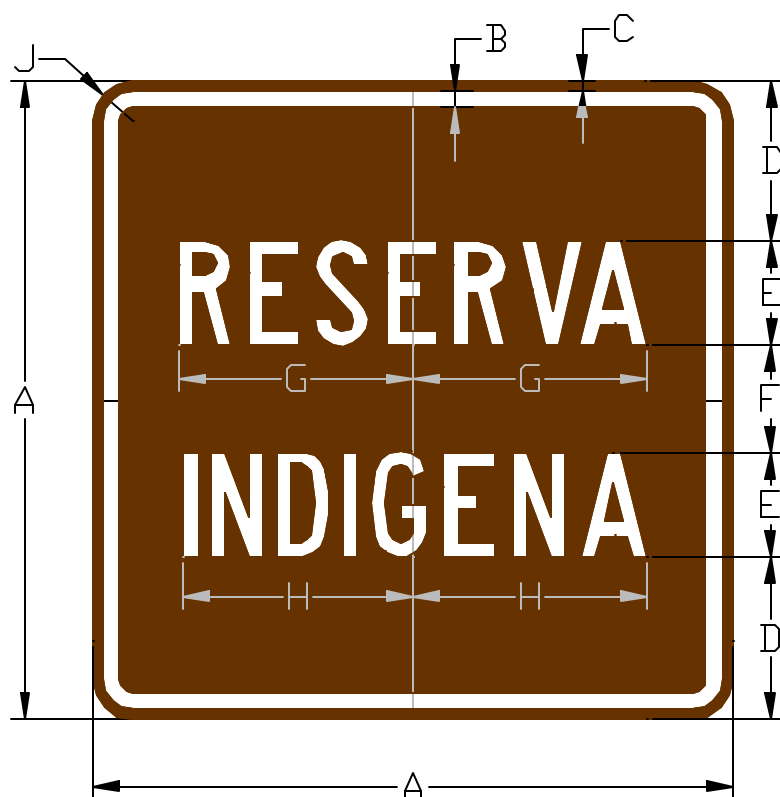






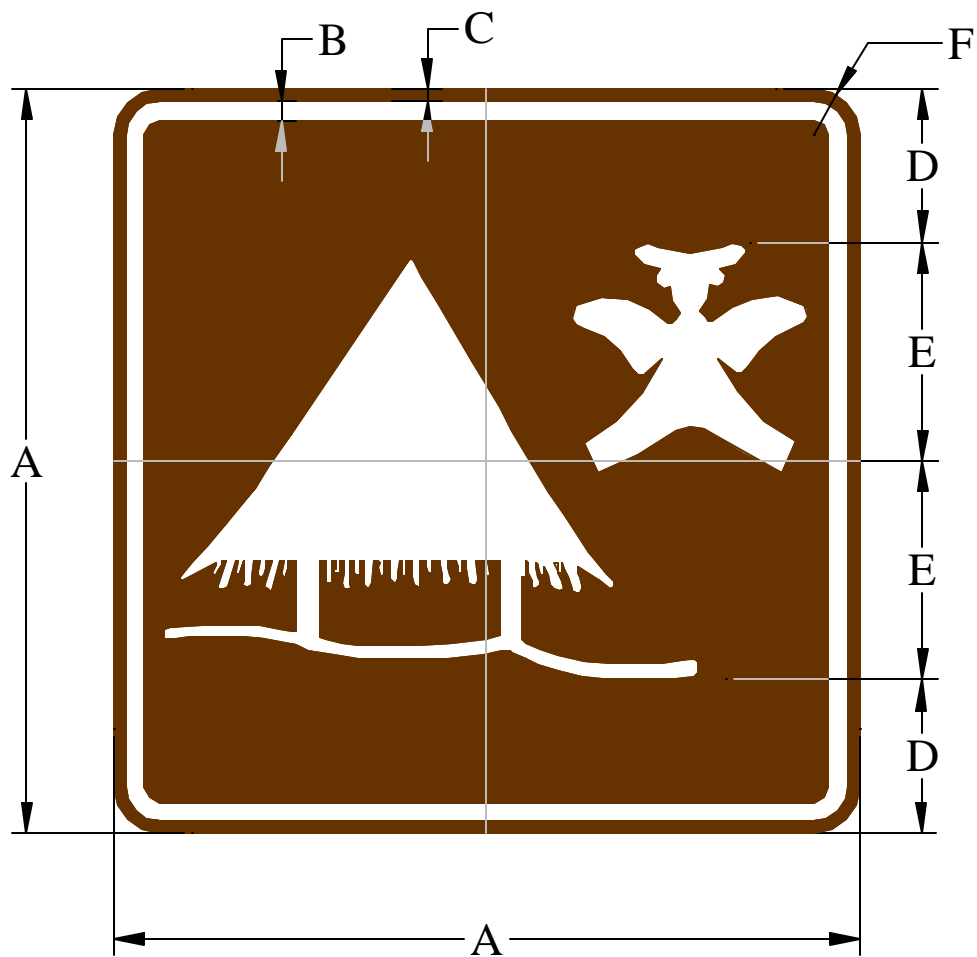
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46	1.2	0.8	6.5	16.5	2.9
EST.	61	1.6	1.0	8.5	22	3.8





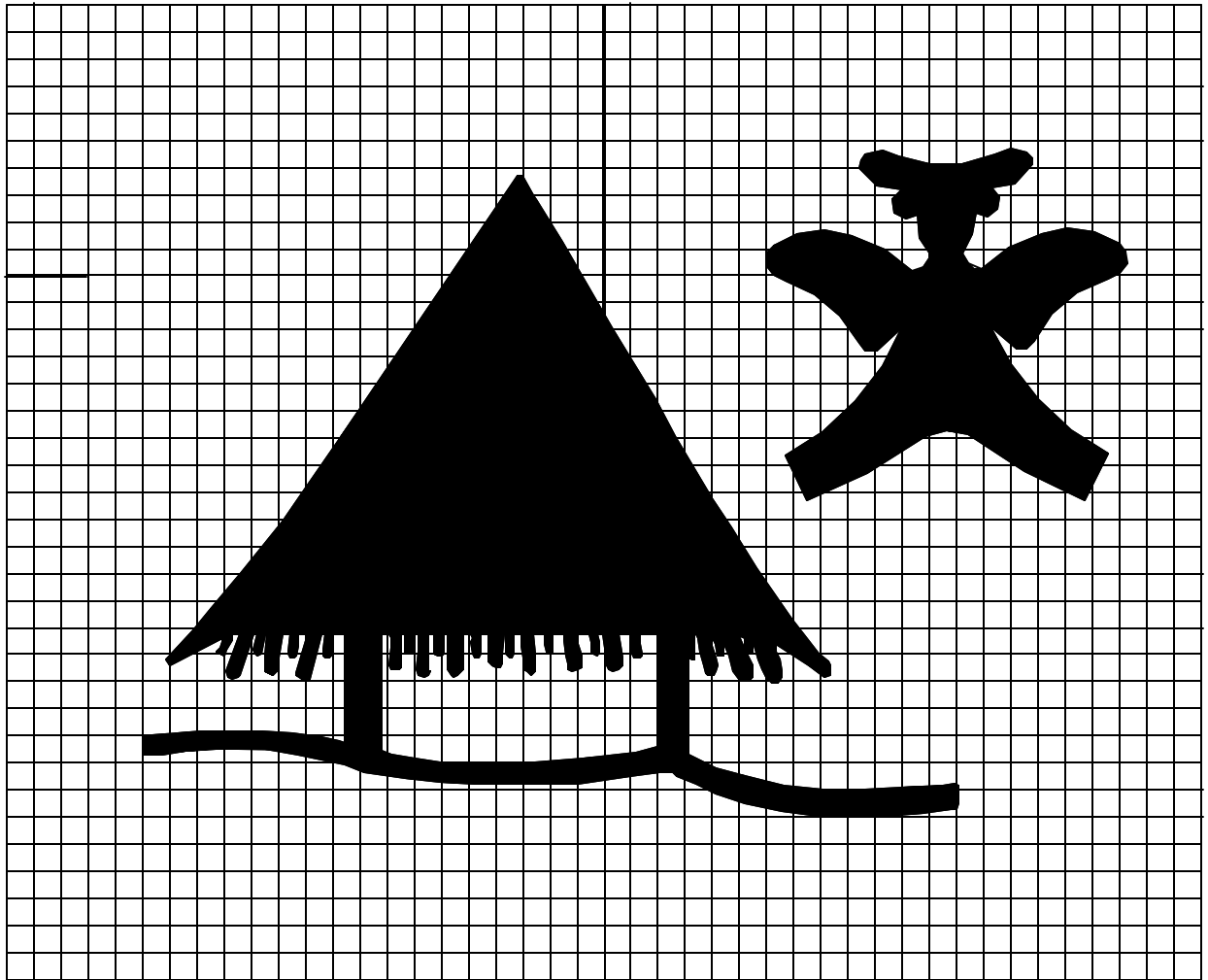
IR-5-2

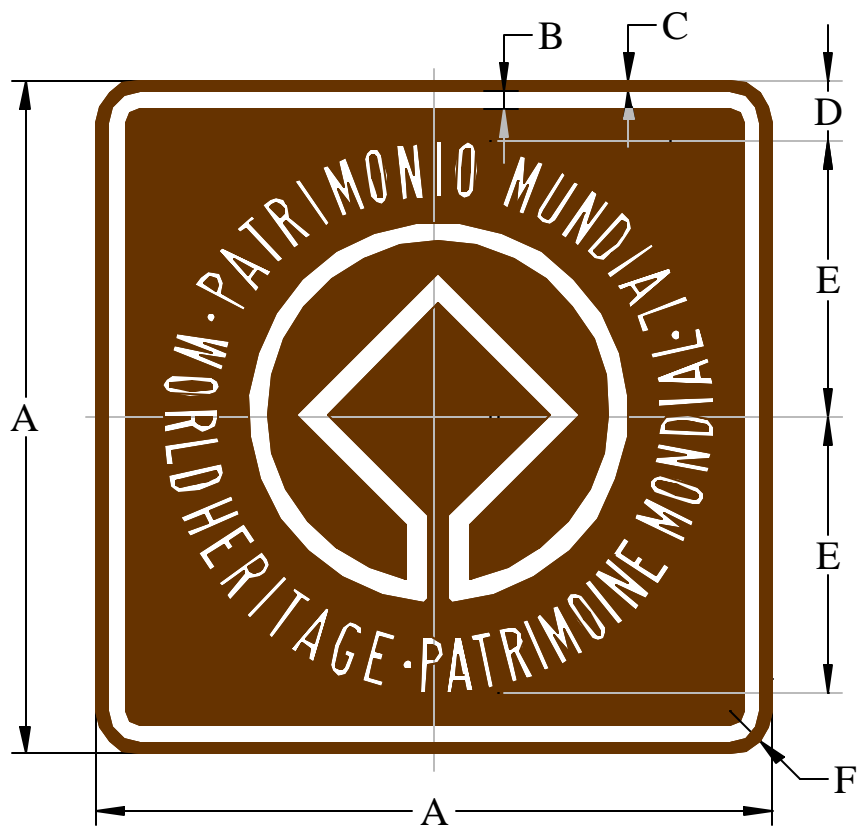
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	J
MIN.	46	1.2	0.8	11.8	7.5C	7.5	16.6	16.7	2.9
EST.	61	1.6	1.0	15.5	10C	10	22.3	22.1	3.8



IR-5-2a-CRC

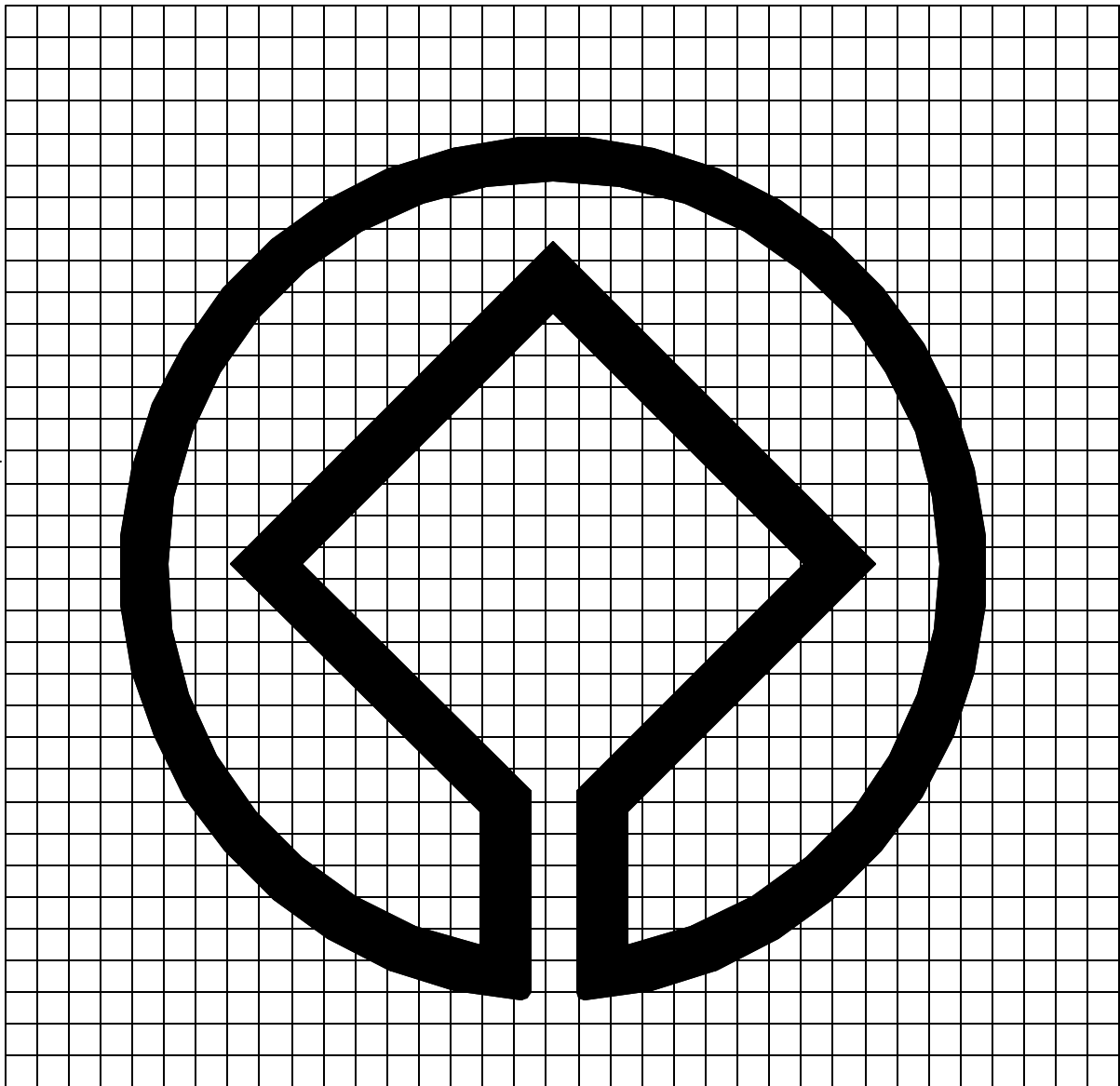
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN	46.0	1.2	0.7	9.5	13.5	2.9
EST	61.0	1.6	0.9	12.5	18.0	3.8





IR-5-3

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	46.0	1.2	0.8	4.2	18.8	2.9
EST.	61.0	1.6	1.0	5.6	24.9	3.8





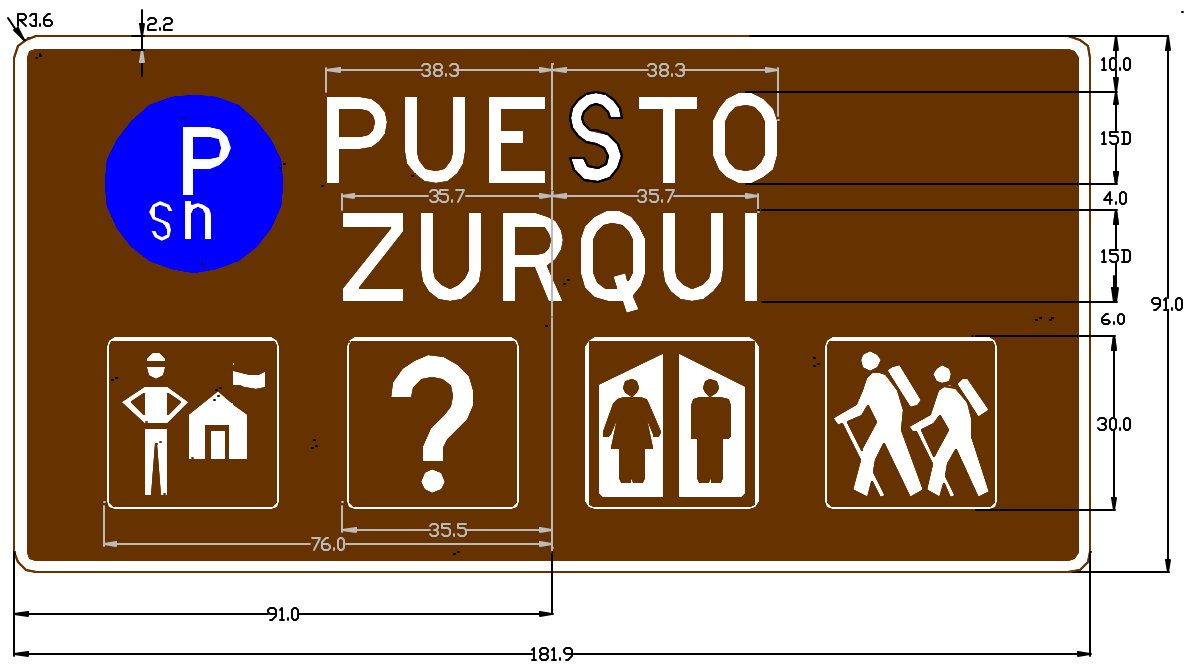
IR-6-1



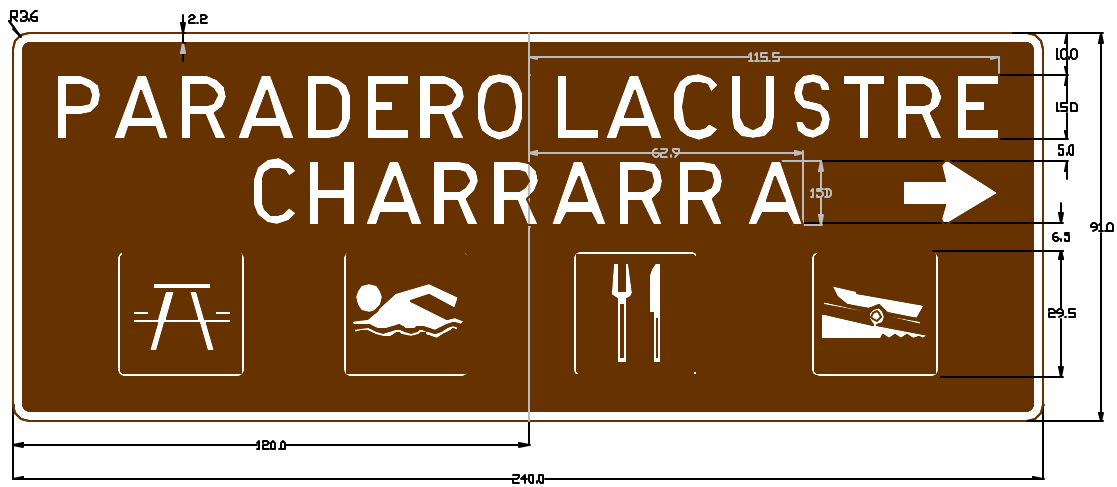




IR-6-3



IR-6-4

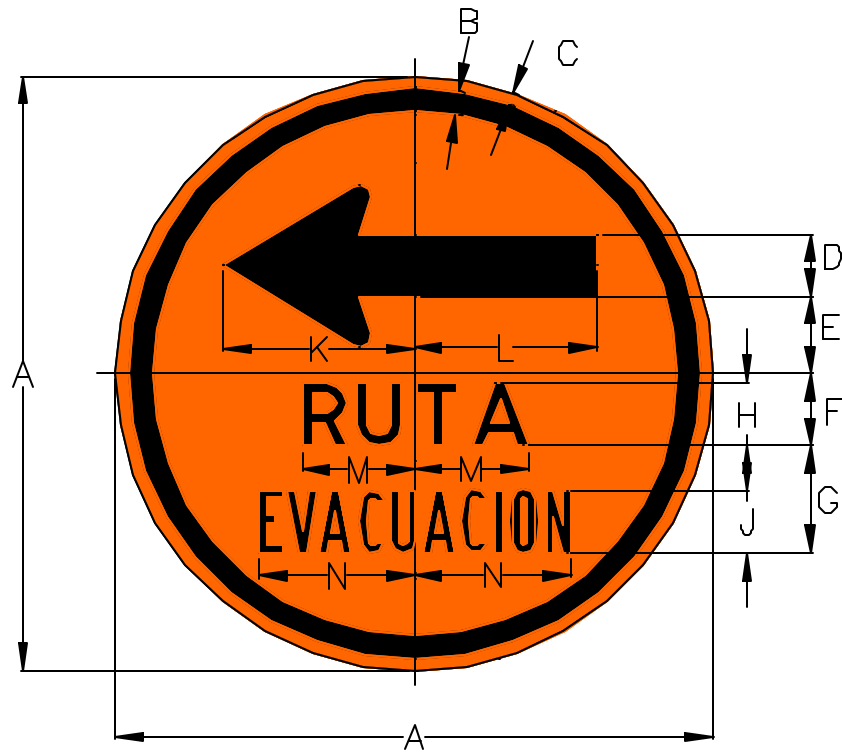


IR-6-5



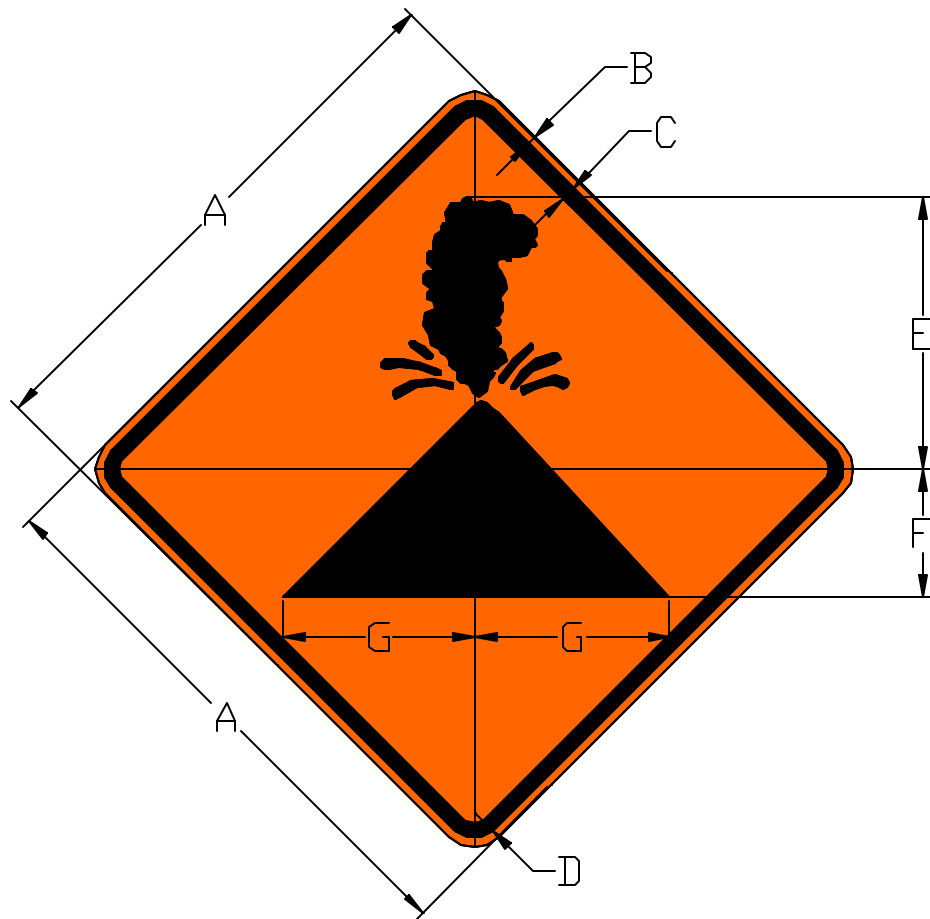
IR-6-6

## **Señales de Información de Defensa Civil y Emergencia**



IE-1-1

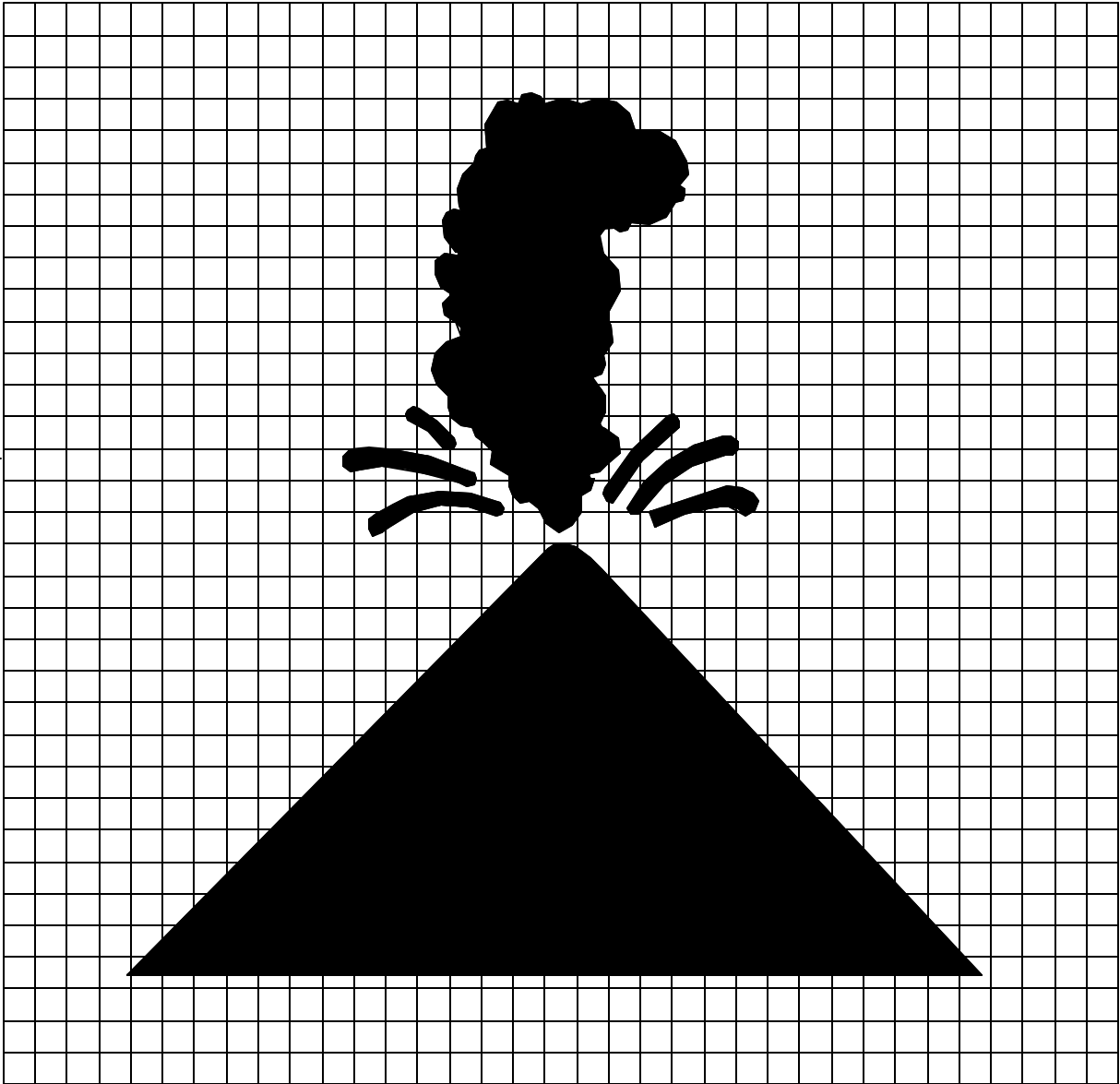
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
EST.	47.6	1.9	0.9	5.0	6.2	5.8	8.6	5D	5B	15.2	14.5	8.7	12.5
ESP.	91.6	3.8	1.8	9.5	11.9	11.1	16.5	10D	10B	29.3	27.9	17.3	24.5

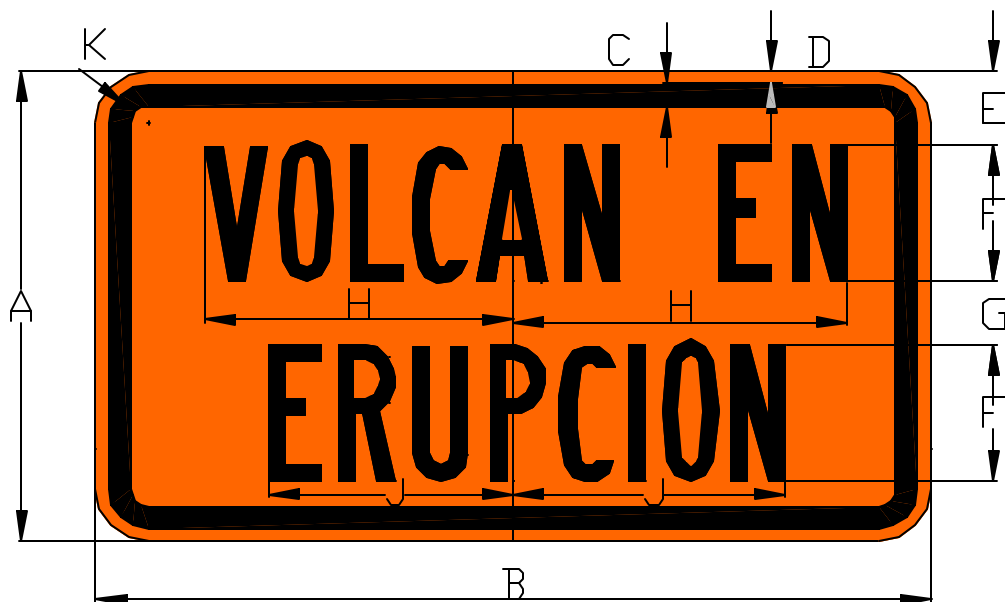


IE-2-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)						
	A	B	C	D	E	F	G
MIN	61.0	1.0	1.6	3.8	29.9	14.1	21.2
EST.	76.2	1.3	2.0	4.8	37.3	17.6	26.5
ESP.	91.4	1.5	2.4	5.7	44.8	21.1	31.8

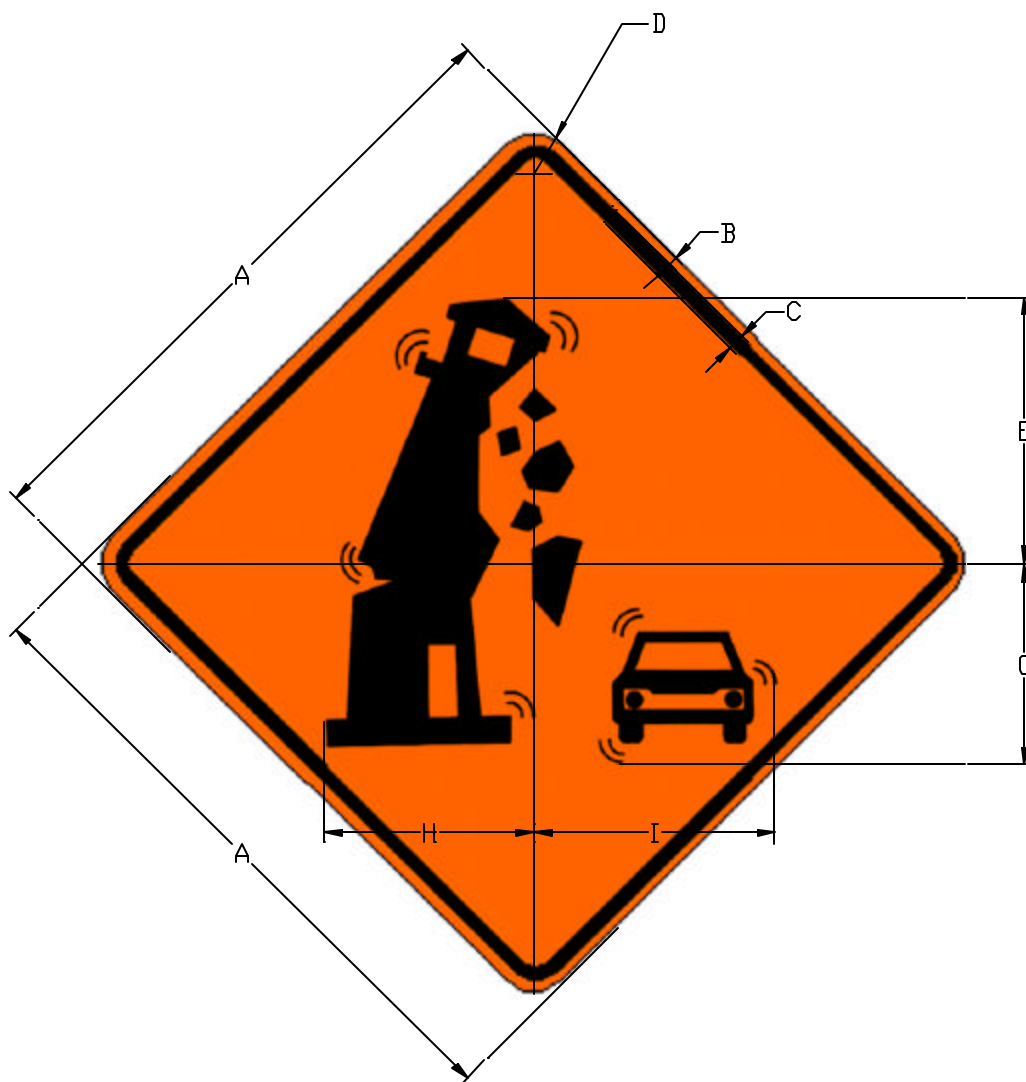






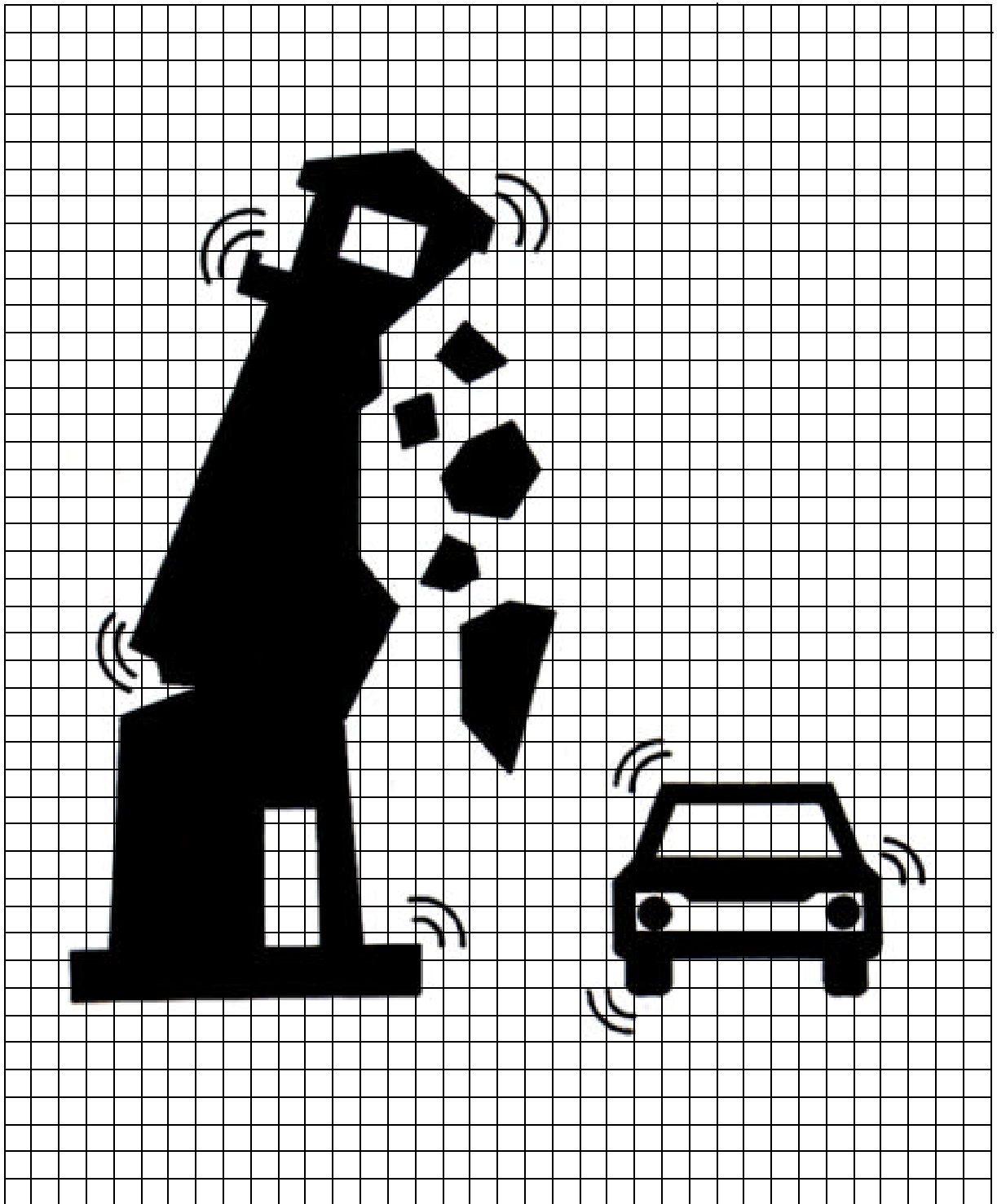
IE-2-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
EST	34.	61.	1.	1.	5.	10	4.	23.	18.	3.
.	5	0	6	0	5	B	5	4	8	8
ESP	51.	91.	2.	1.	8.	15	6.	35.	28.	5.
.	3	4	4	5	2	B	7	3	4	7



IE-2-3

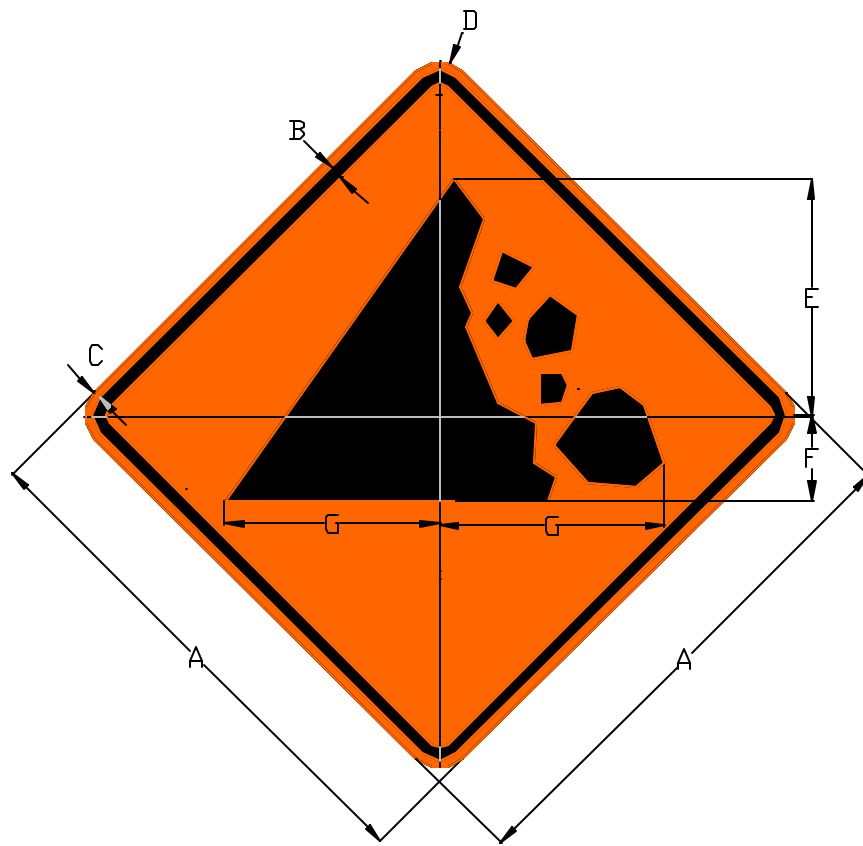
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	G	H	I
MIN	61.0	1.0	1.6	3.8	25.7	19.3	20.1	23
EST.	76.2	1.3	2.0	4.8	32.4	24.4	25.3	29.1
ESP.	91.4	1.5	2.4	5.7	38.5	29.0	30.1	35.4





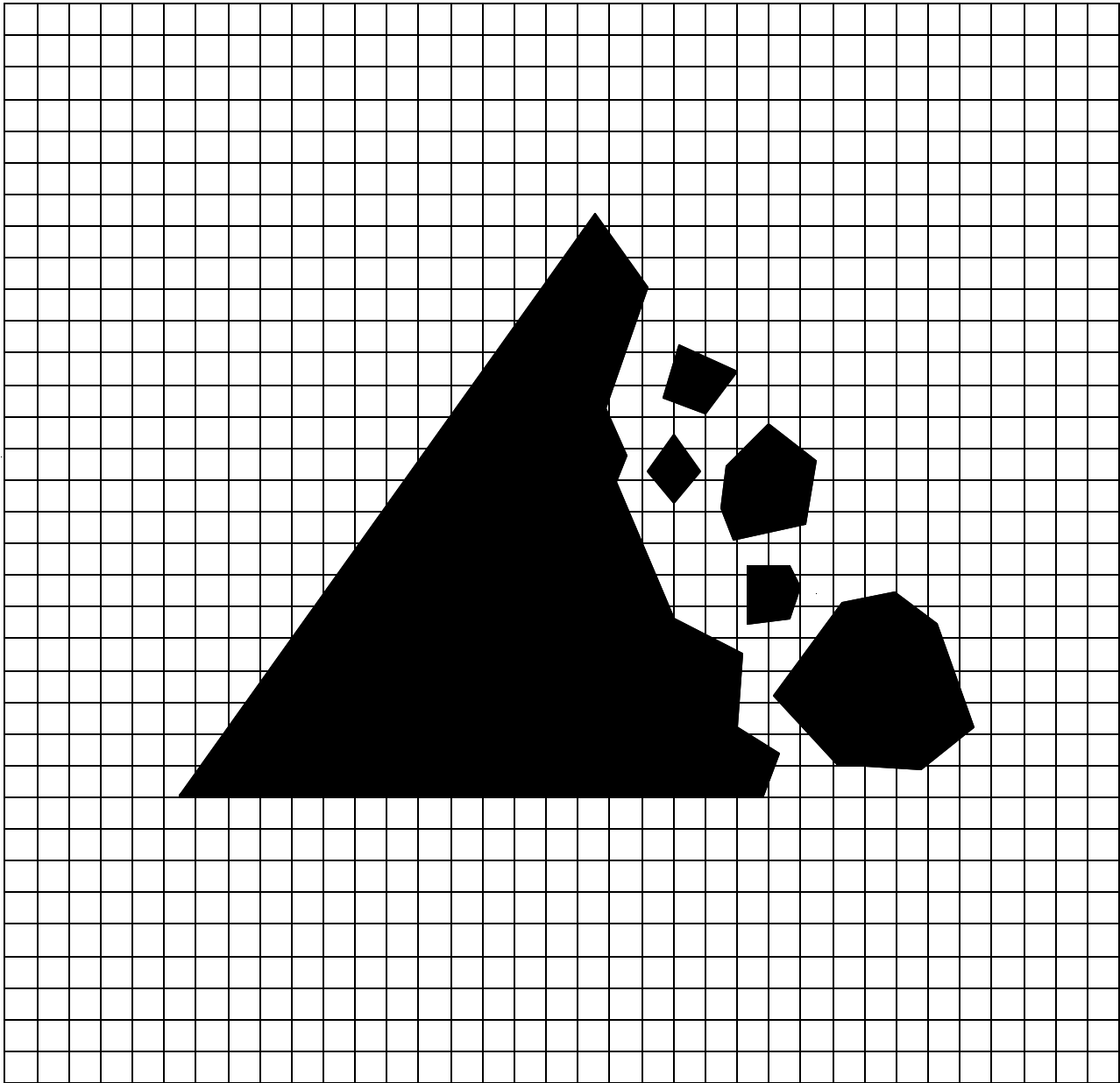
IE-2-4

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
EST .	34. 5	61. 0	1. 6	1. 0	5. 0	10 B	3. 5	23. 8	22.6	3.8
ESP .	51. 3	91. 4	2. 4	1. 5	7. 5	15 B	5. 2	23. 4	34.2	5.7



IE-2-5

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)						
	A	B	C	D	E	F	G
MIN	61.0	1.6	1.0	3.8	27.8	9.9	25.1
EST.	76.2	2.0	1.3	4.8	34.7	12.4	31.4
ESP.	91.4	2.4	1.5	5.7	41.6	14.9	37.6

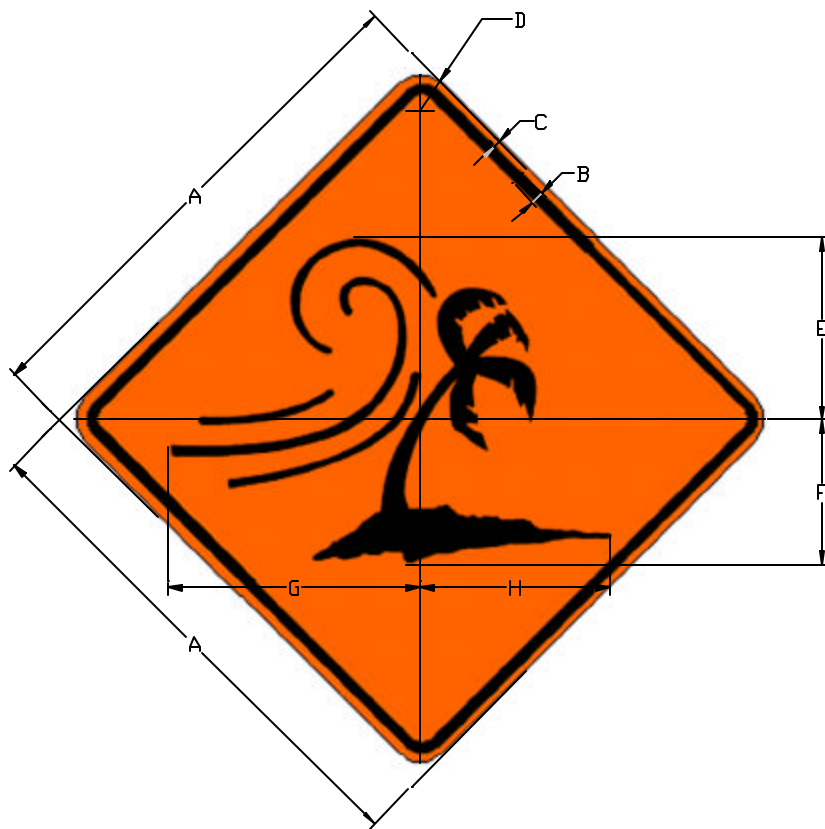




IE-2-6

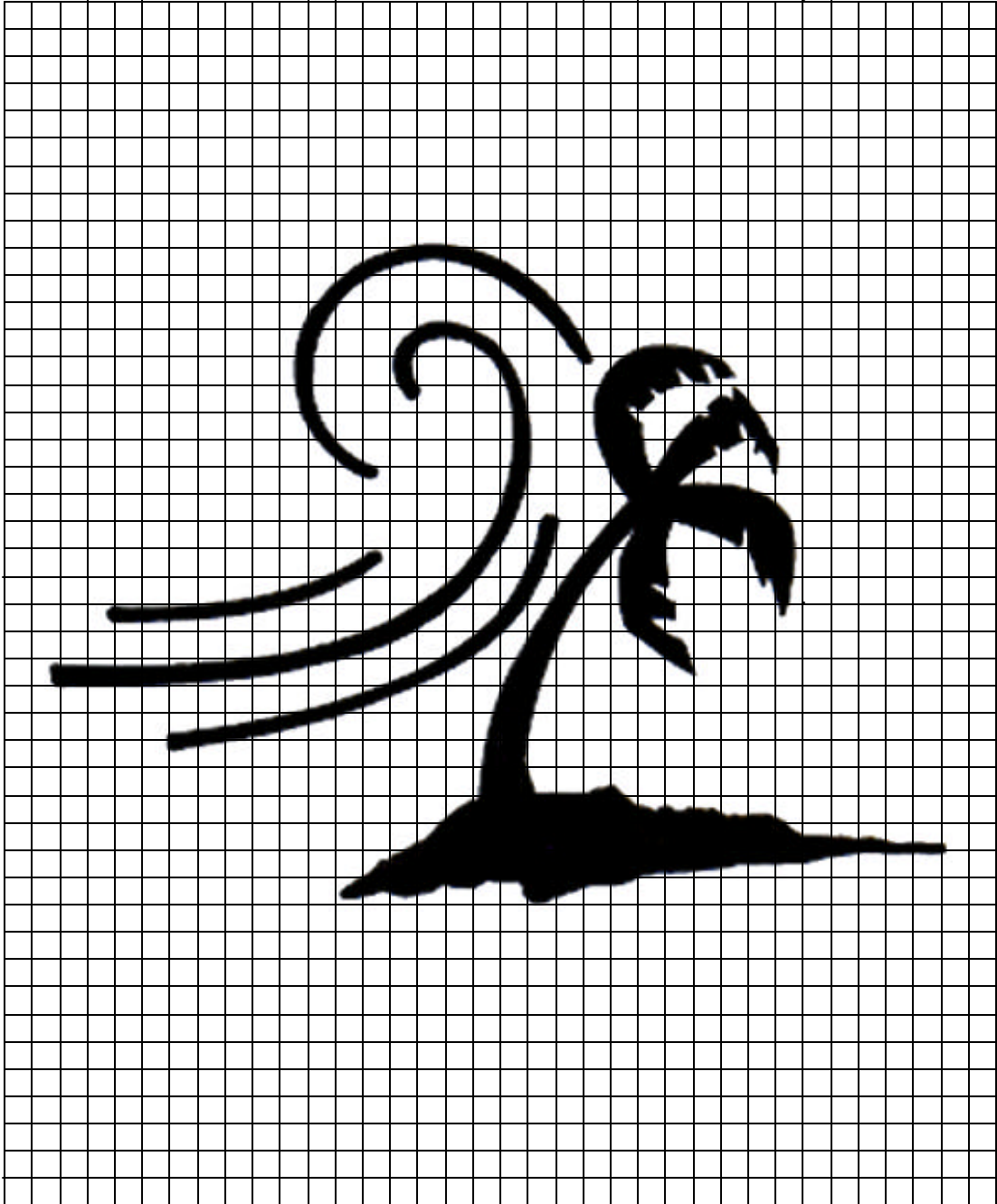
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
EST	34. 5	61. 0	1. 6	1. 0	5. 7	10 B	3. 3	10 C	25. 8	22. 8	3. 8
ESP	51. 3	91. 4	2. 4	1. 5	8. 5	15 B	4. 9	15 C	25. 6	38. 4	5. 7





IE-2-7

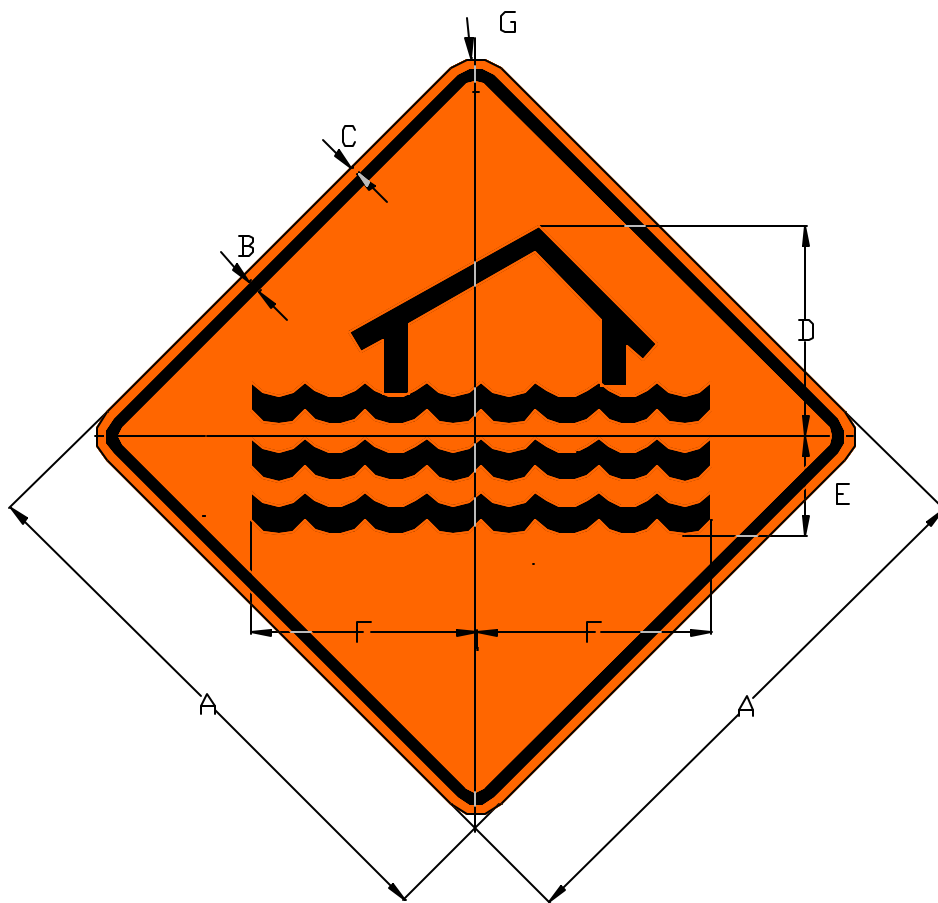
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	C	B	D	E	F	G	H
MIN	61.0	1.0	1.6	3.8	21.9	17.5	30.1	22.7
EST.	76.2	1.3	2.0	4.8	27.7	22.1	38.0	28.7
ESP.	91.4	1.5	2.4	5.7	32.9	26.2	45.1	34.1





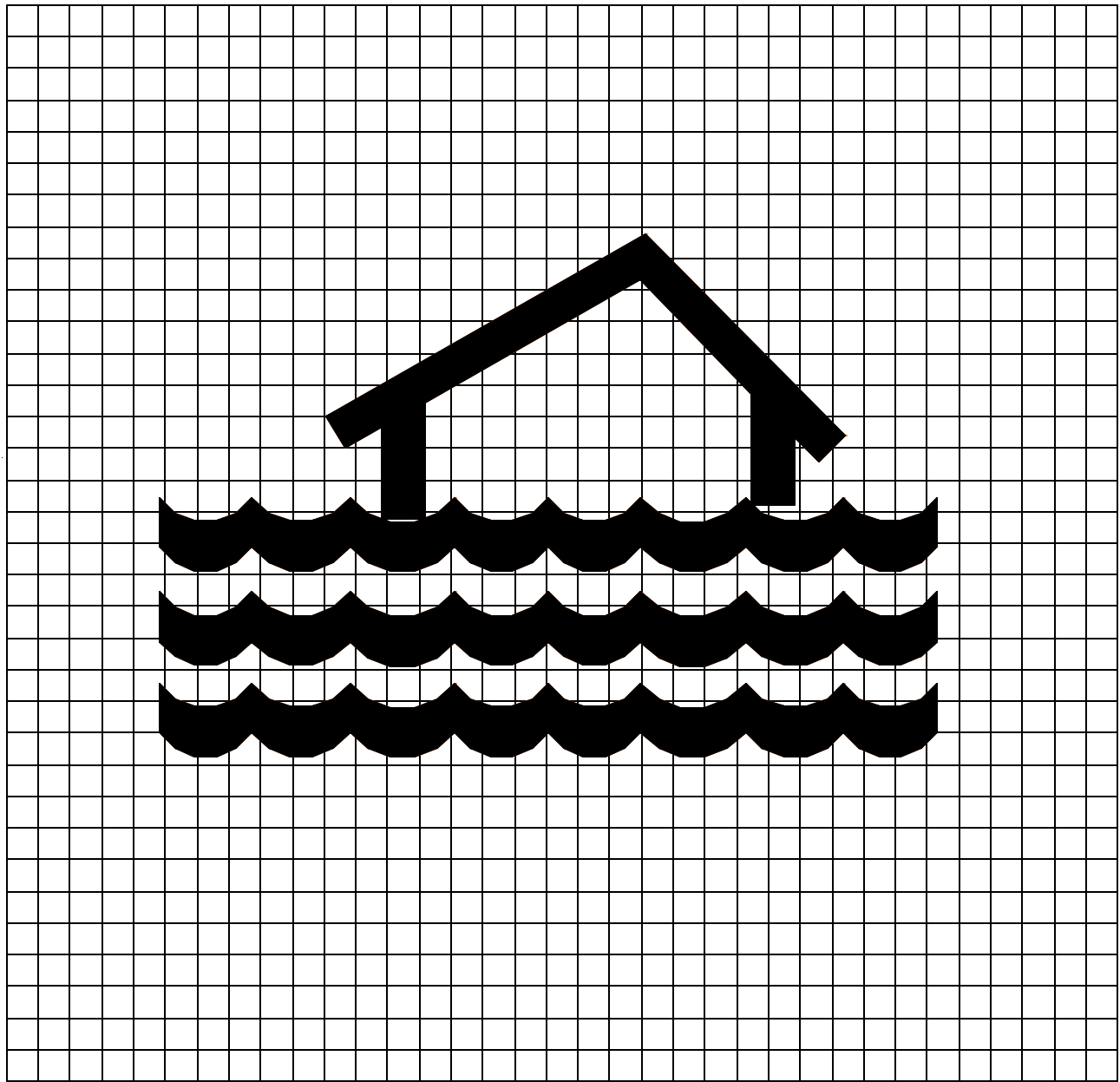
IE-2-8

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
EST	34.	61.	1.	1.	5.	10	3.	10	25.	22.	3.
.	5	0	6	0	7	B	3	C	8	8	8
ESP	51.	91.	2.	1.	8.	15	4.	15	38.	34.	5.
.	3	4	4	5	5	B	9	C	9	4	7



IE-2-9

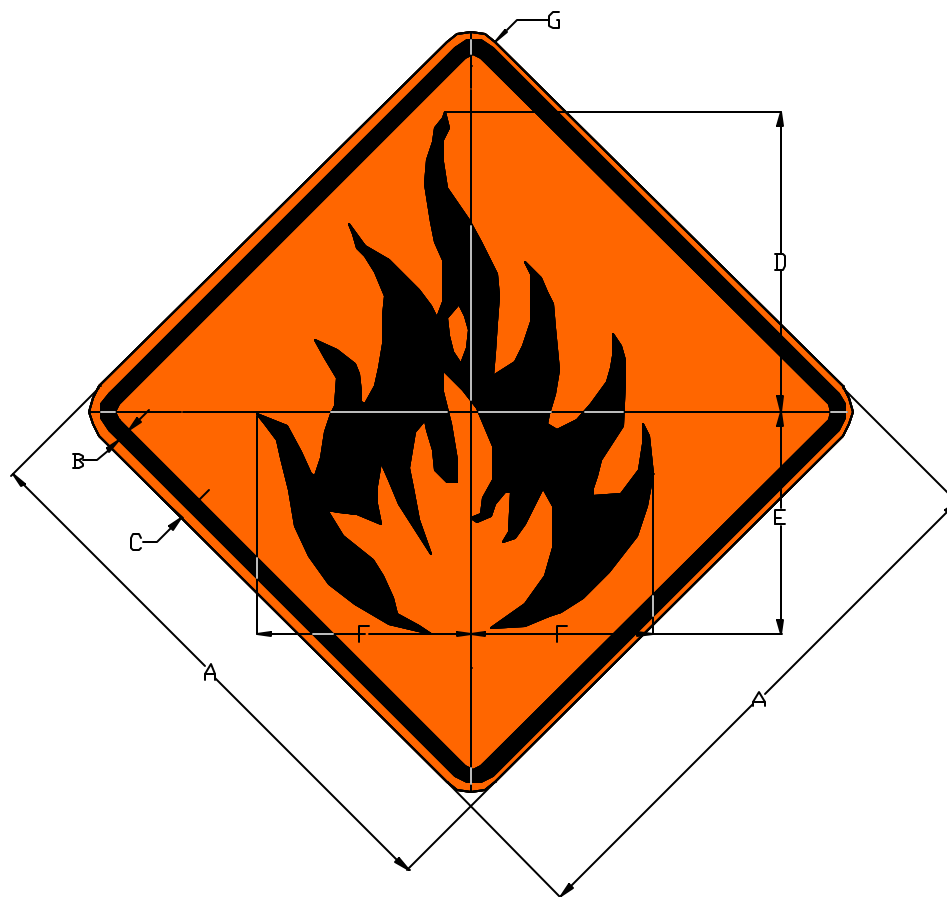
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)						
	A	B	C	D	E	F	G
EST.	61.0	1.5	1.0	23.2	11.0	25.2	3.8
ESP.	91.4	2.3	1.5	34.8	16.5	37.8	5.7





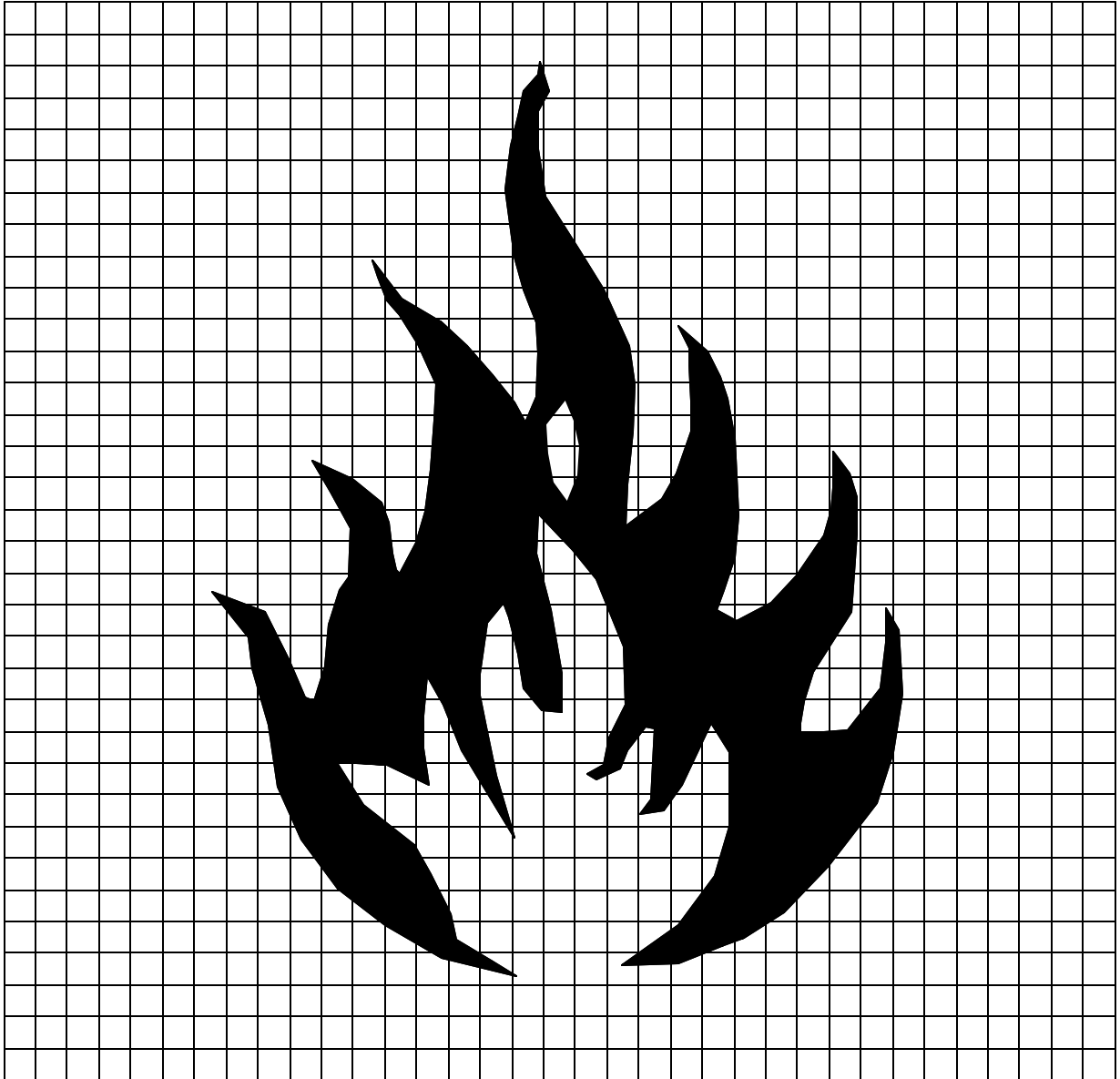
IE-2-10

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
EST	34. 5	61. 0	1. 6	1. 0	5. 8	10 B	2. 8	23. 8	22. 6	3. 8
ESP	51. 3	91. 4	2. 4	1. 5	8. 6	15 B	4. 2	23. 4	35. 3	5. 7



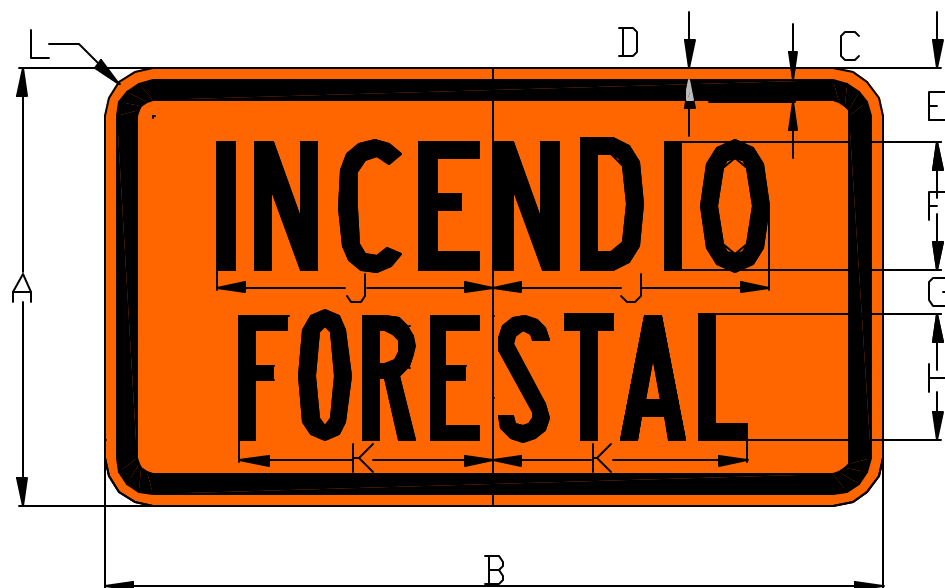
IE-2-11

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)						
	A	B	C	D	E	F	G
EST.	61.0	1.6	1.2	32.8	23.8	19.8	3.8
ESP.	91.4	2.4	1.8	49.1	35.7	29.6	5.7



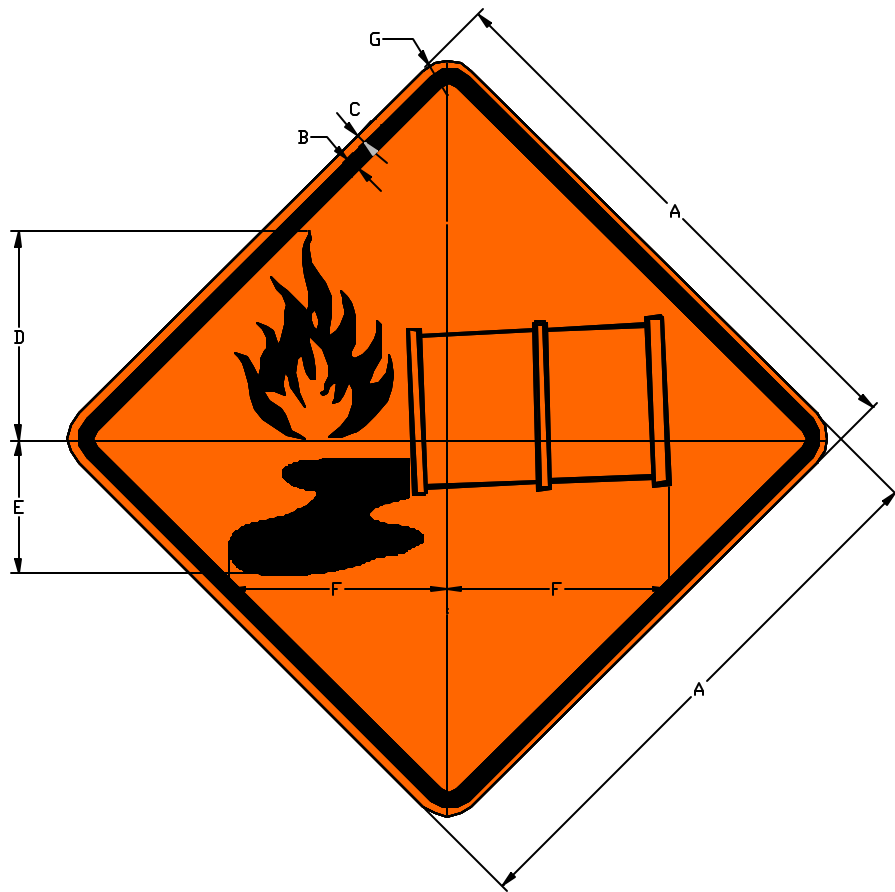
C.1008





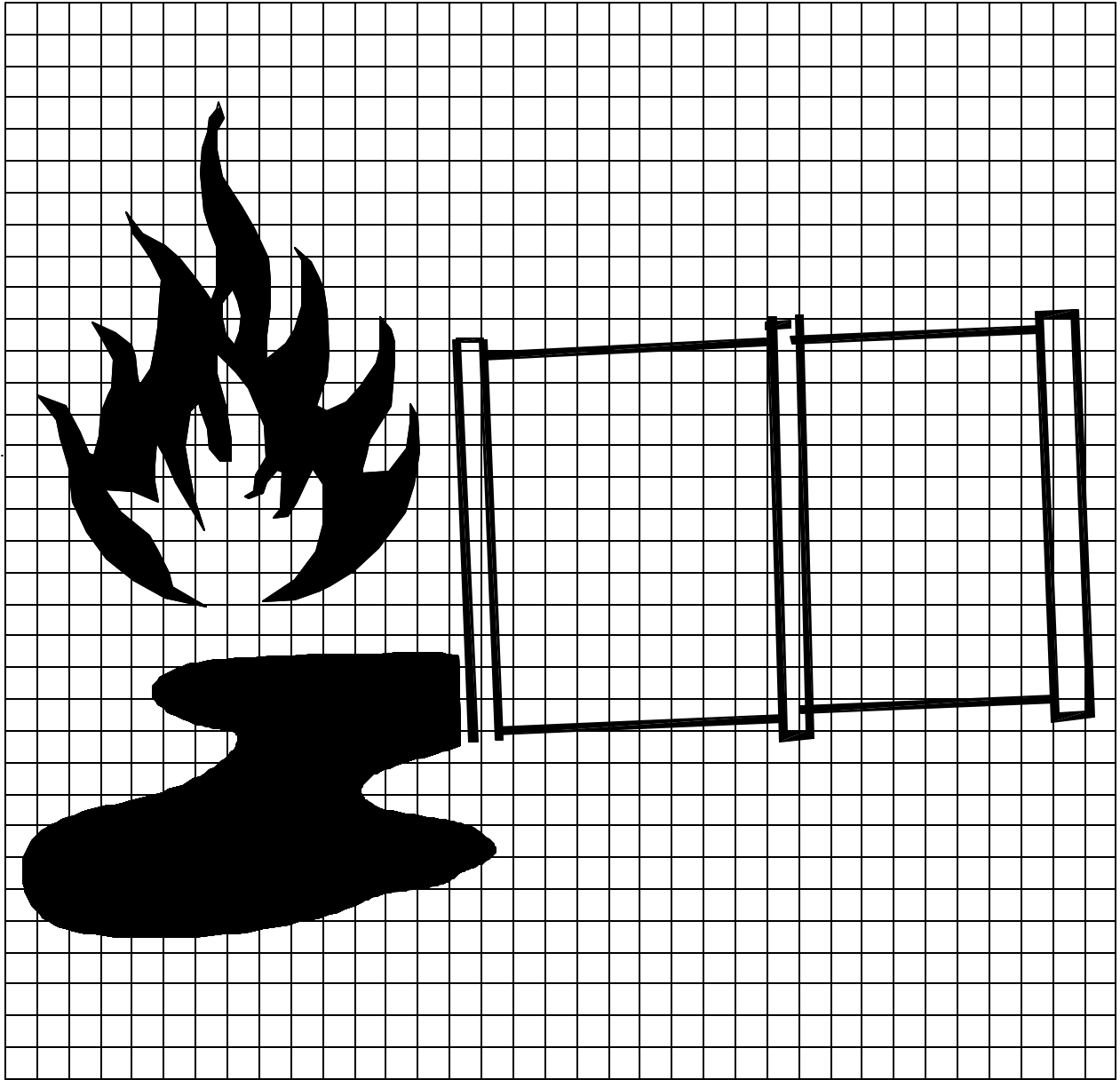
IE-2-12

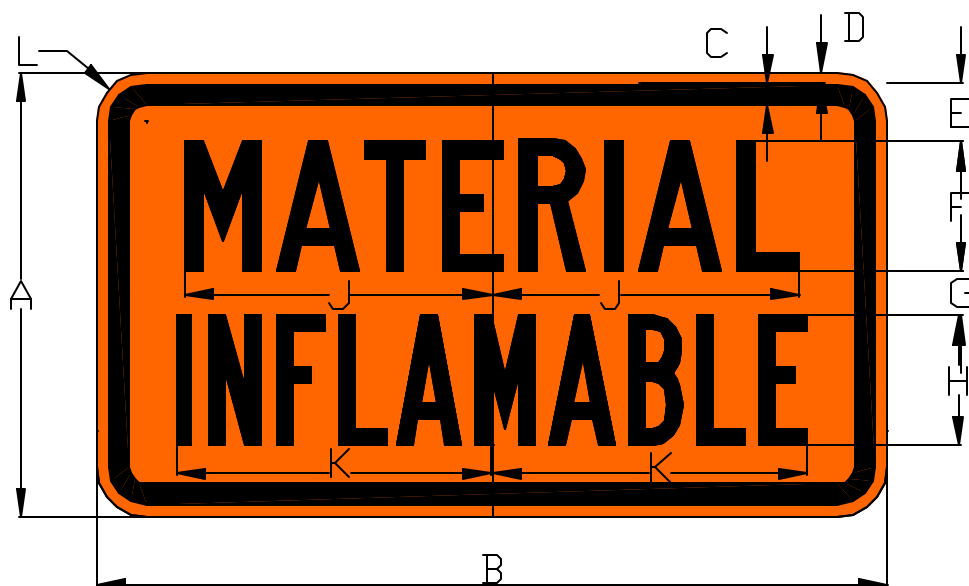
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
EST	34. 5	61. 0	1. 6	1. 0	5. 8	10 C	3. 5	10 B	21. 6	19. 9	3. 8
ESP	51. 3	91. 4	2. 4	1. 5	8. 6	15 C	5. 2	15 B	32. 6	30. 0	5. 7



IE-2-13

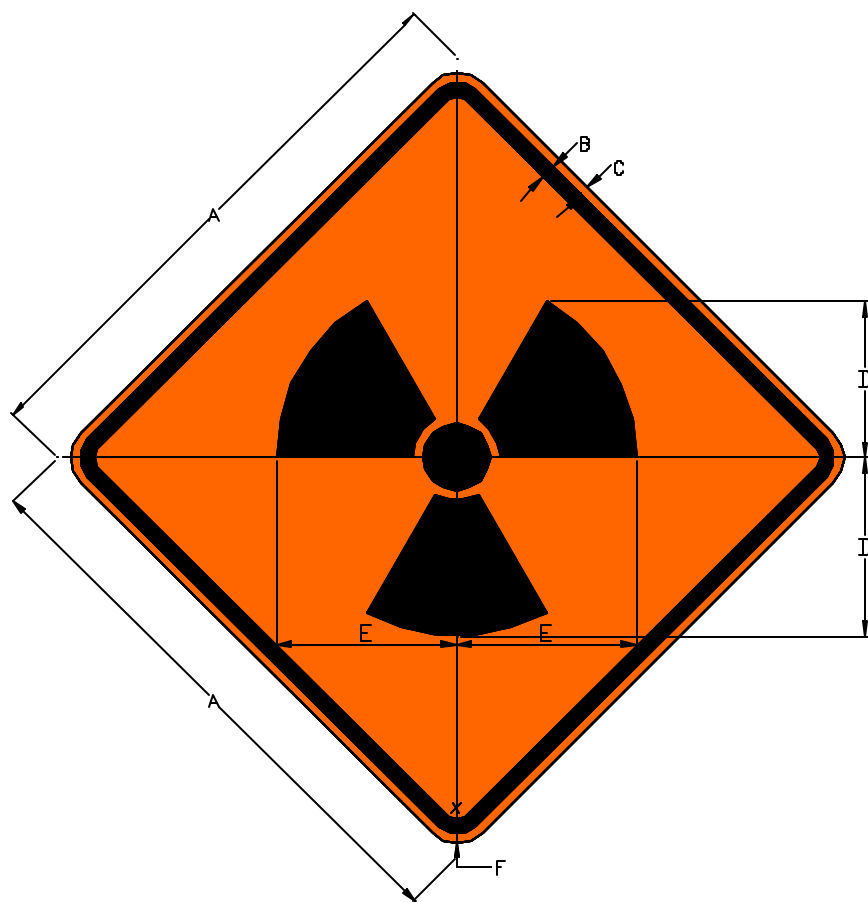
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)						
	A	B	C	D	E	F	G
EST.	61.0	1.6	1.1	23.0	15.0	24.1	3.8
ESP.	91.4	2.4	1.7	34.5	22.5	36.1	5.7





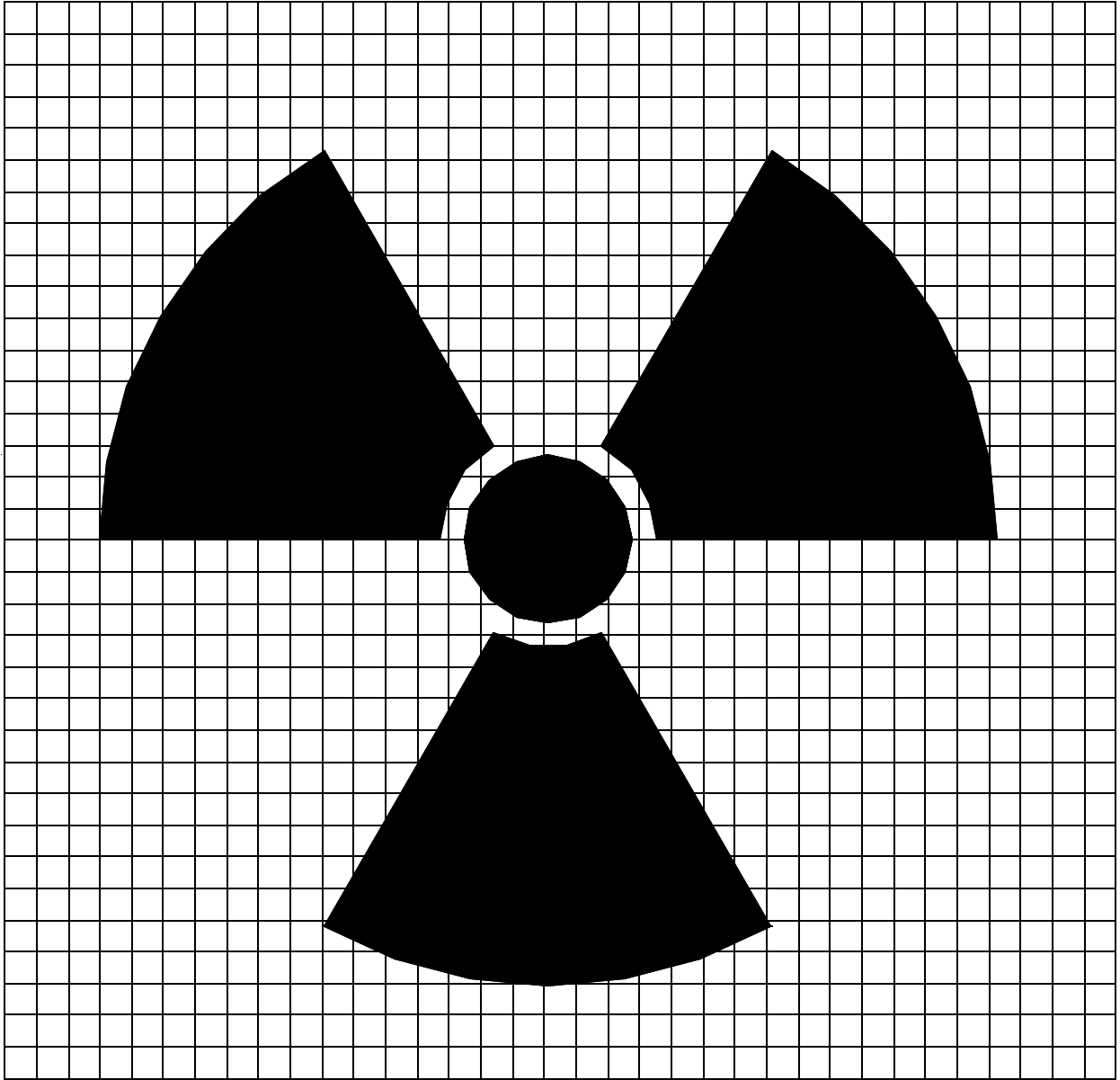
IE-2-14

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
EST .	34. 5	61. 0	1. 6	1. 0	5. 5	10 C	3. 5	10 B	23. 9	24. 4	3. 8
ESP .	51. 3	91. 4	2. 4	1. 5	8. 2	15 C	5. 2	15 B	36. 2	36. 8	5. 7



IE-2-15

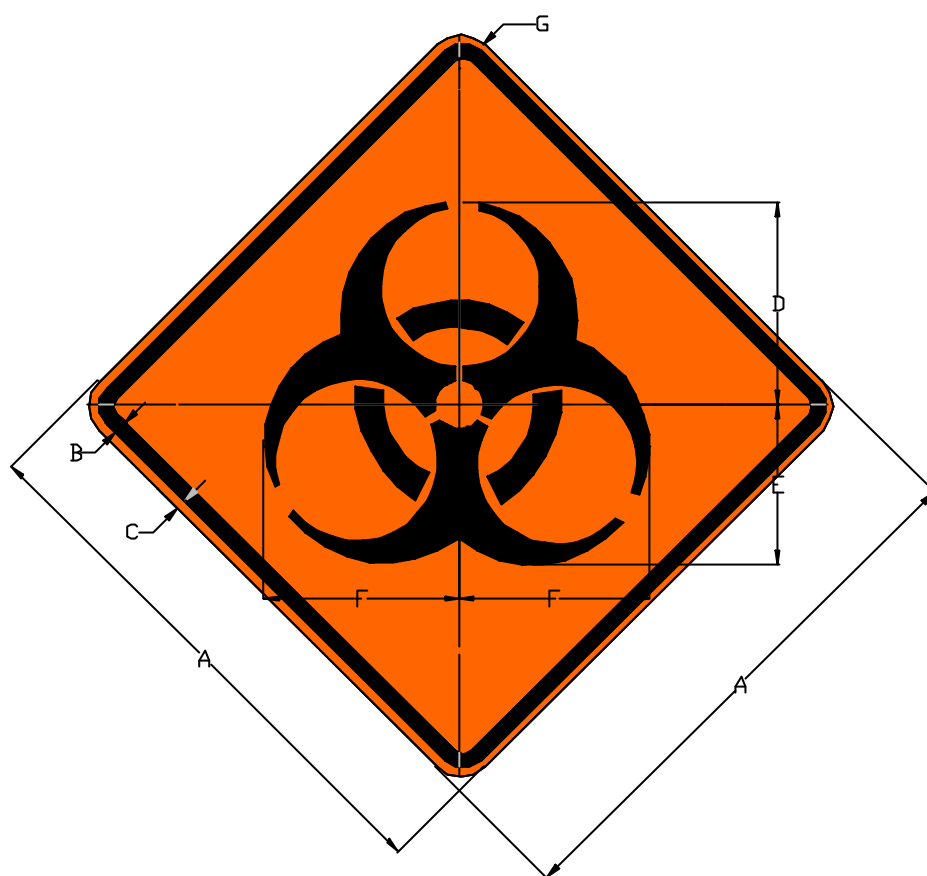
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
EST.	61.0	1.5	1.0	18.1	19.4	3.8
ESP.	91.4	2.3	1.5	27.1	29.0	5.7





IE-2-16

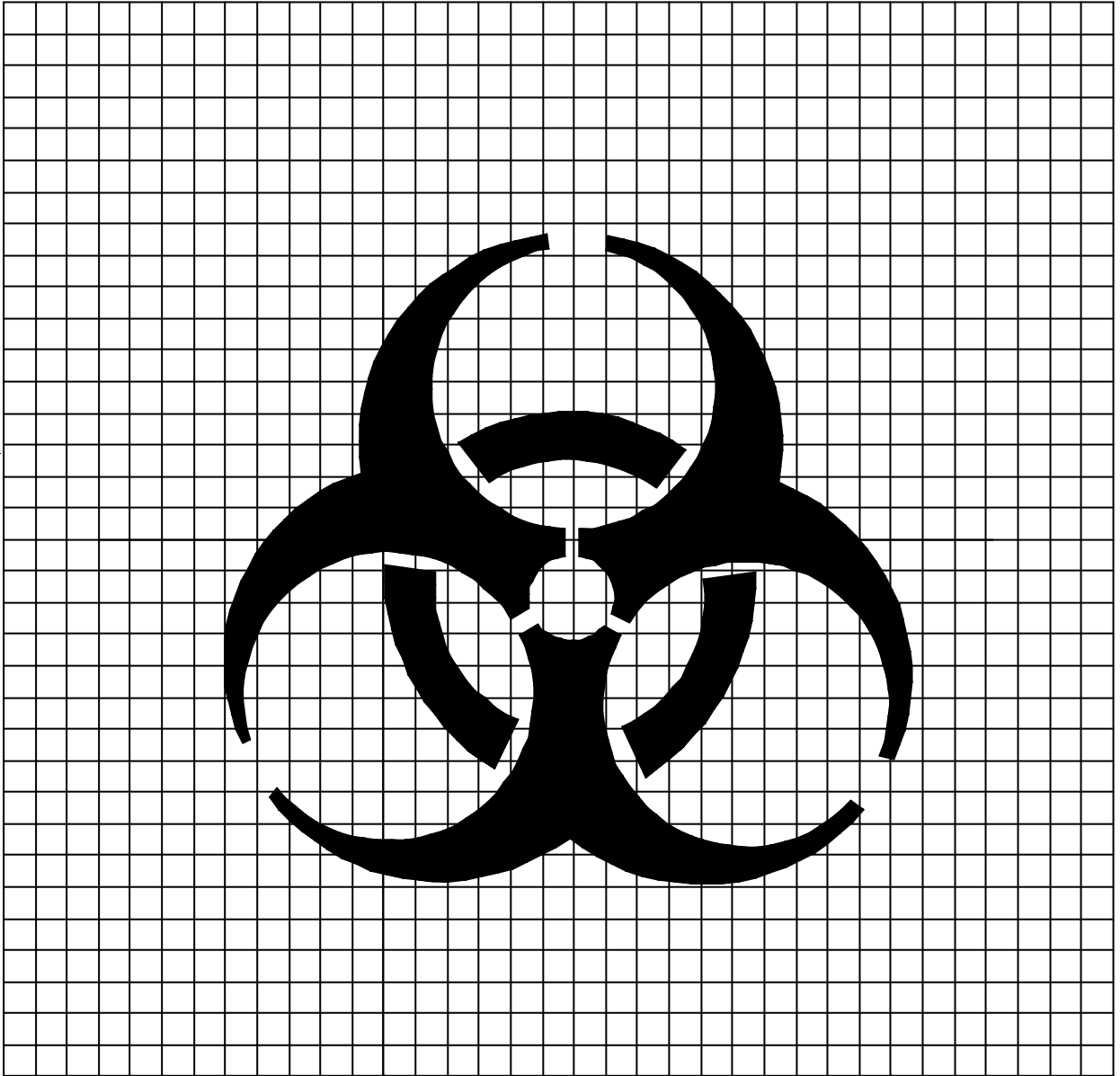
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
EST	34.	61.	1.	1.	6.	7.5B	4.	10	23.	23.	3.
.	5	0	6	0	0		0	B	7	4	8
ESP	51.	91.	2.	1.	9.	12.5	6.	15	39.	35.	5.
.	3	4	4	5	0	B	0	B	5	2	7

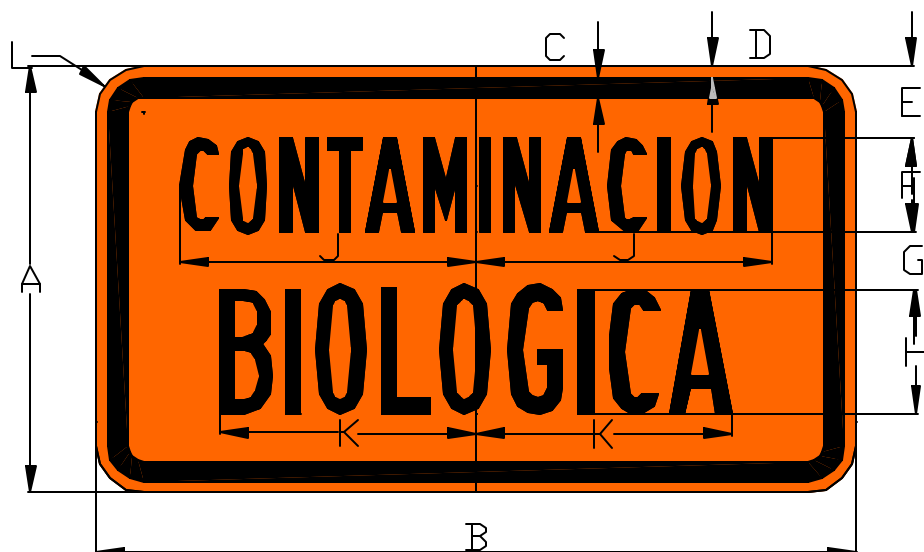


IE-2-17

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)						
	A	B	C	D	E	F	G
MIN	61.0	1.6	1.0	22.6	18.0	21.3	3.8
EST.	76.2	2.0	1.3	18.1	14.4	17.0	4.8
ESP.	91.4	2.4	1.5	15.1	12.0	14.2	5.7

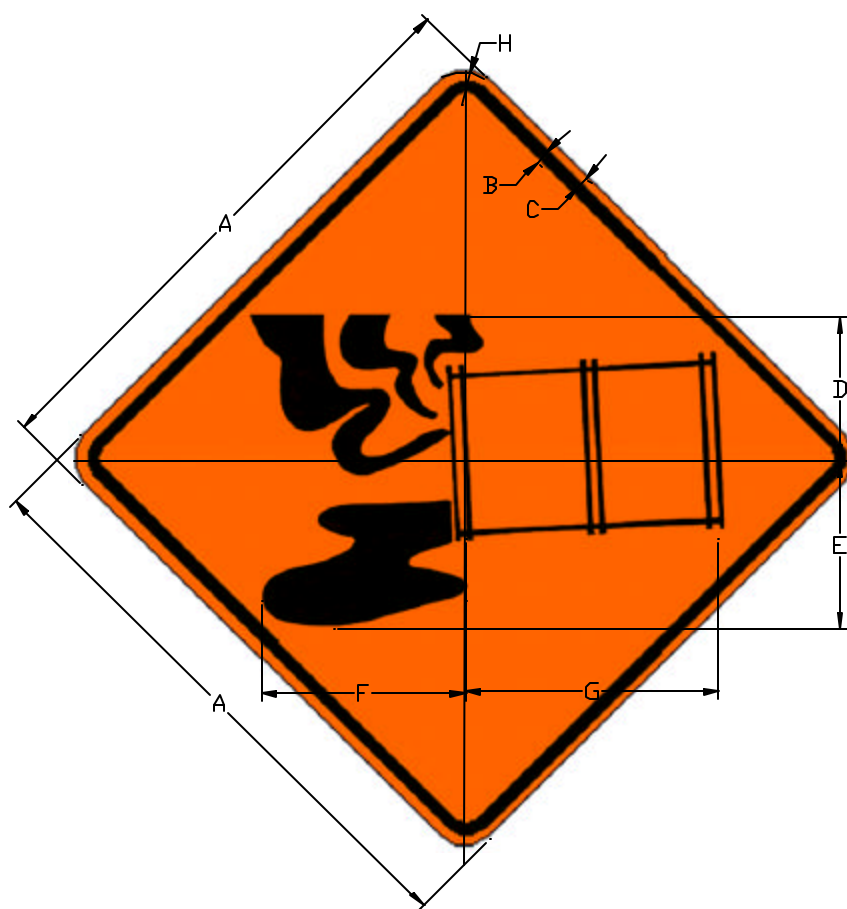






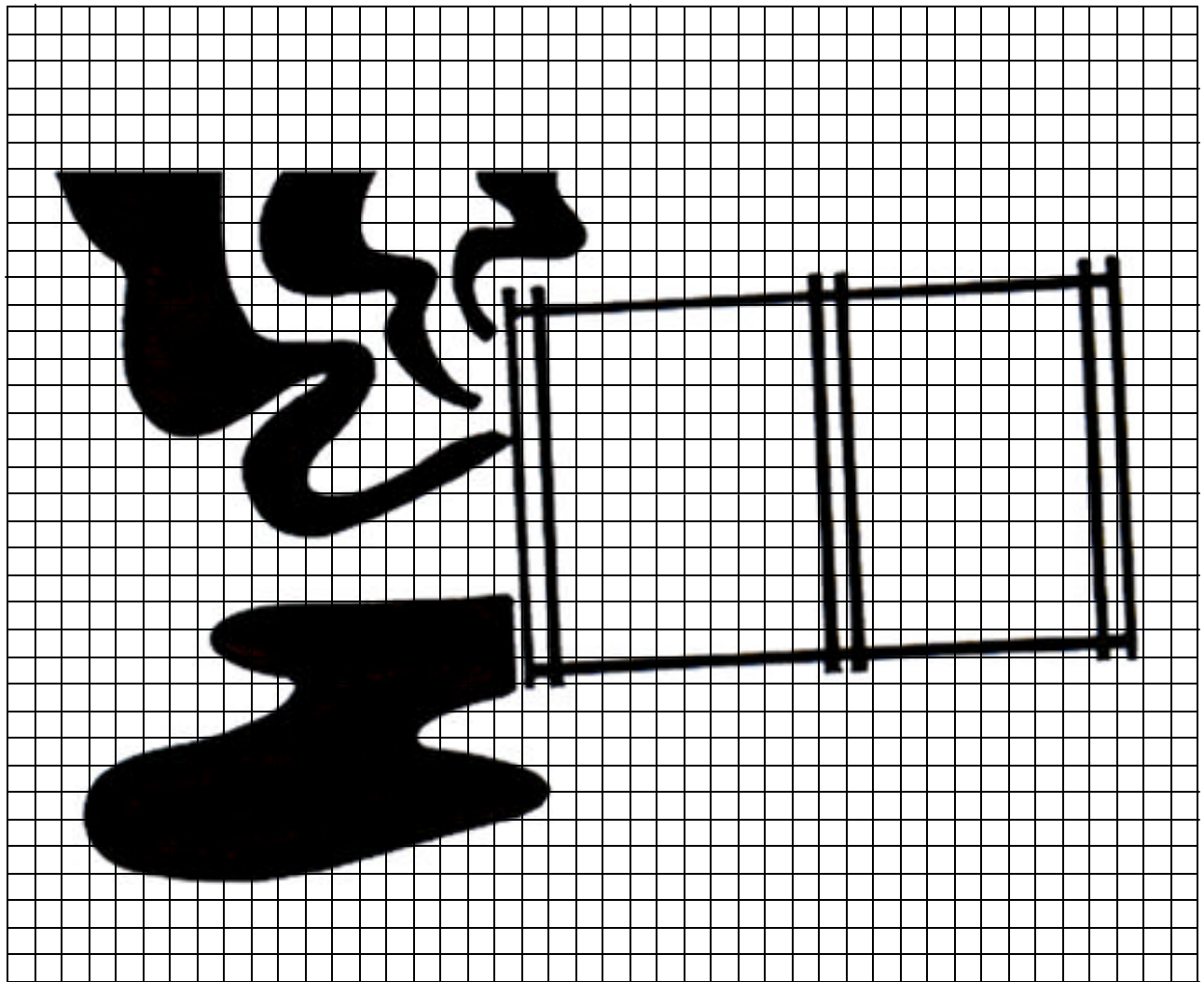
IE-2-18

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
EST	34. 5	61. 0	1. 6	1. 0	6. 0	7.5B	4. 0	10 B	23. 7	20. 5	3. 8
ESP	51. 3	91. 4	2. 4	1. 5	9. 0	12.5 B	6. 0	15 B	39. 5	30. 9	5. 7



IE-2-19

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN	61.0	1.6	1.0	14.9	18.1	23.0	27.5	3.8
EST.	76.2	2.0	1.3	18.9	22.9	29.1	34.8	4.8
ESP.	91.4	2.4	1.5	22.4	27.2	34.5	41.3	5.7





IE-2-20

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
EST	34. 5	61. 0	1. 6	1. 0	6. 0	7.5B	4. 0	10 C	23. 7	19. 5	3. 8
ESP	51. 3	91. 4	2. 4	1. 5	9. 0	12.5 B	6. 0	15 C	39. 5	29. 3	5. 7



IE-3-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
EST.	61.0	76.2	1.6	1	12	15 C	7	15B	19.7	27.6	3.8
ESP.	96.5	121.9	2.4	1.5	18.0	25 C	10.5	25B	32.8	45.8	5.7



IE-3-2

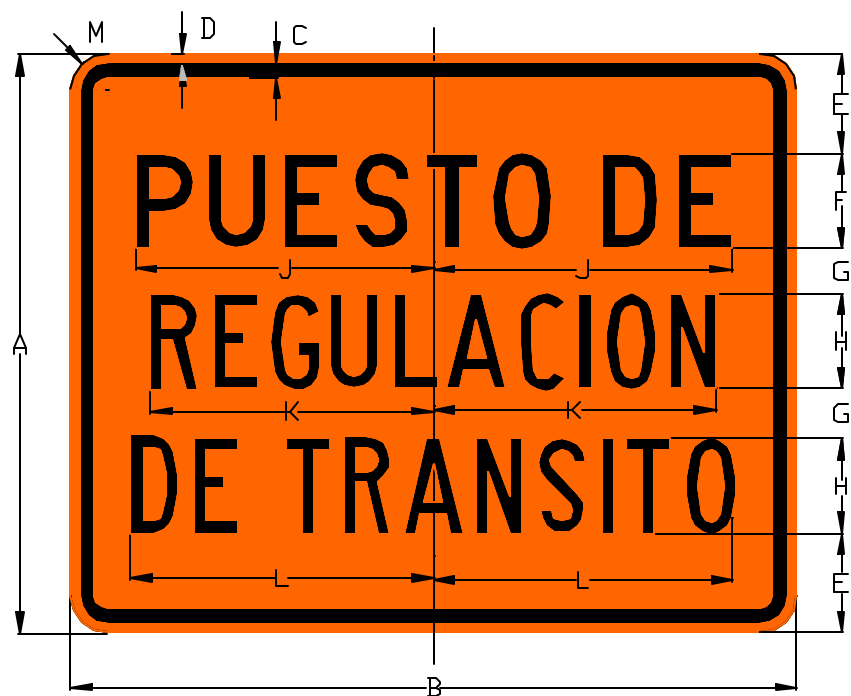
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
EST.	61.0	76.2	1.6	1	12	15C	7	15B	26.9	27	3.8
ESP.	96.5	121.9	2.4	1.5	18.0	25C	10.5	25B	44.8	44.8	5.7



IE-3-3

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
EST.	61.0	76.2	1.6	1	5	15C	3	15B	3.8	26.9	33.5	30.5
ESP.	96.5	121.9	2.4	1.5	7.5	25C	4.5	25B	5.7	44.8	55.7	50.9





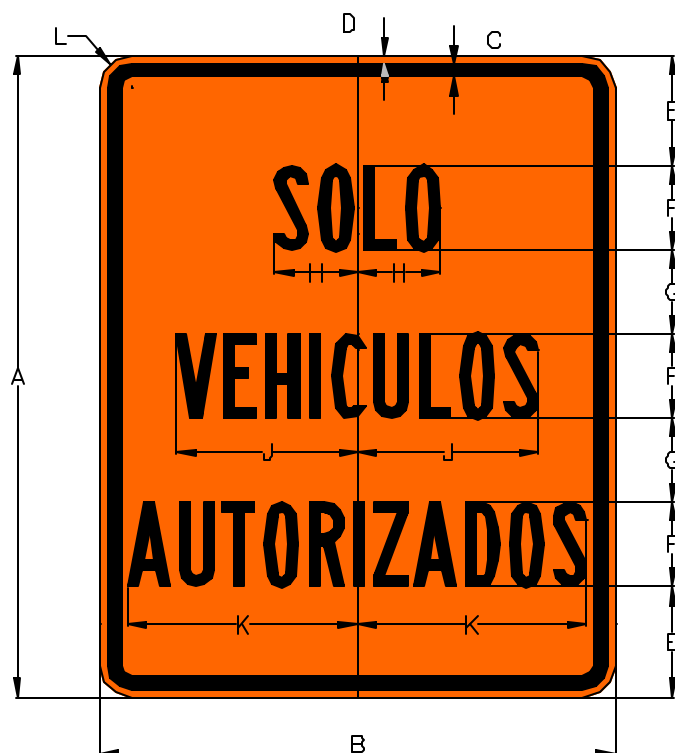
IE-4-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
EST.	61.0	76.2	1.6	1	10	10C	5	10B	25.6	30. 1	24.6	3.8
ESP.	96.5	121.9	2.4	1.5	15.0	15C	7.5	15B	38.5	45. 3	37.2	5.7



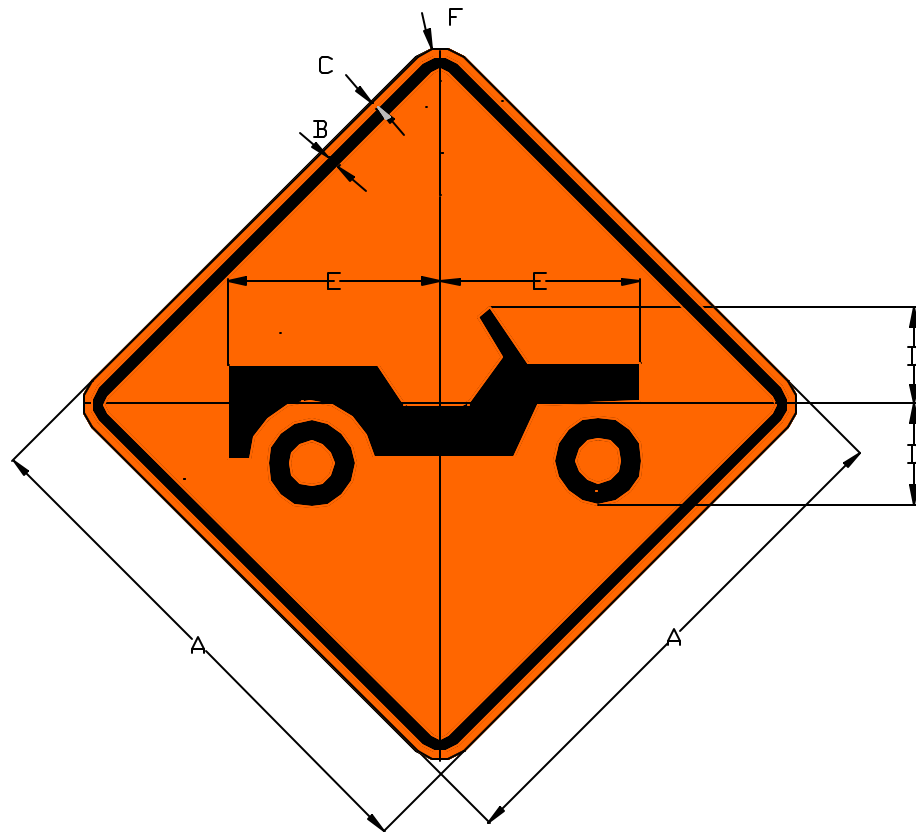
IE-4-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)													
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P
EST.	76.1	61.0	1. 6	1. 0	9.4	10 C	5. 0	10B	12.5 C	26. 1	6. 0	21. 7	23. 3	3. 8
ESP.	112. 5	91.4	2. 4	1. 5	14. 1	15 C	7. 5	15B	17.5 C	39. 4	9. 0	32. 8	32. 7	5. 7



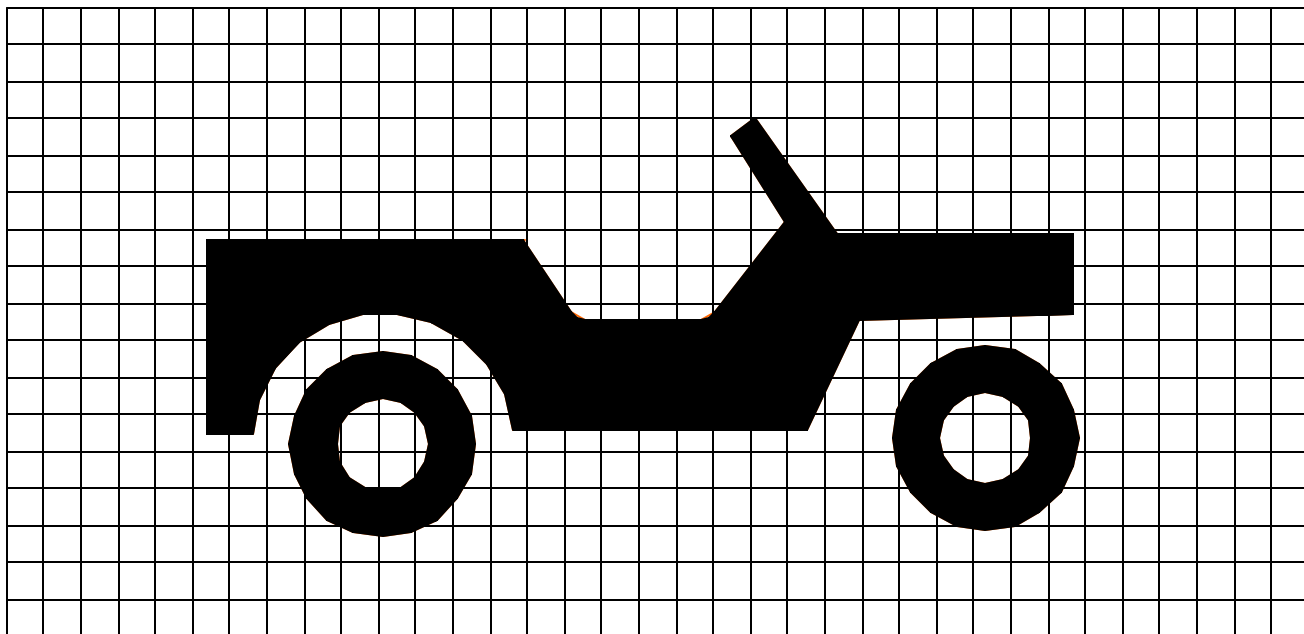
IE-4-3

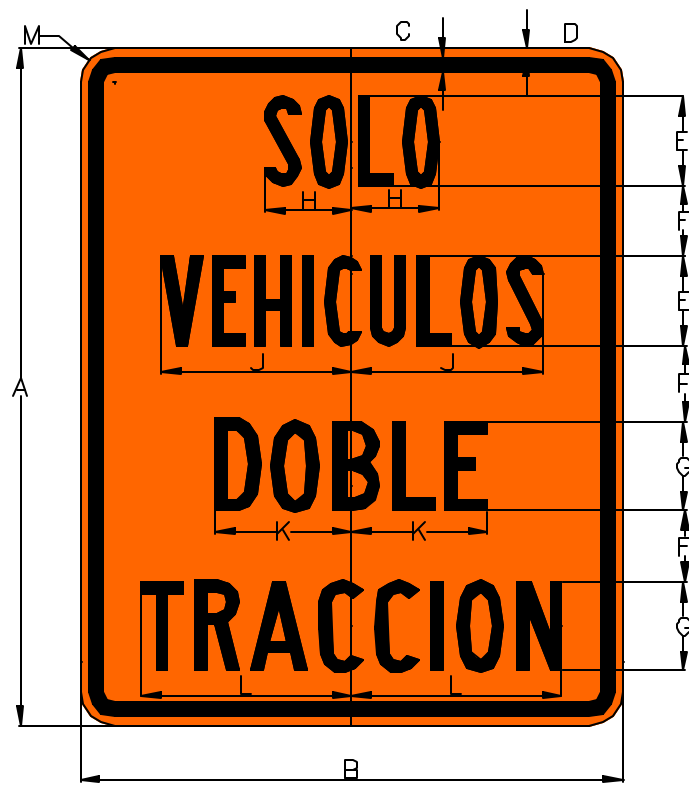
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
EST.	76.1	61.0	1.6	1.0	13.0	10 B	10	9.8	21.4	27.2	3.8
ESP.	112.5	91.4	2.4	1.5	21.2	15 B	12.5	14.8	32.4	41.0	5.7



IE-4-4

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
EST.	61.0	1.5	1.0	11.4	24.0	3.8
ESP.	91.4	2.2	1.5	17.1	36.0	5.7





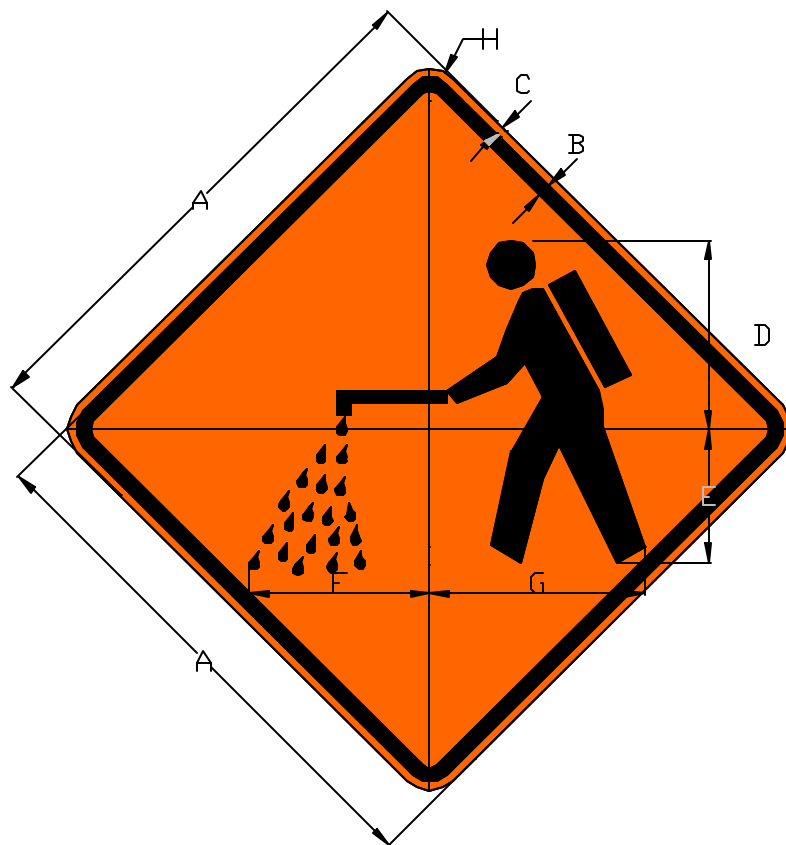
IE-4-5

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
EST.	76.1	61.0	1.6	1.0	10 B	8.0	10C	9.8	21.4	15.3	23.7	3.8
ESP.	112.5	91.4	2.4	1.5	15 B	12.0	15C	14.8	32.4	23.0	35.7	5.7



IE-5-1

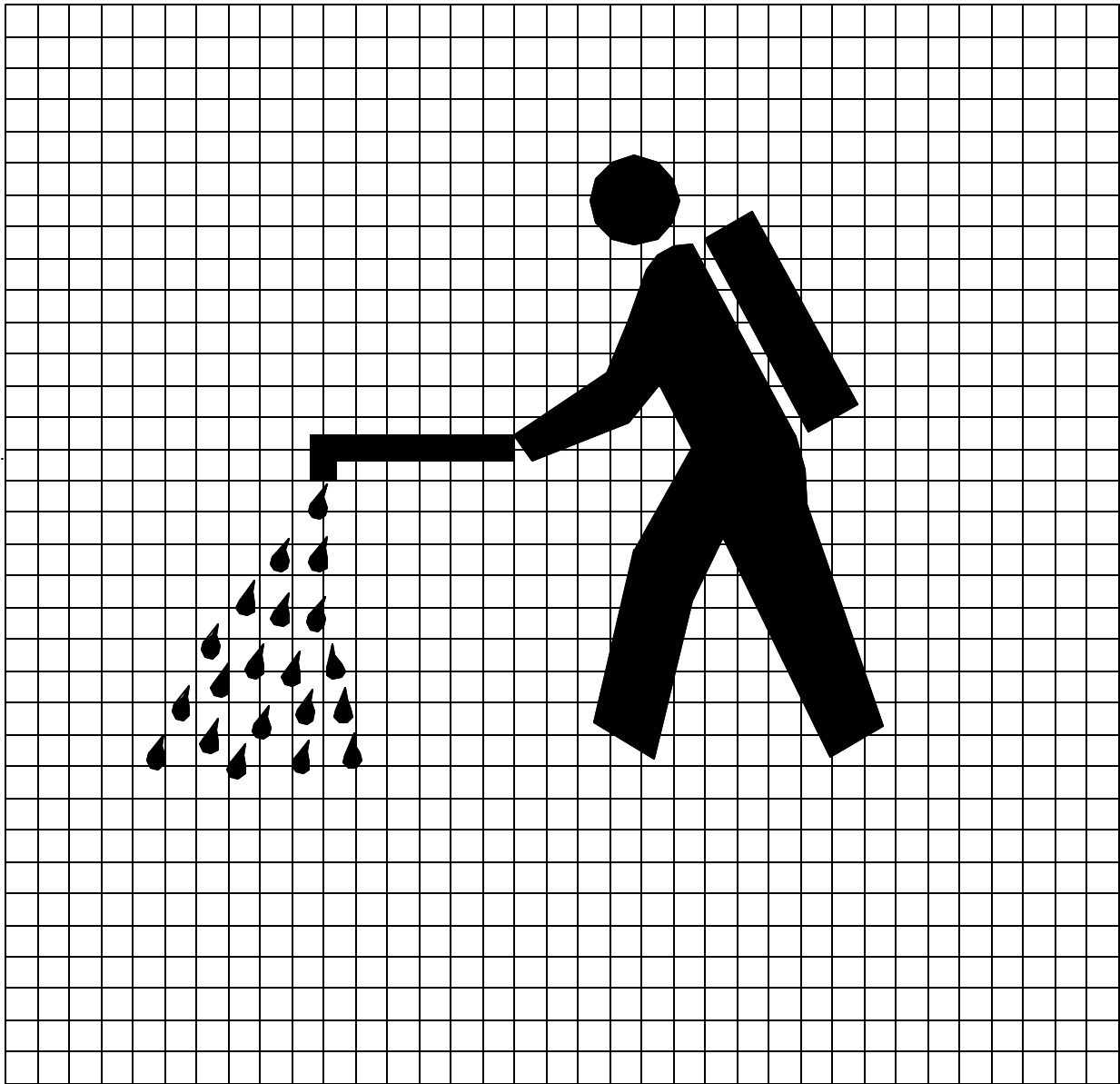
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)														
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Ñ	P
EST	61.0	76.2	1.6	1	12.7	10C	3.8	7.5B	6	28.2	29.3	6.9	5	10.8	3.8
ESP	96.5	121.9	2.4	1.5	19.1	15C	5.7	12.5B	9.0	42.6	48.8	11.0	7.5	16.2	5.7

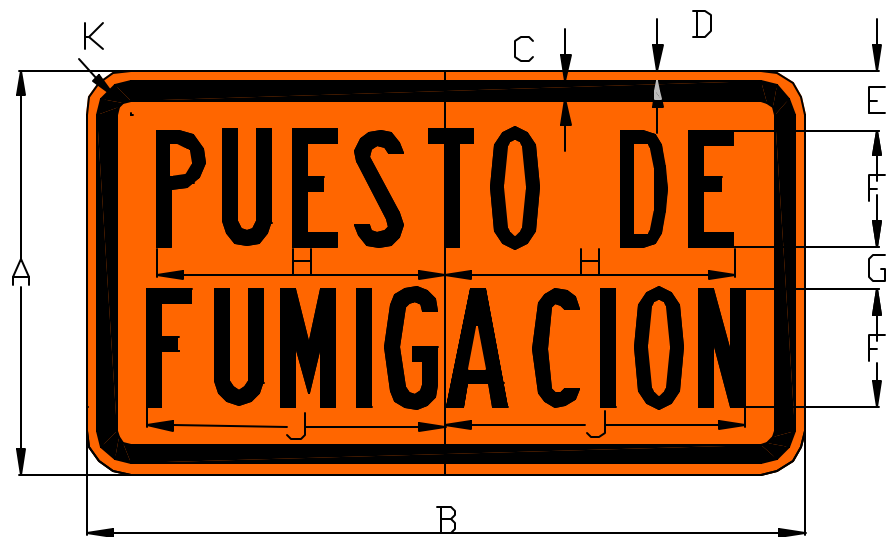


IE-5-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
EST .	61. 0	1. 5	1. 0	21. 7	15. 4	20. 7	24. 7	3. 8
ESP .	91. 4	2. 2	1. 5	32. 5	23. 1	31. 0	37. 0	5. 7

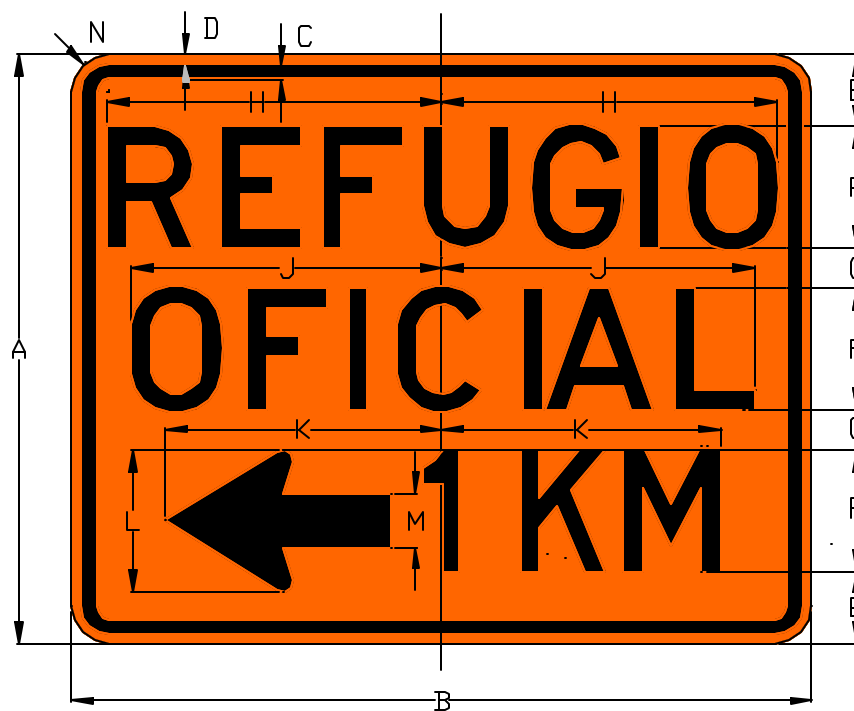






IE-5-3

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
EST	34.5	61.0	1.6	1.0	5.0	10B	3.5	22.8	23.4	3.8
ESP	51.3	91.4	2.4	1.5	7.5	15B	5.2	34.4	35.4	5.7



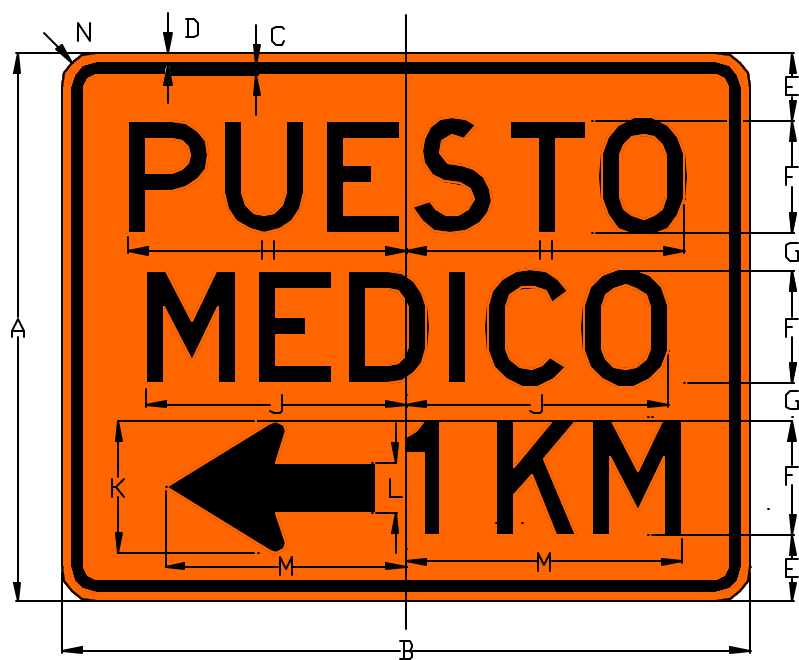
IE-5-4

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
EST	61.0	76.2	1.6	1	7.5	12.5 D	4.2	35	32.1	28.6	15	5	3.8
ESP	96.5	121.9	2.4	1.5	15.7	17.5 D	6.3	49.0	45.0	45.8	22.5	7.5	5.7



IE-5-4a-CRC

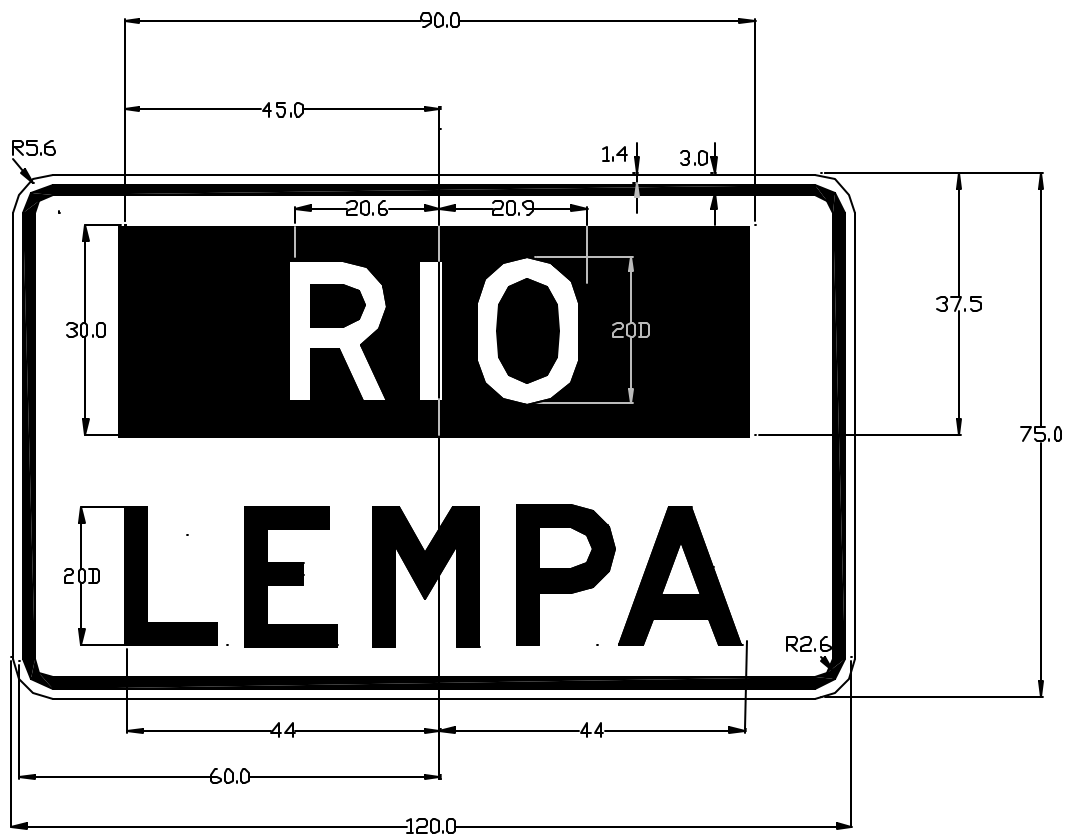
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
EST.	61. 0	76.2	1. 6	1. 0	7.5	12.5 C	4. 2	32. 0	20. 4	14. 6	5. 6	34.6	3.8
ESP.	96. 5	121. 9	2. 4	1. 5	15. 7	17.5 C	6. 3	44. 8	28. 4	21. 9	8. 4	55.3	5.7



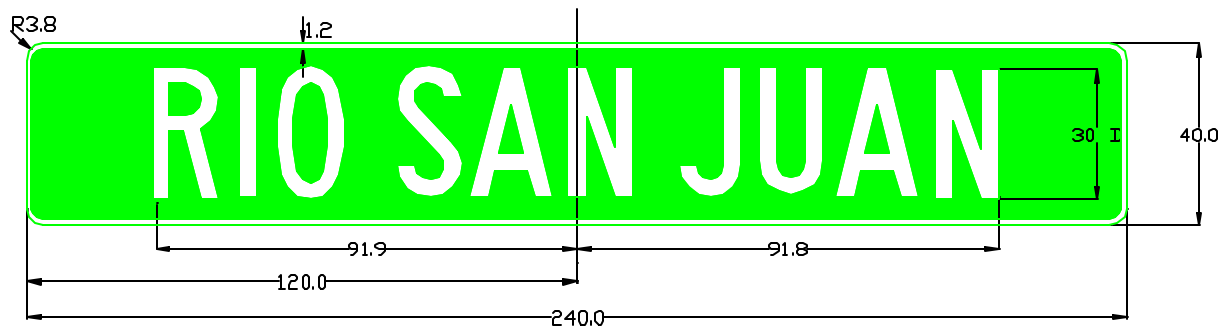
IE-5-5

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
EST.	61. 0	76.2	1. 6	1	7.5	12.5 D	4. 2	32	30. 2	15	5	28. 6	3. 8
ESP.	96. 5	121. 9	2. 4	1. 5	15. 7	17.5 D	6. 3	44. 8	42. 2	22. 5	7. 5	45. 8	5. 7

## **Señales de Información General**

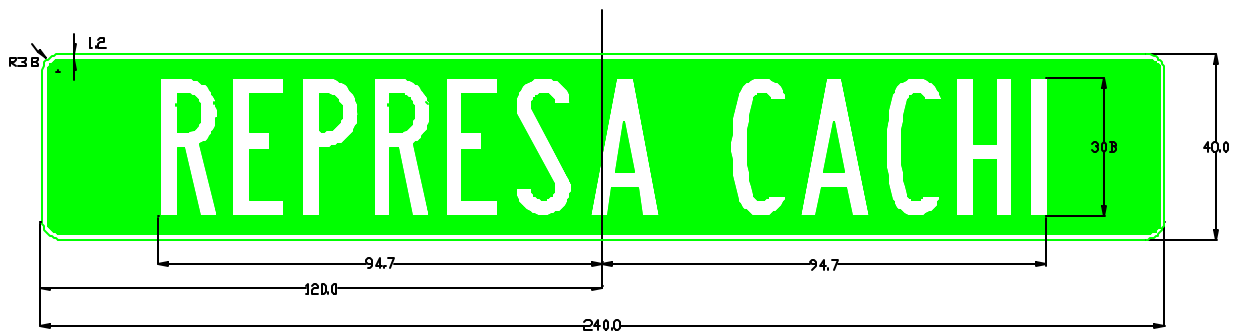


IG-1-1

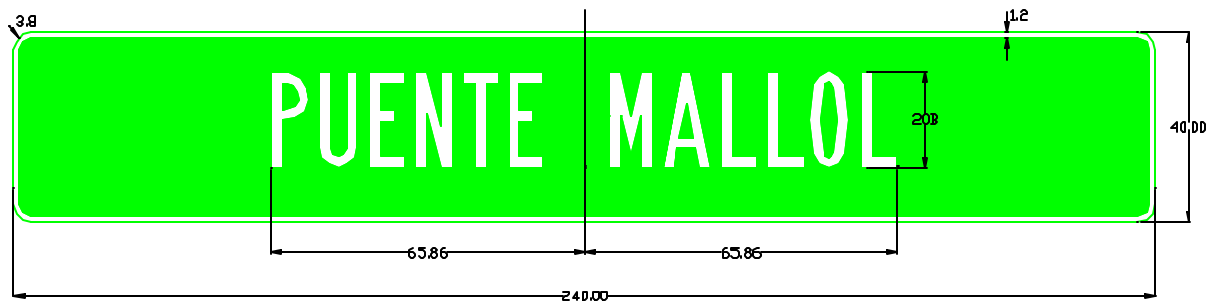


IG-1-2

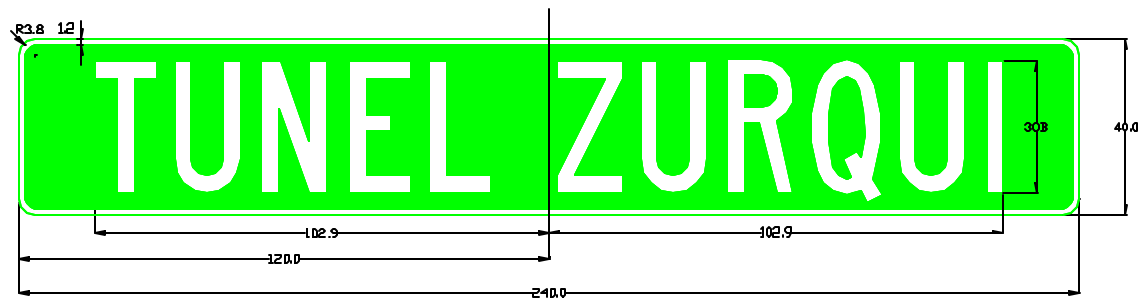




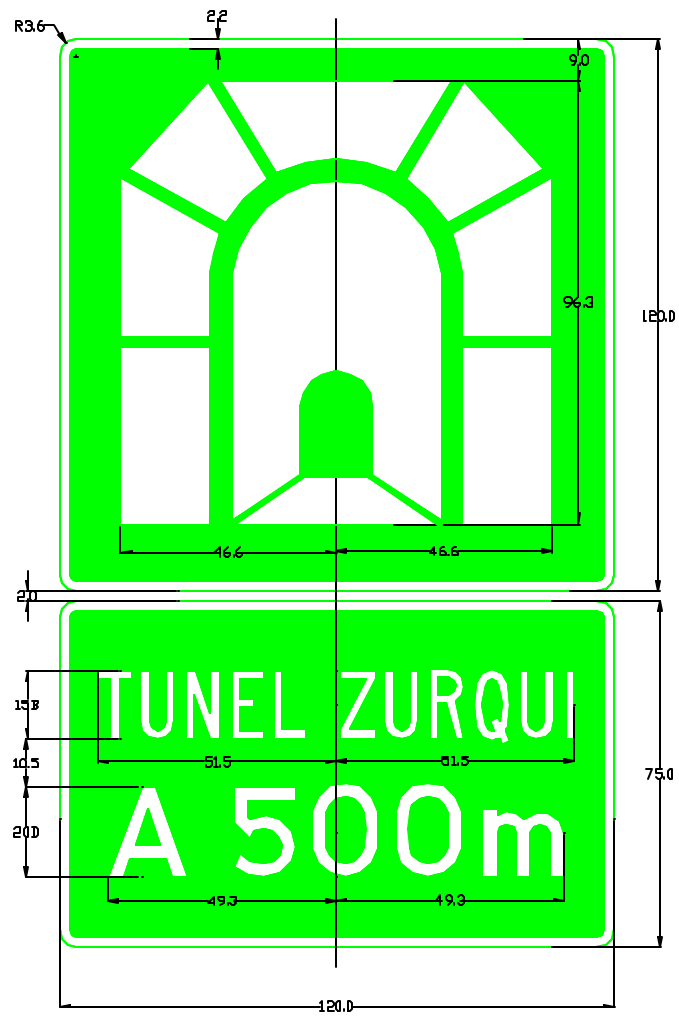
IG-1-3



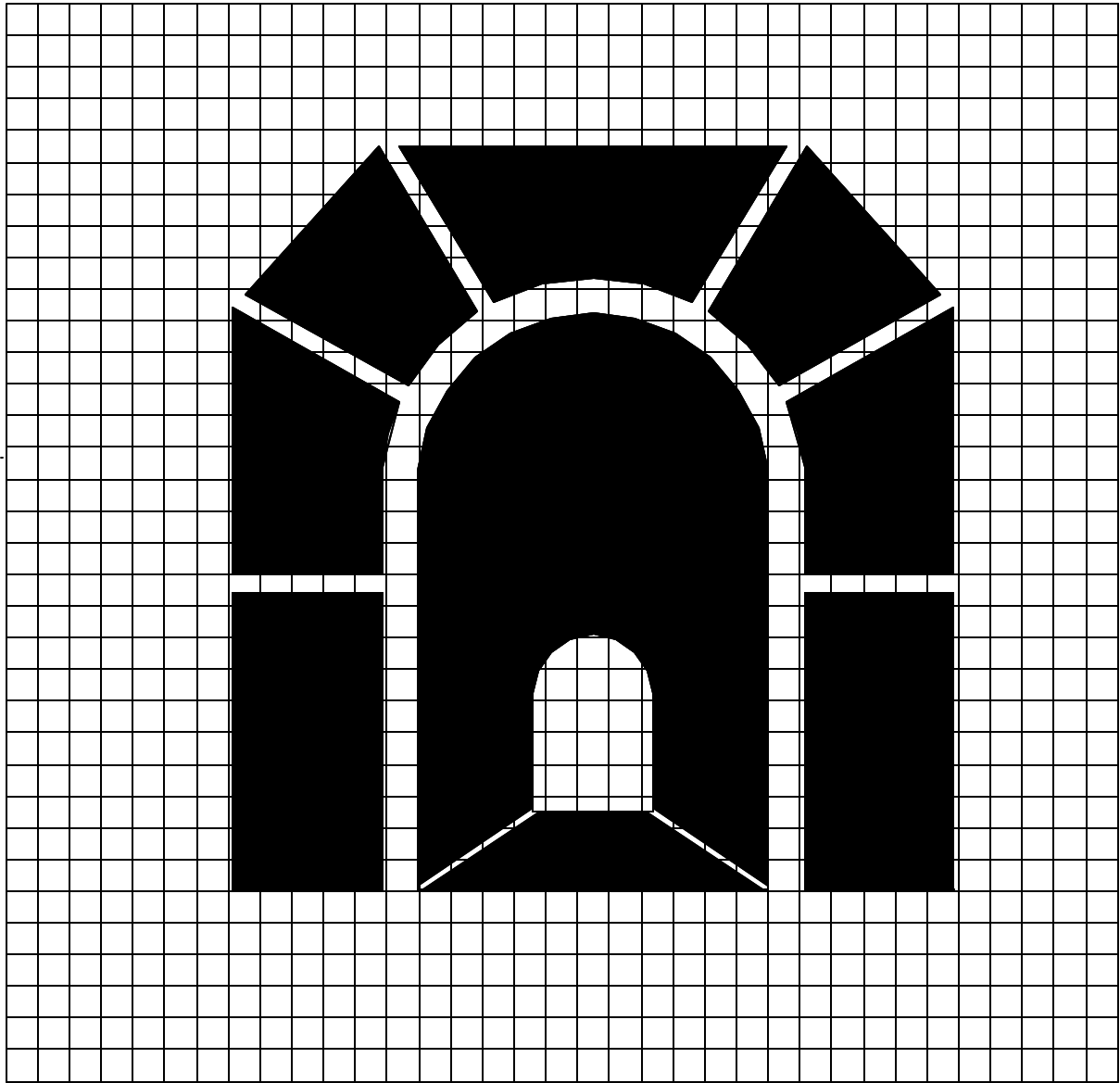
IG-1-4

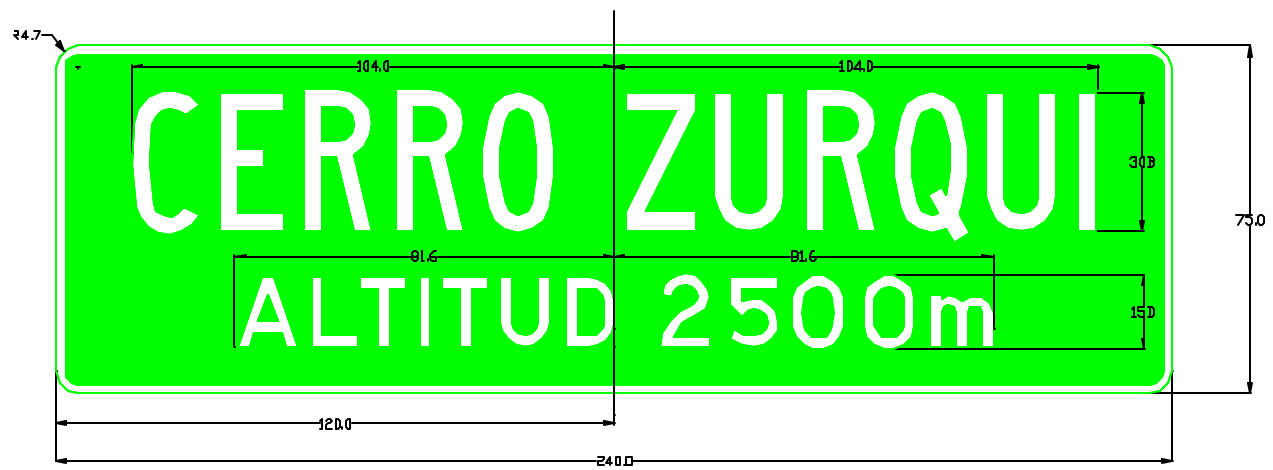


IG-1-5

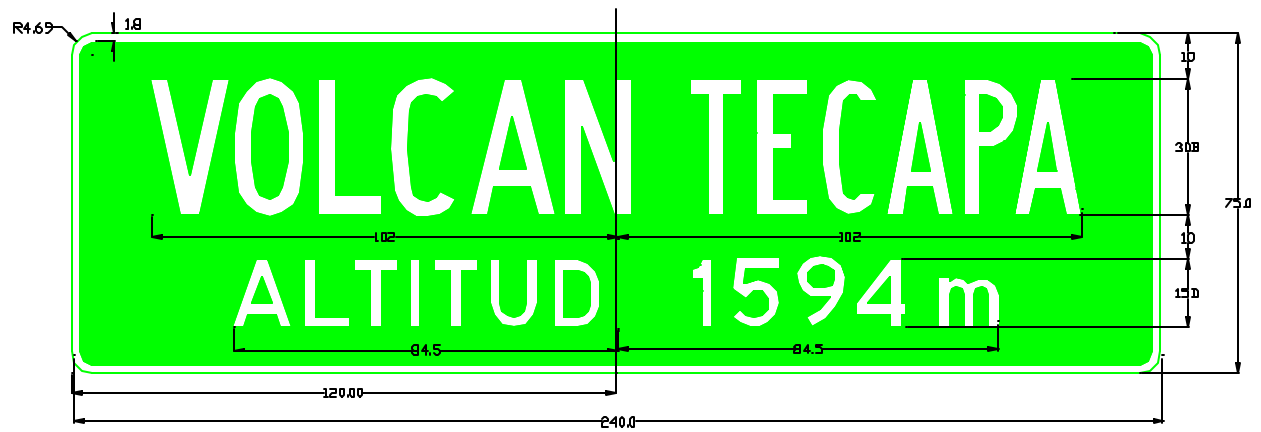


IG-1-6

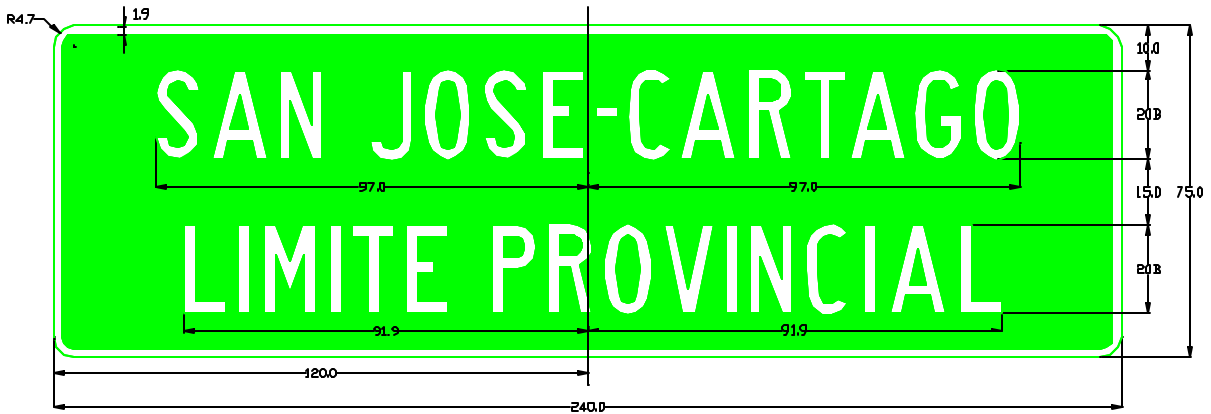




IG-1-7

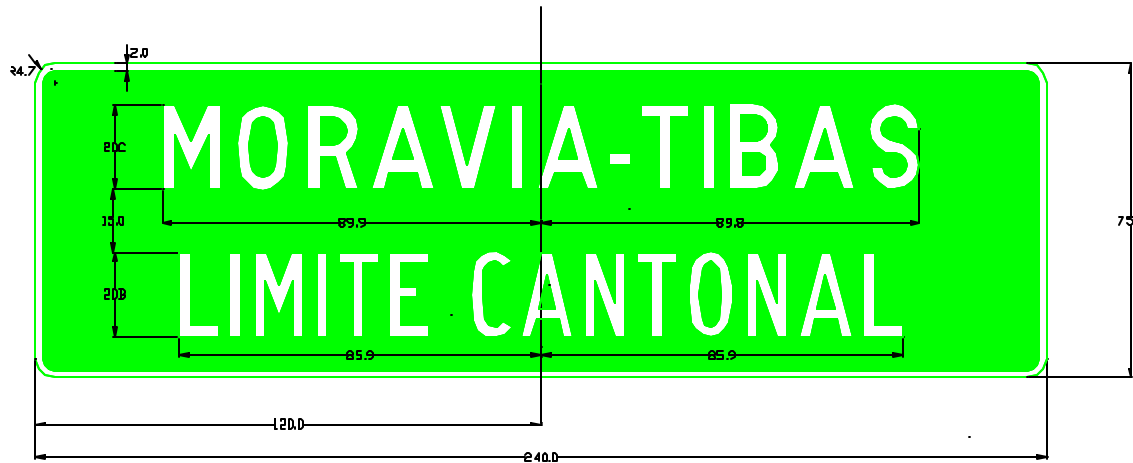


IG-1-8

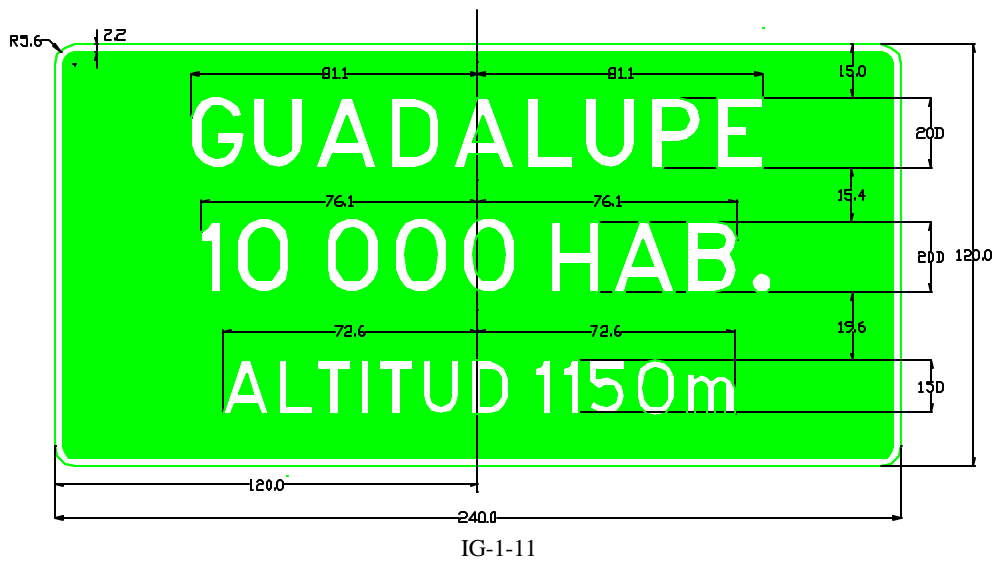


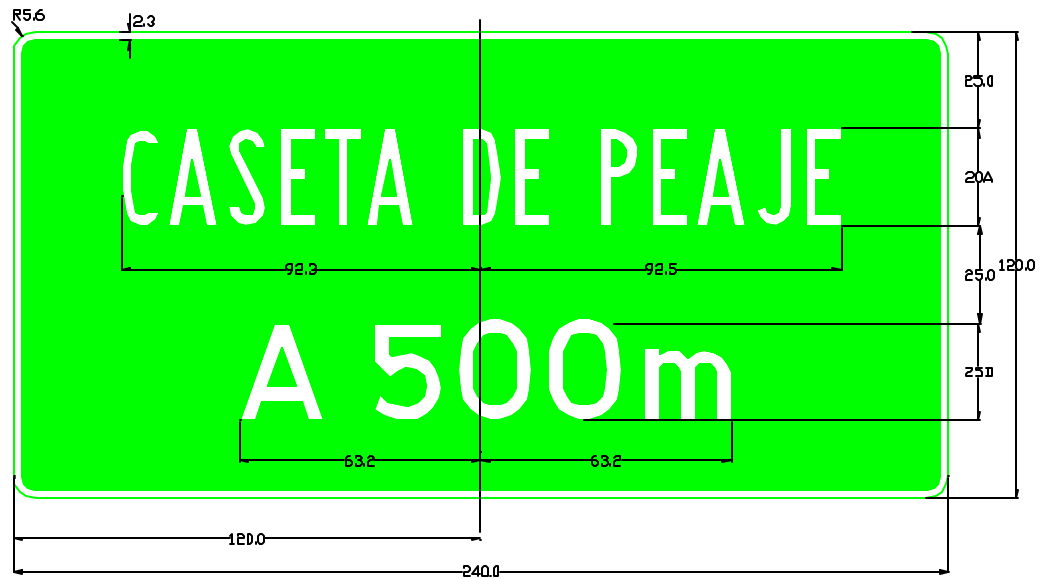
IG-1-9



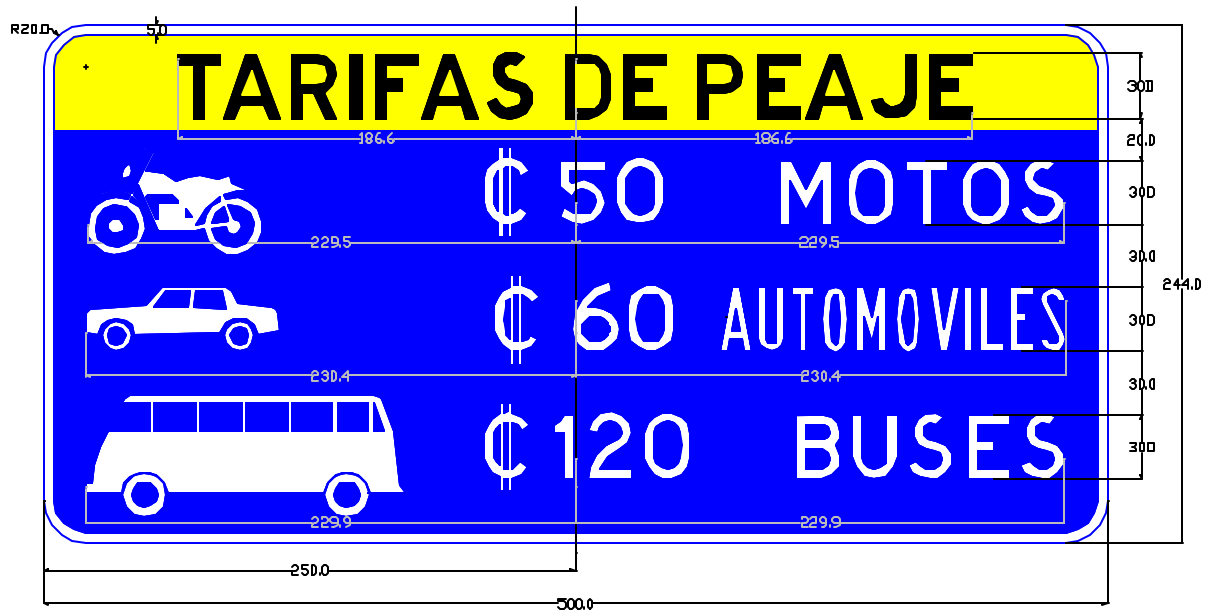


IG-1-10

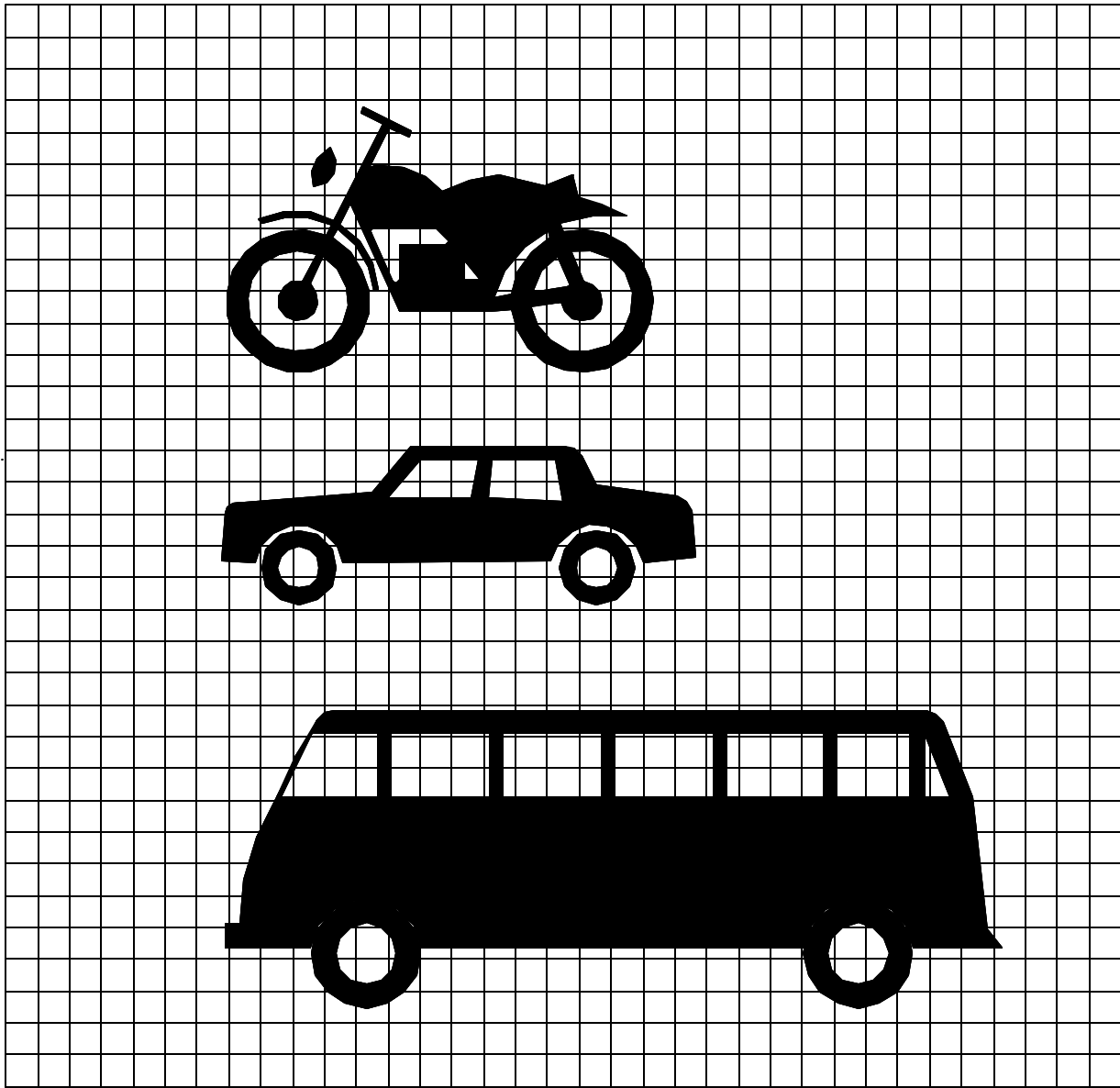


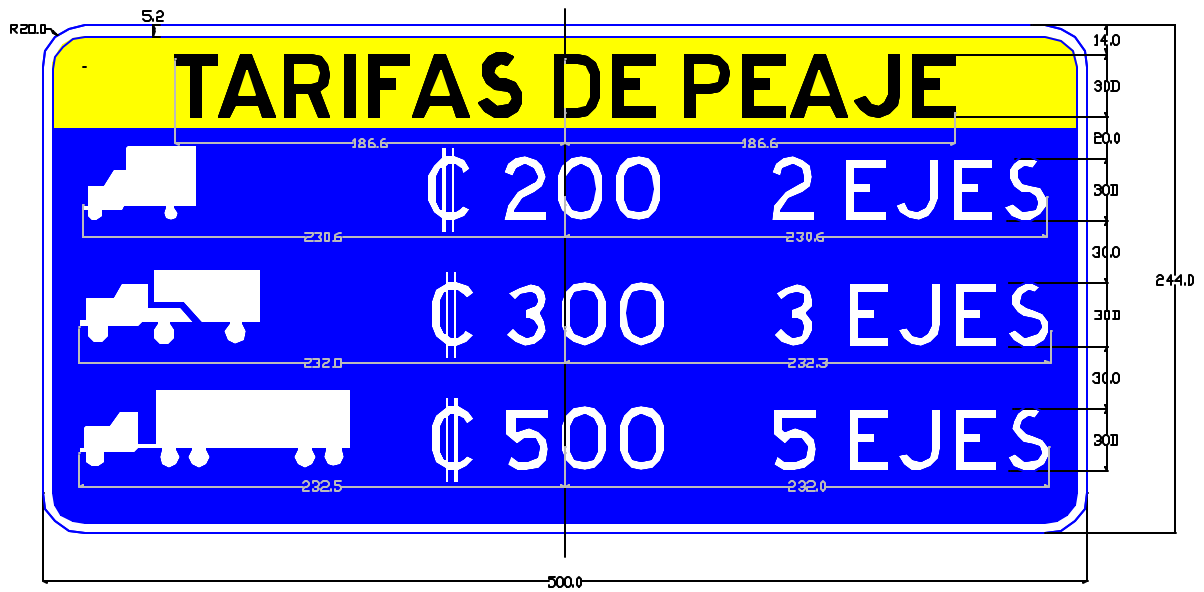


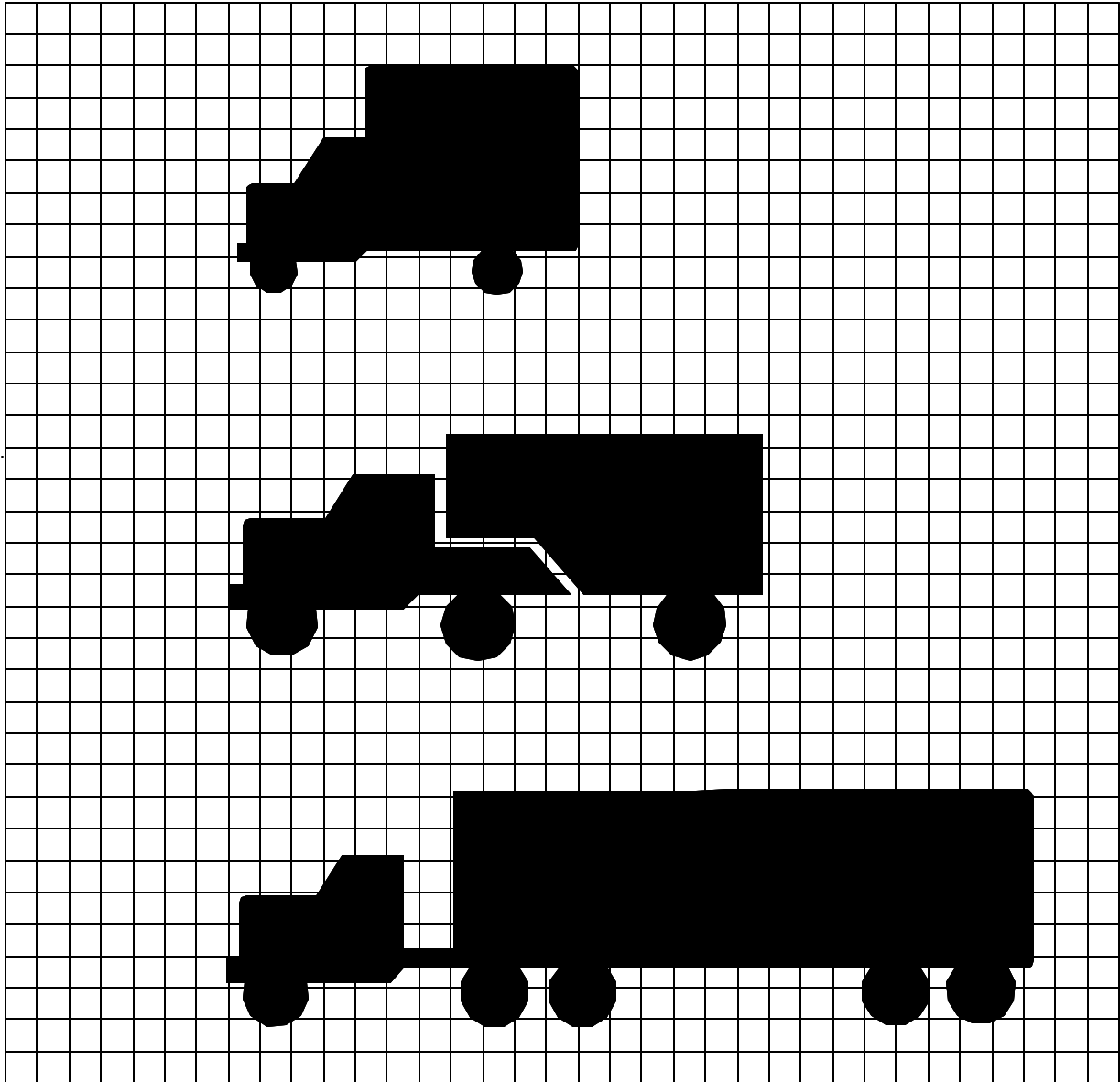
IG-2-1

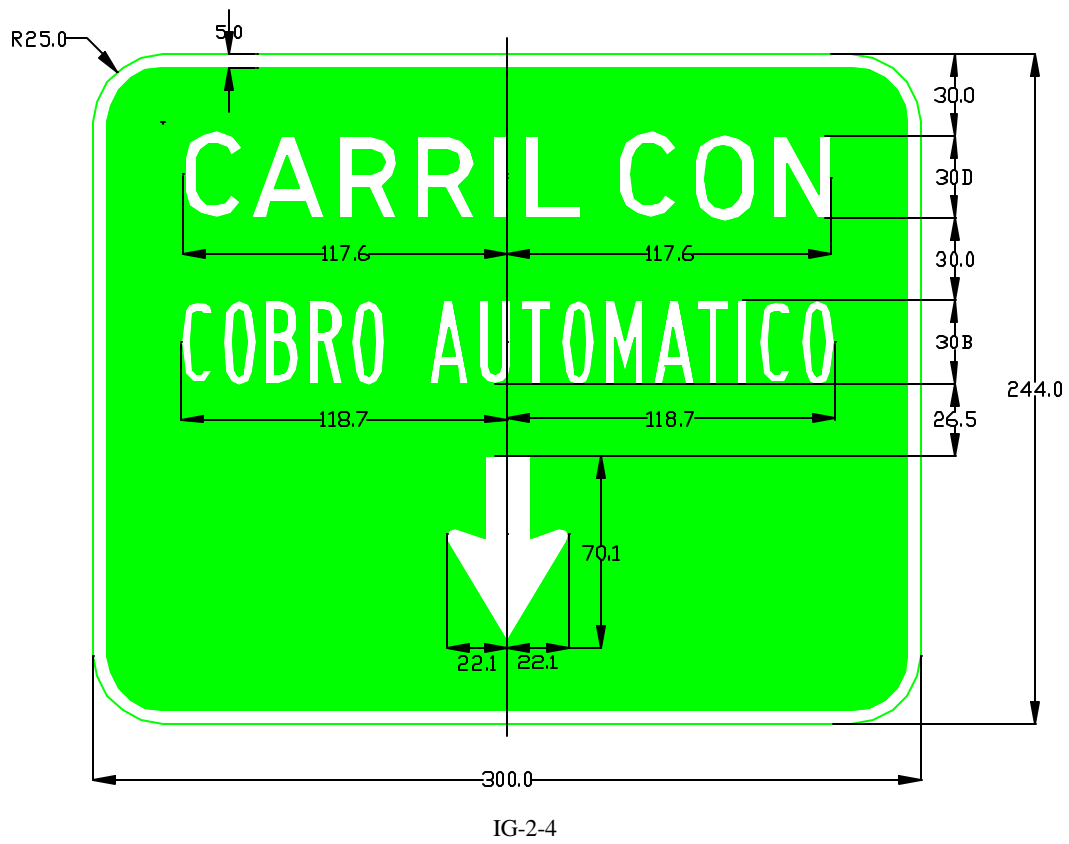


IG-2-2



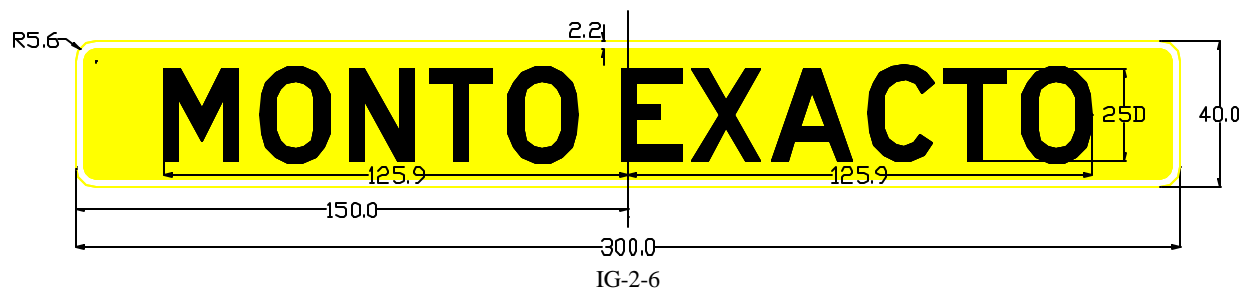


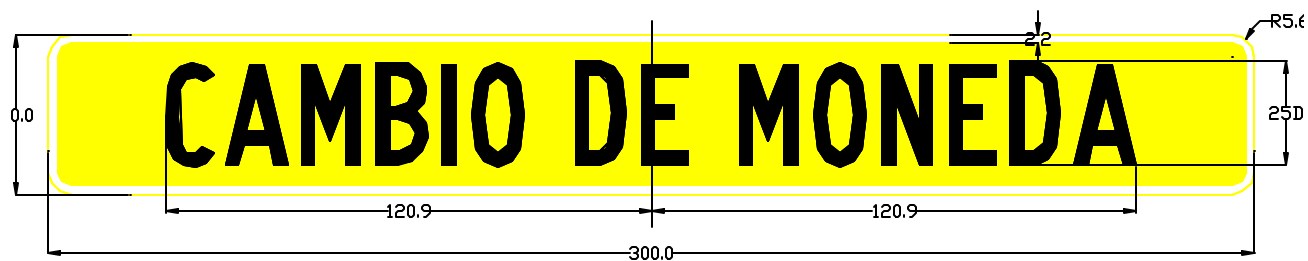




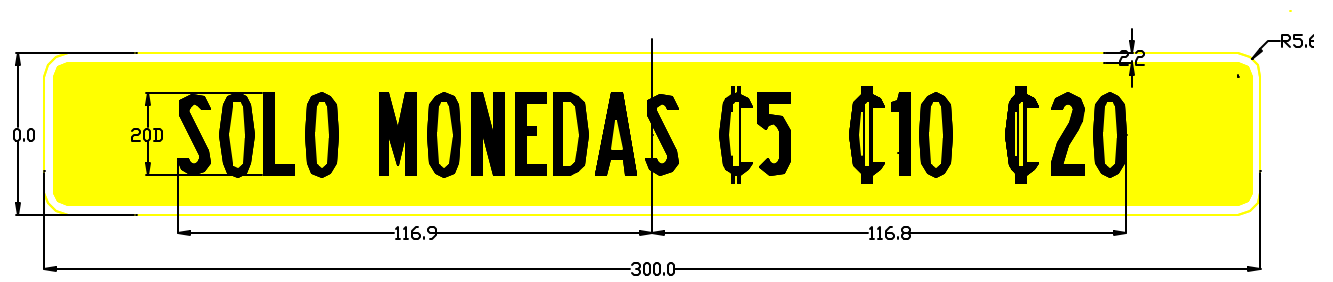




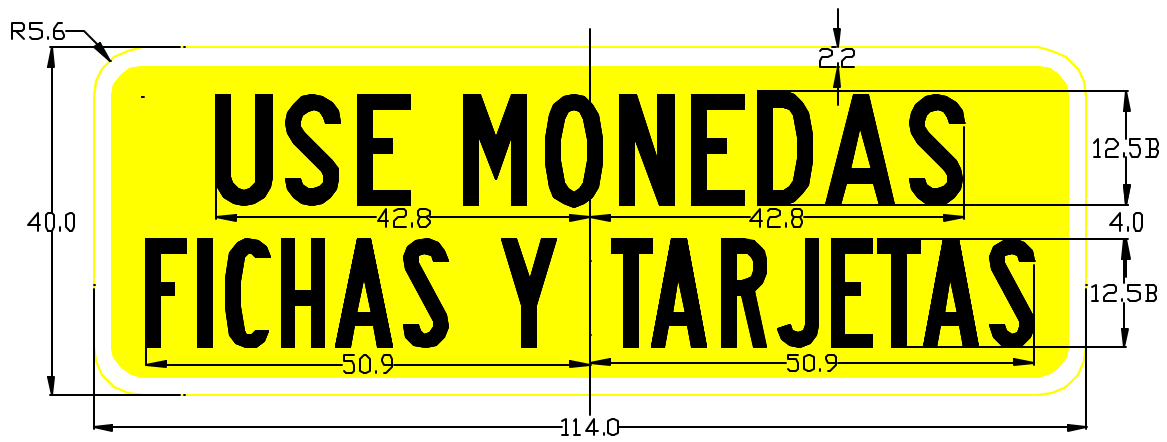




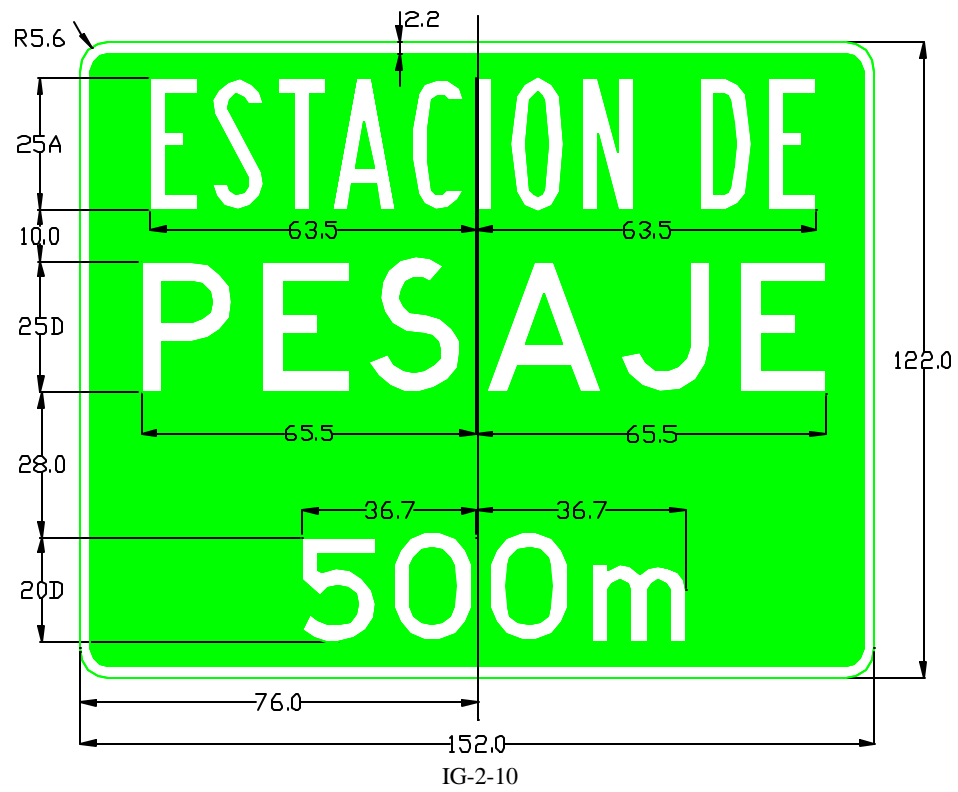
IG-2-7

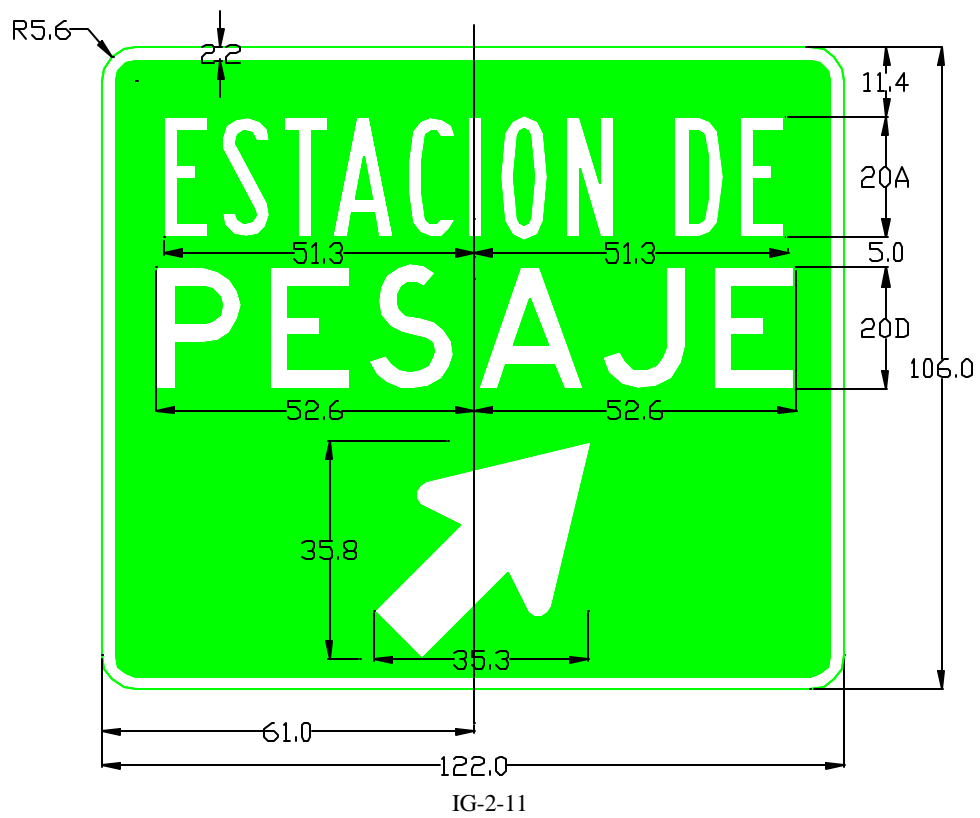


IG-2-8



IG-2-9

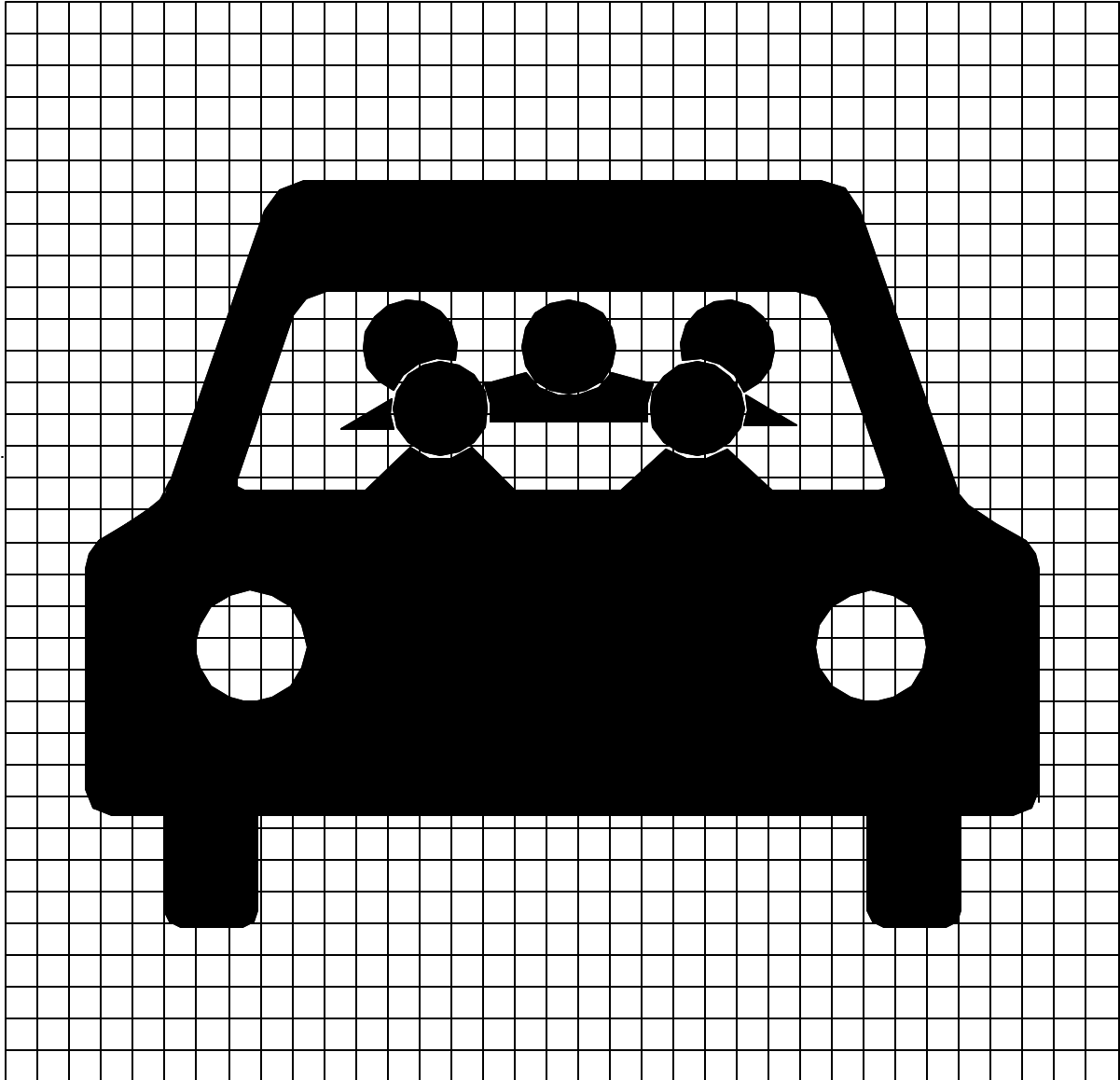






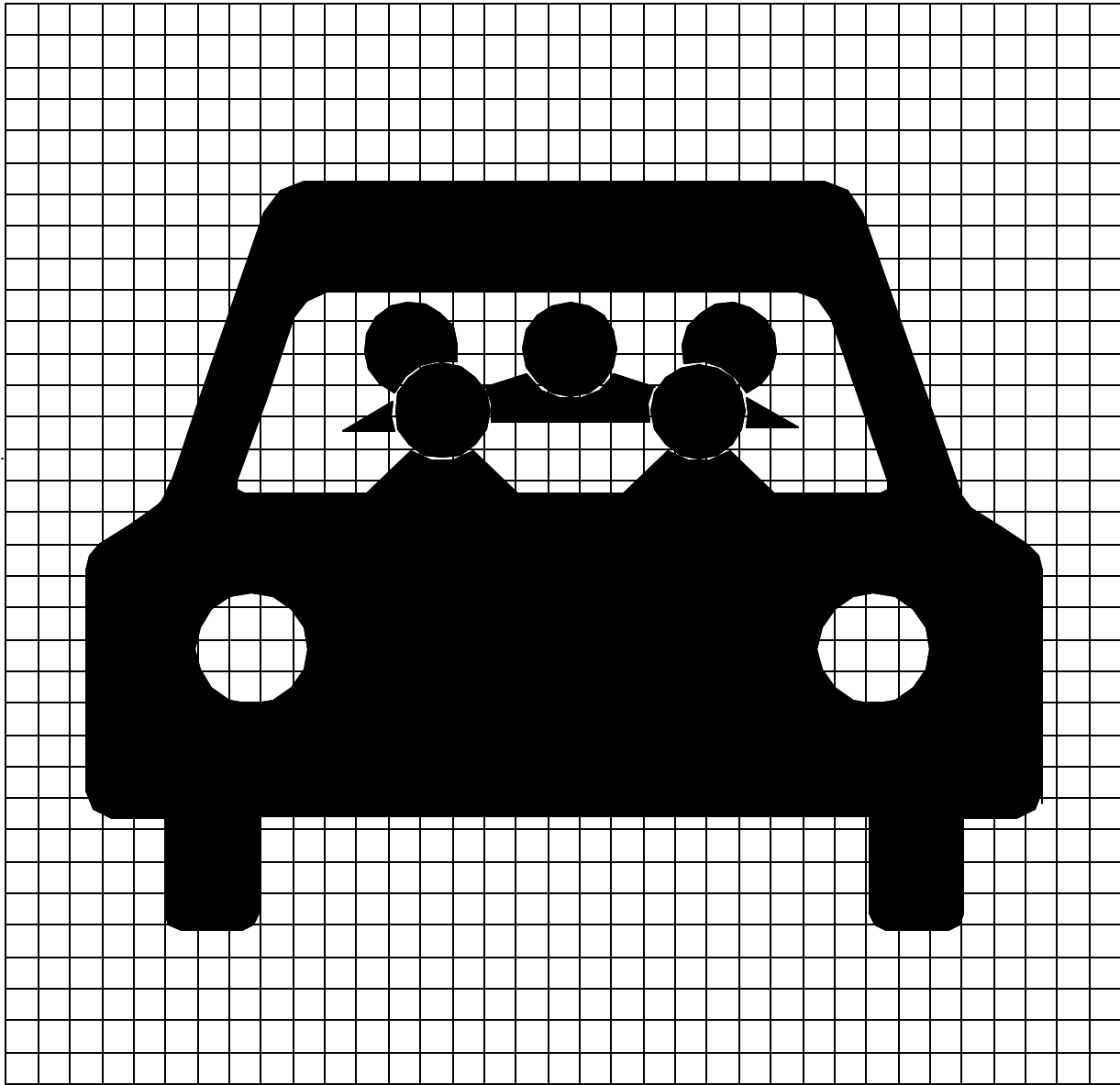
IG-3-1

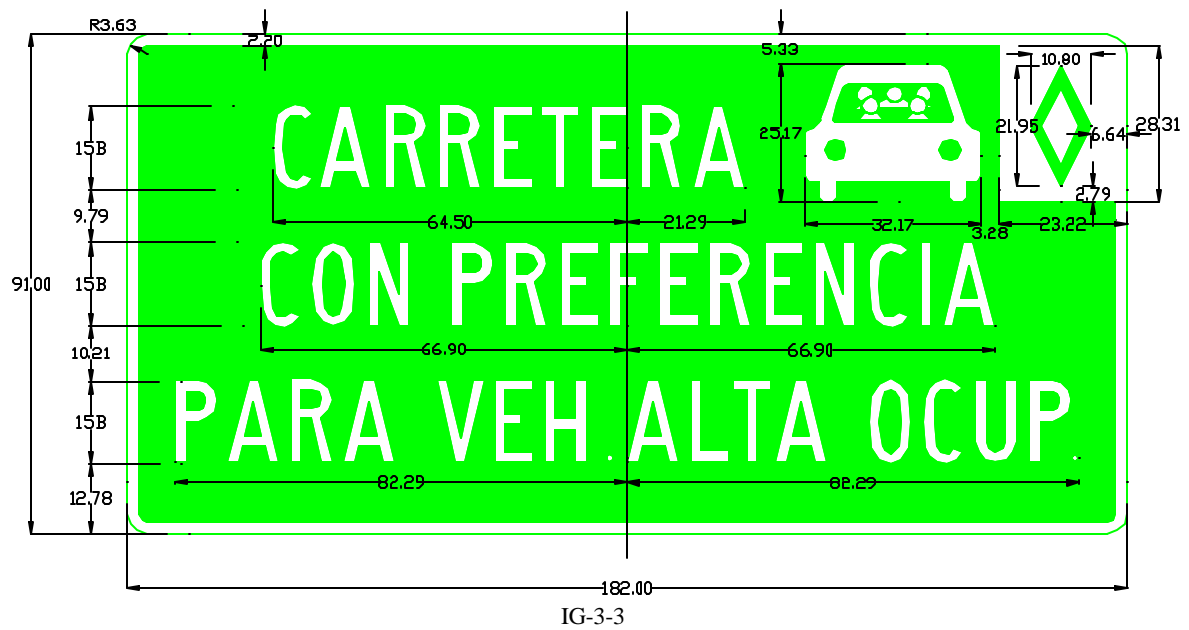


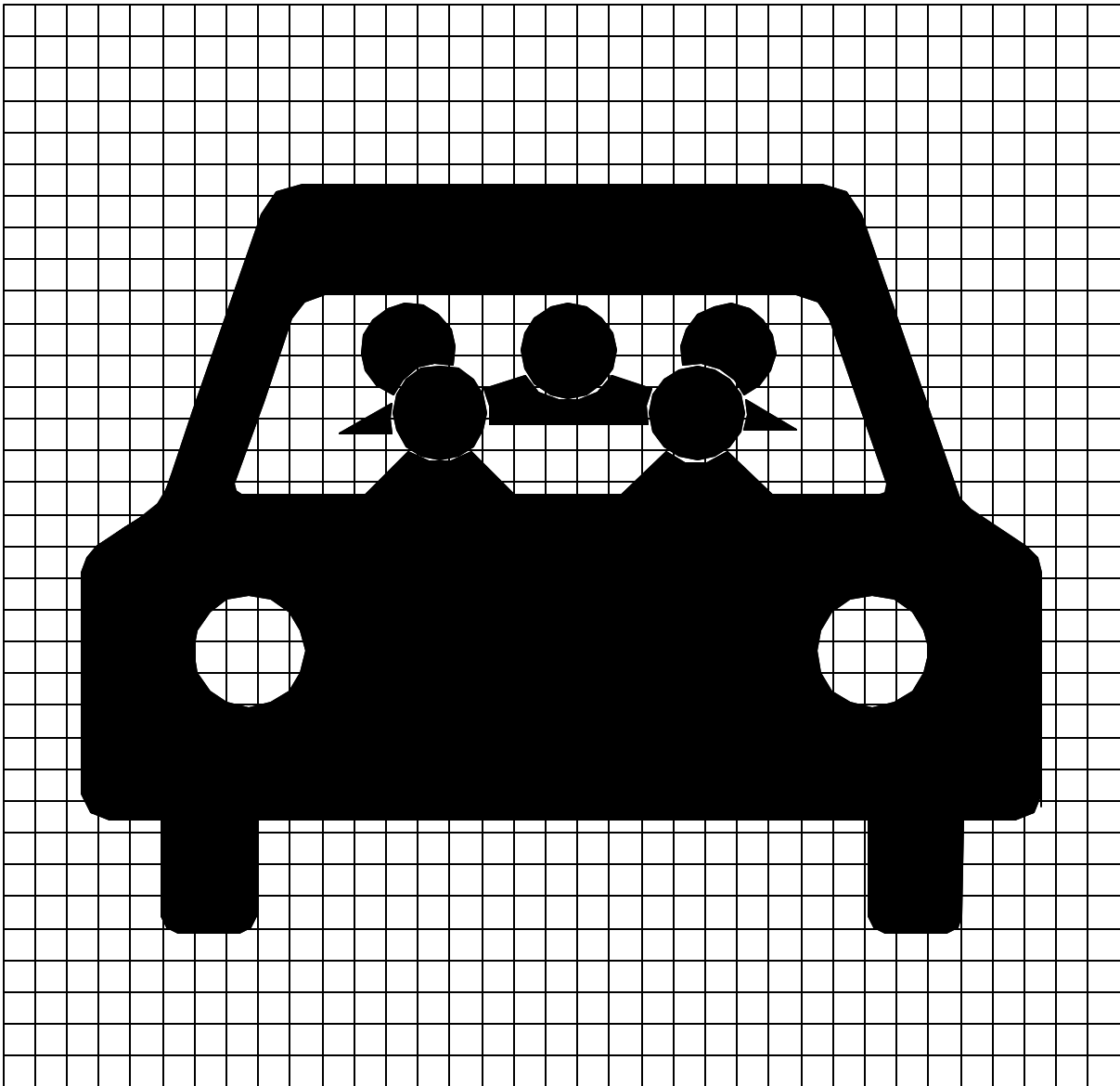




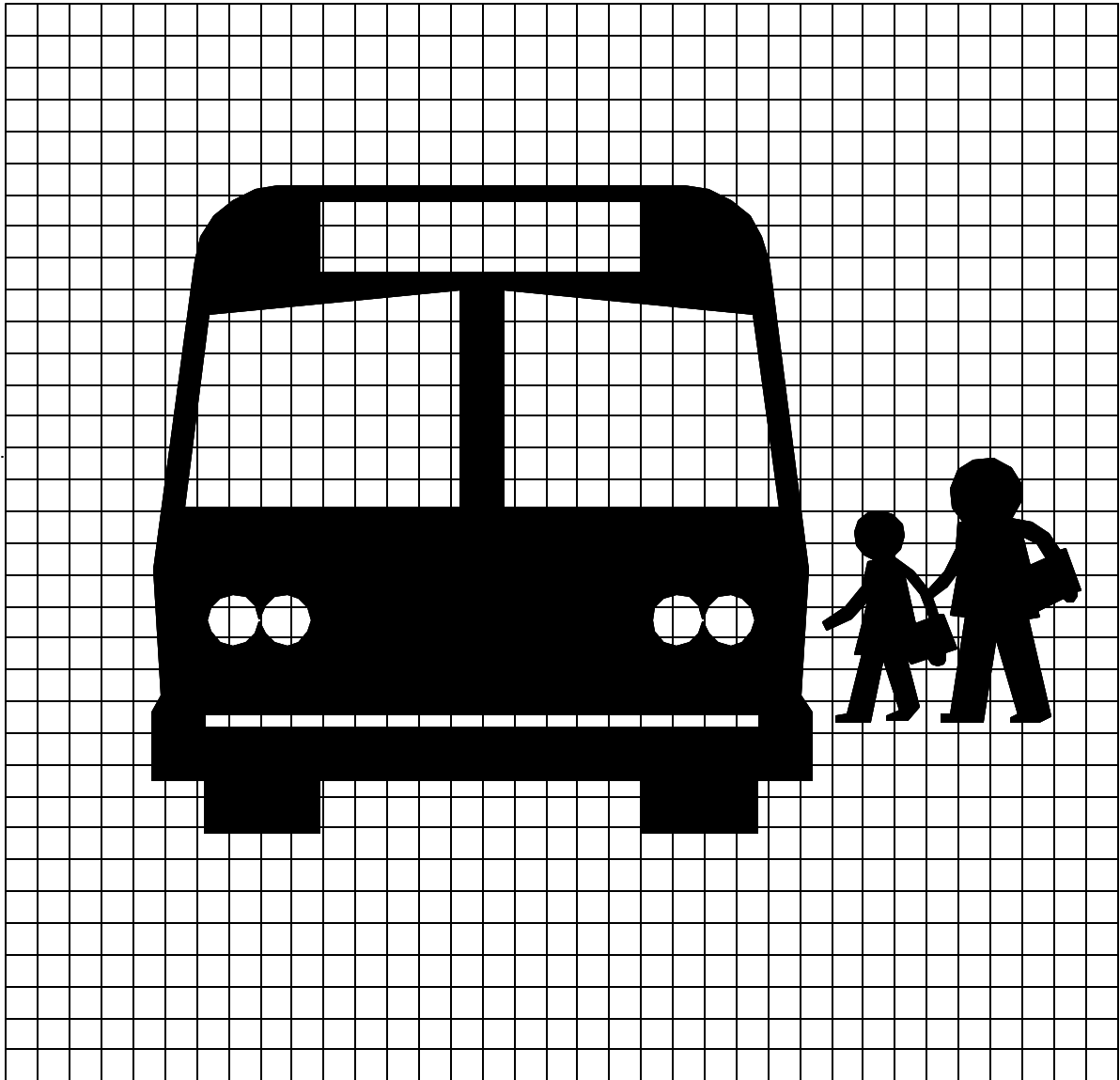
IG-3-2





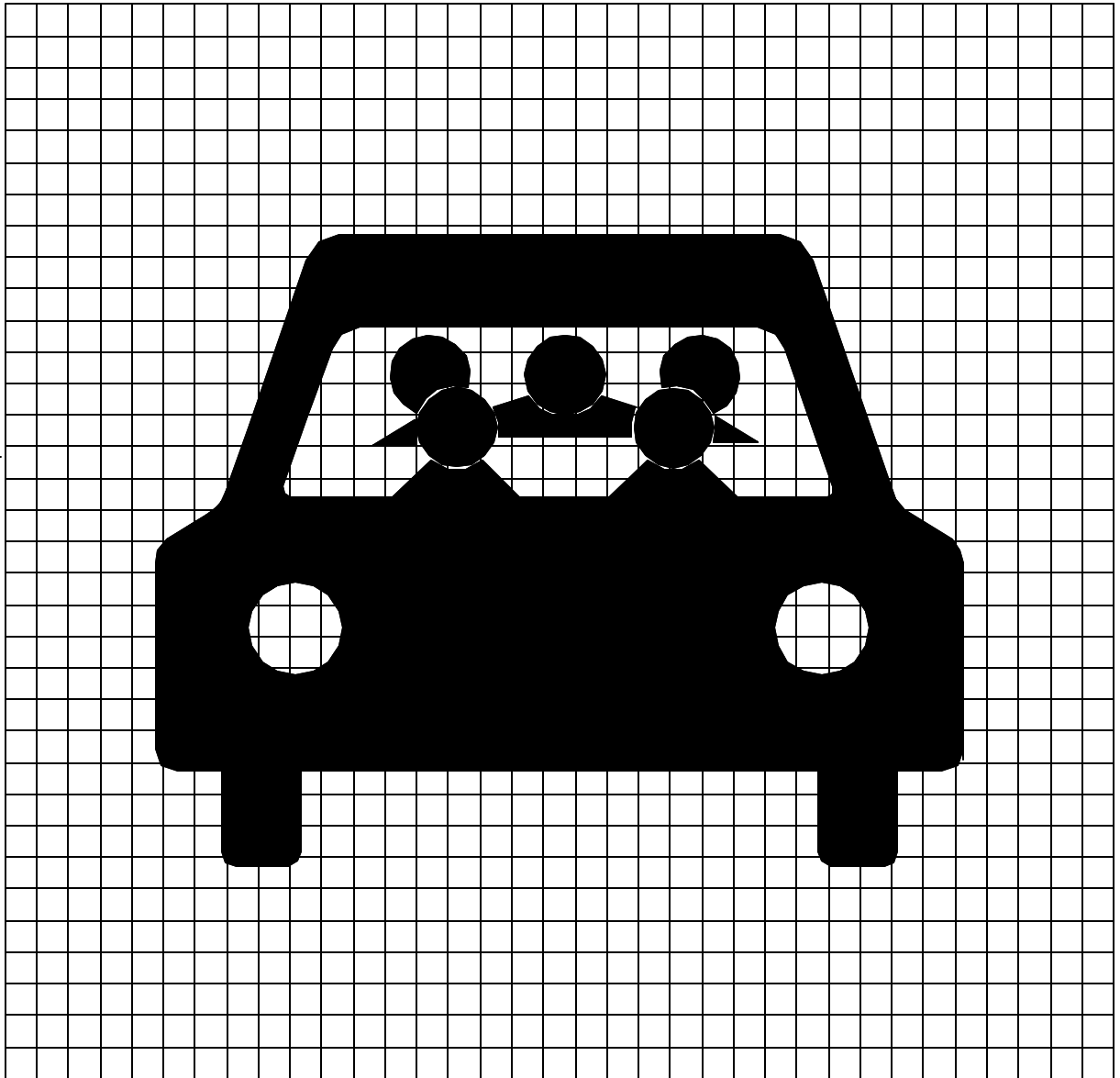


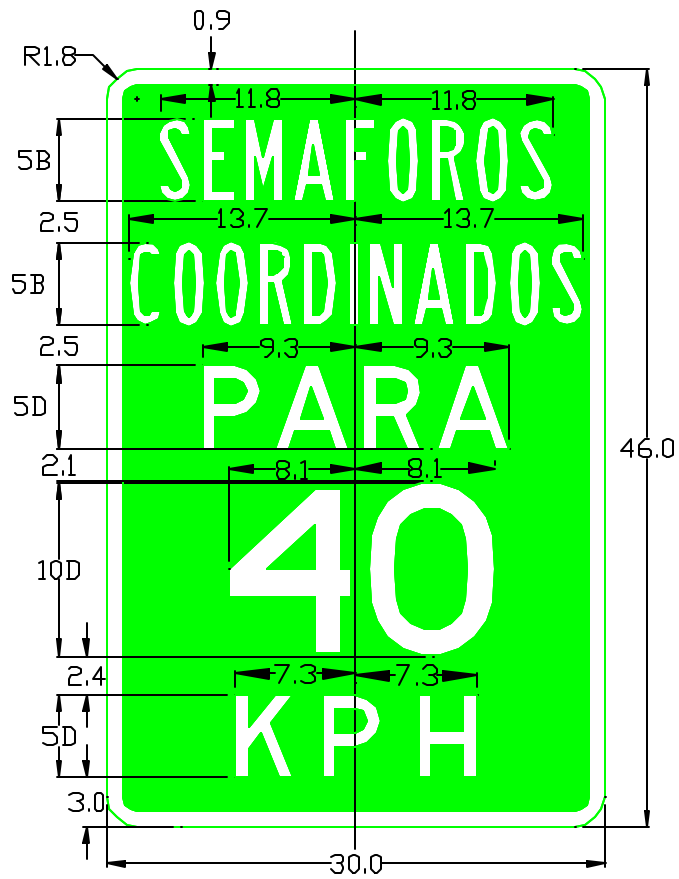




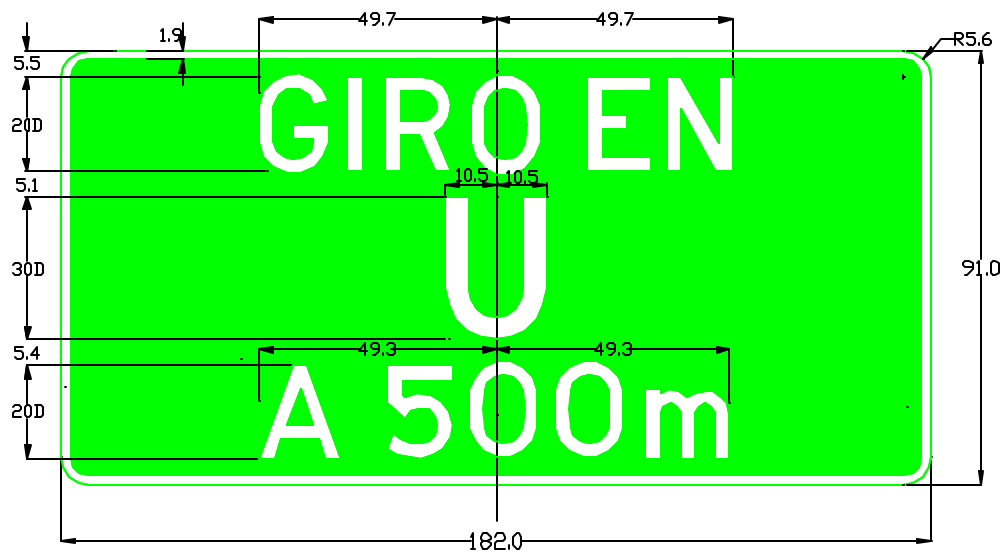




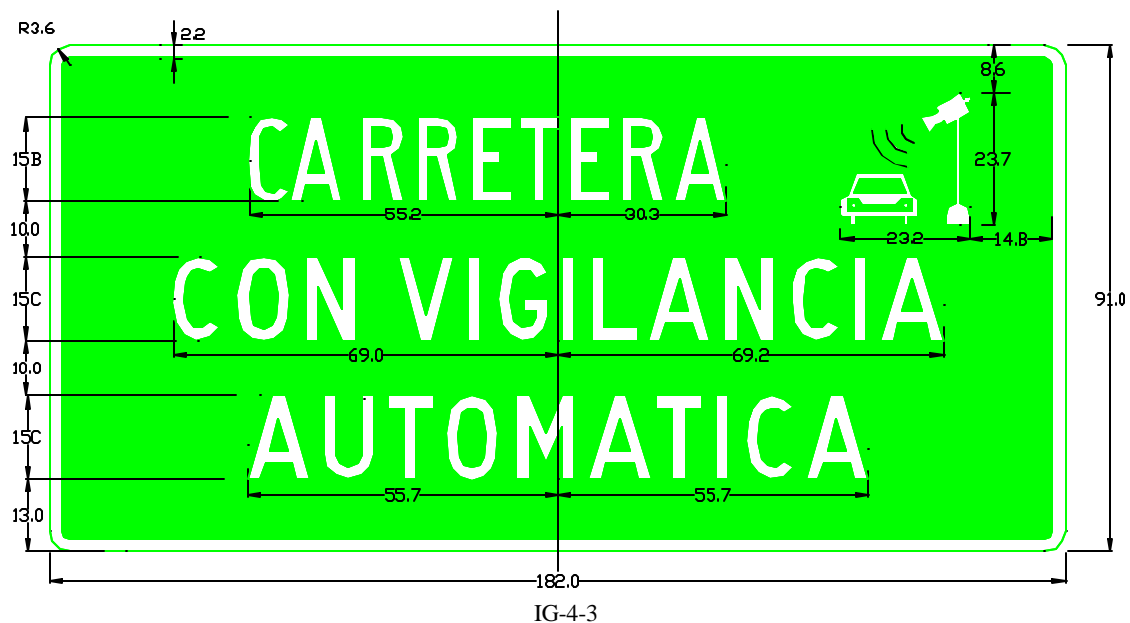


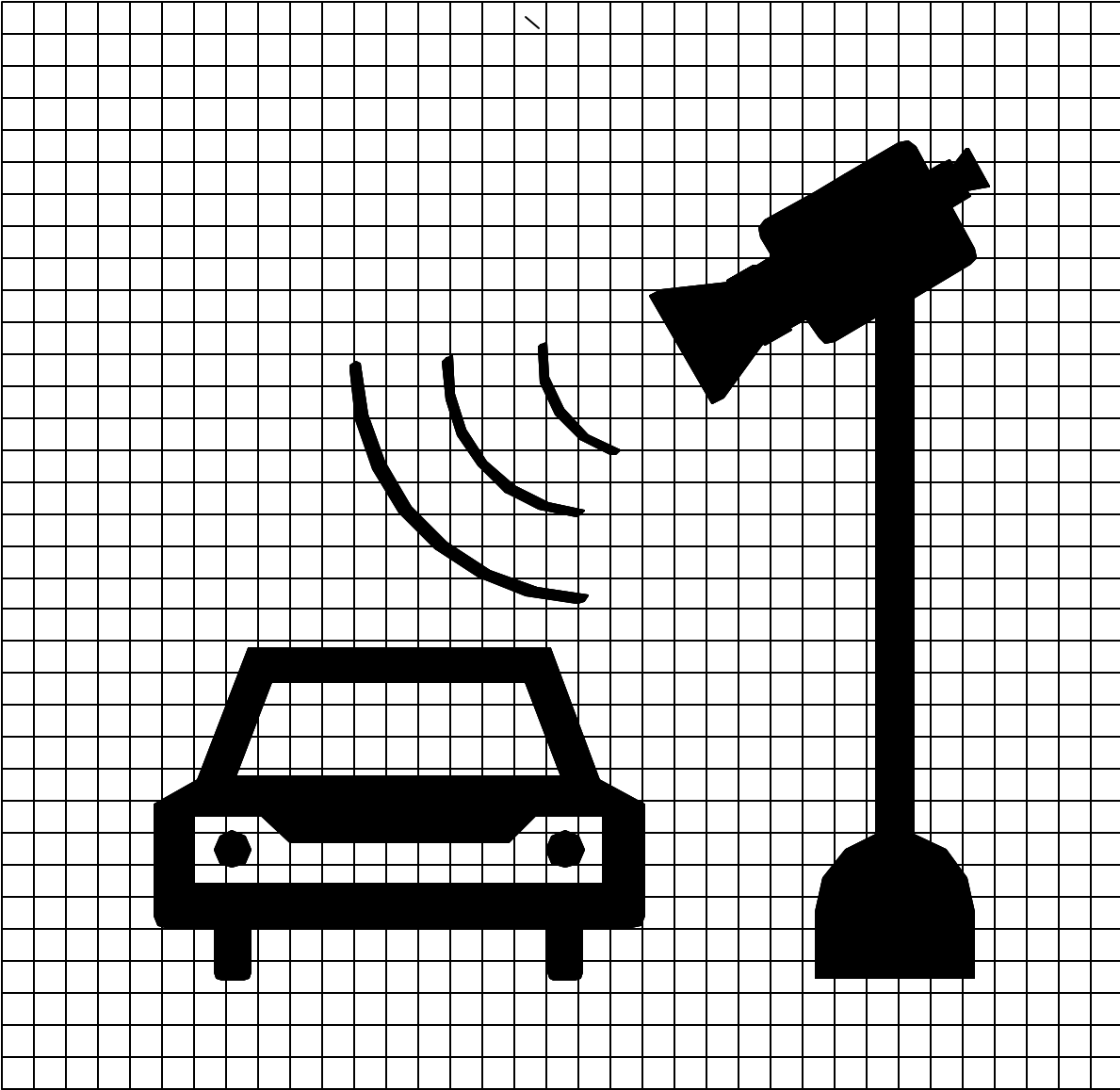


IG-4-1

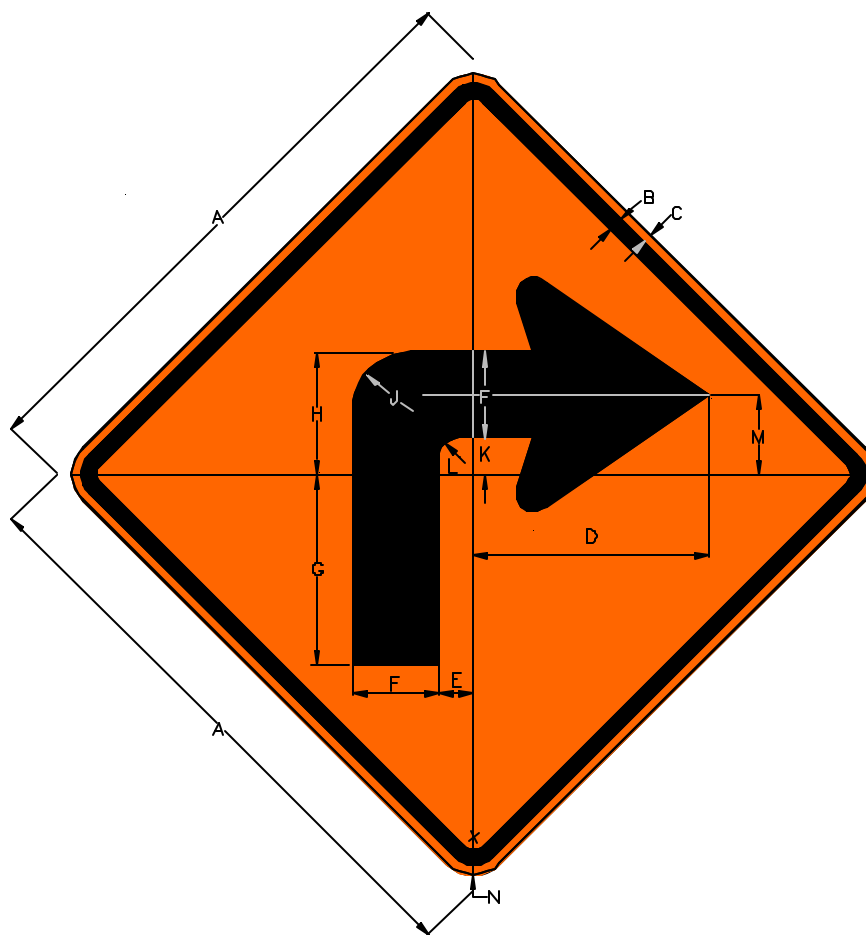


IG-4-2



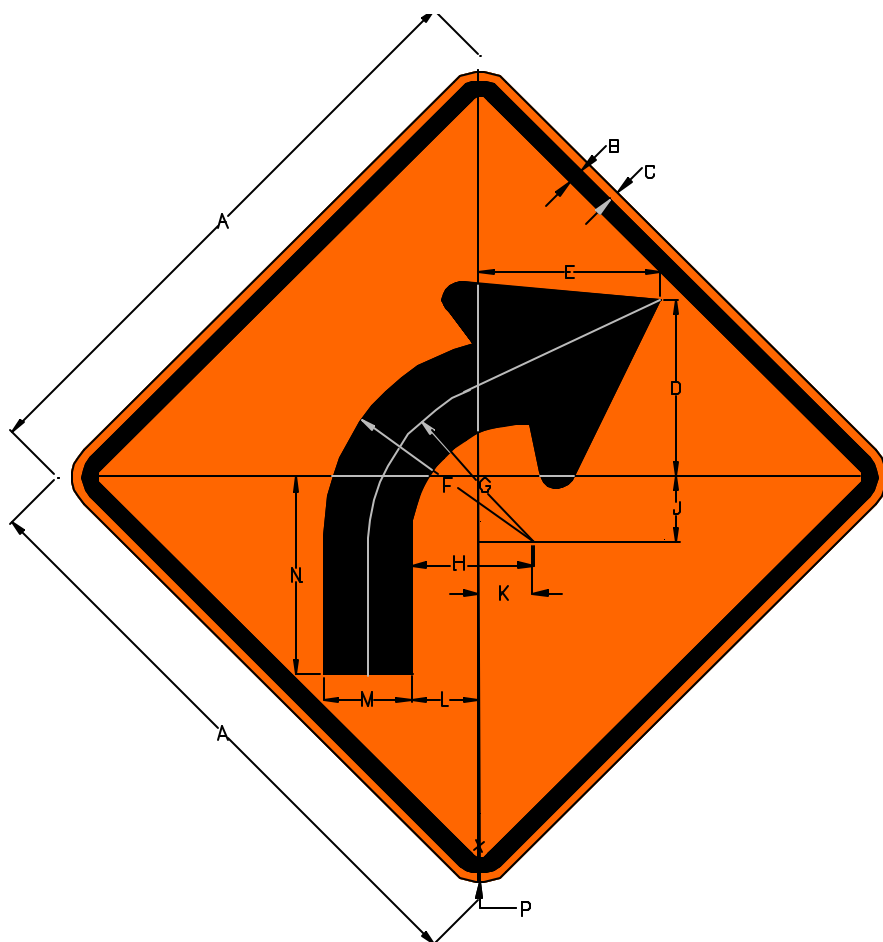


# **Señales de Prevención para la Ejecución de Trabajos en las Vías**



PP-1-1

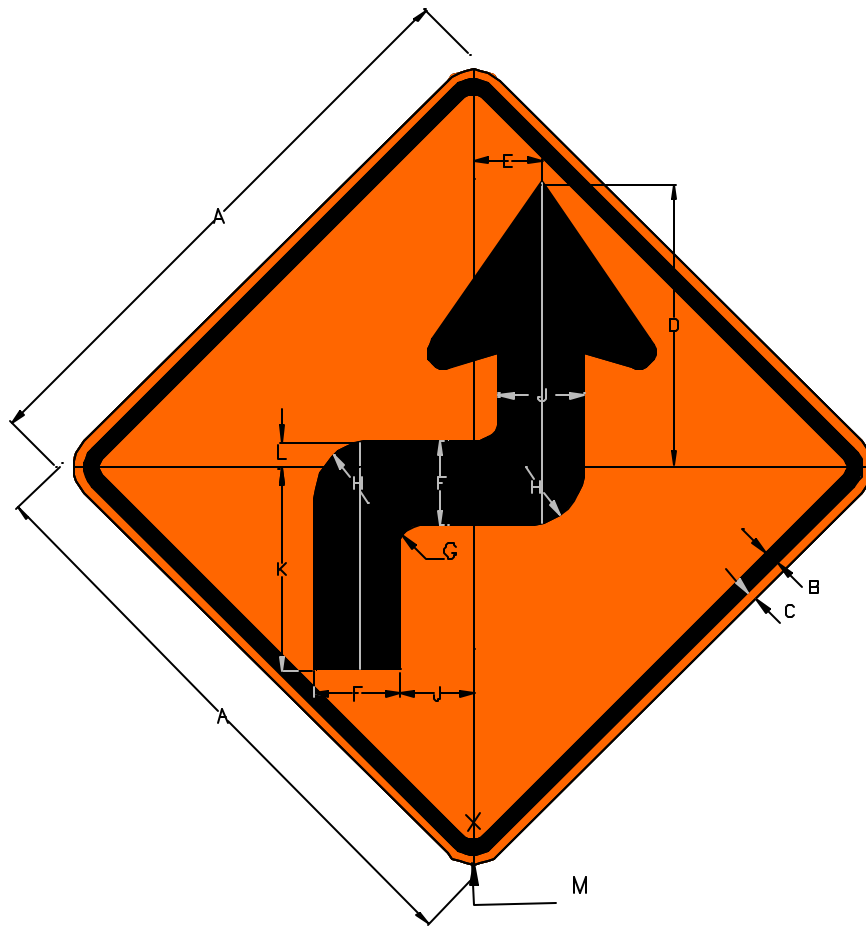
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
BICI	45.7	1.6	0.95	18.4	5.7	6.7	14.9	9.5	4.8	2.5	1.9	5.7	3.2
MIN.	61.0	1.6	0.95	24.4	7.6	8.3	19.7	12.7	6.4	3.8	2.1	10.1	3.2
EST.	76.2	1.9	1.3	30.5	9.5	11.1	24.6	15.9	7.6	4.8	2.5	12.4	4.8
ESP.	91.4	2.2	1.6	13.3	10.8	13.3	14.2	19.1	9.2	7.6	3.2	7.4	5.7



PP-1-2

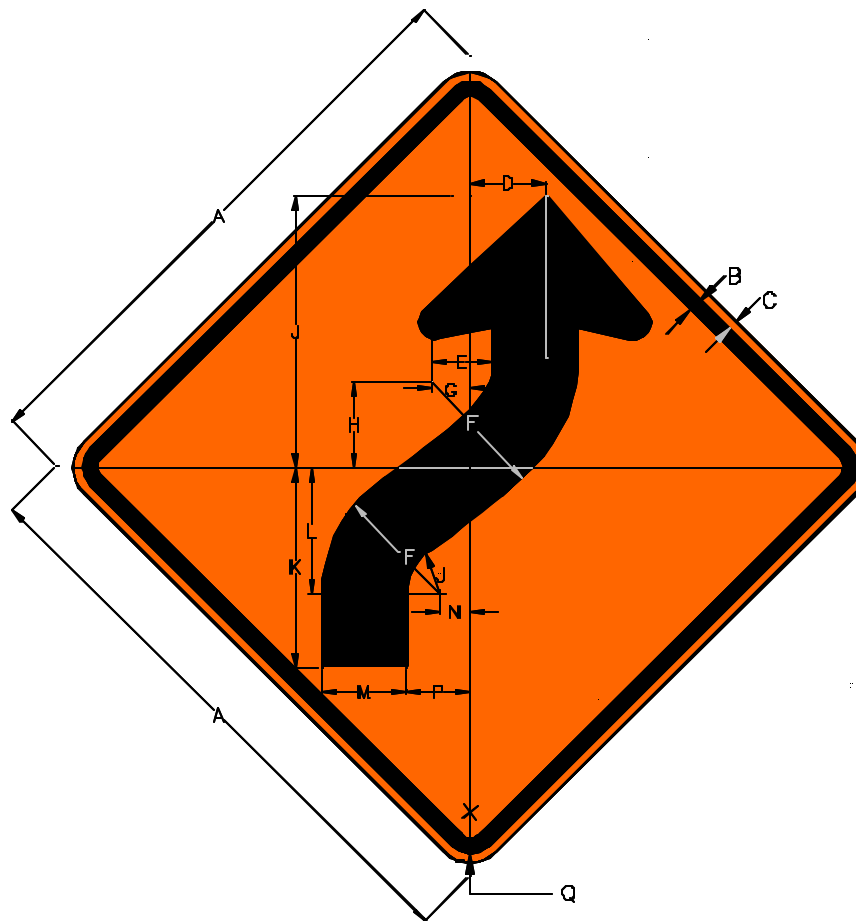
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)													
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P
BICI	45.7	1.6	0.95	13.6	14.0	15.2	12.1	8.6	4.4	3.2	5.1	6.7	15.8	3.8
MIN.	61.0	1.6	0.95	18.1	18.4	20.3	15.9	11.4	5.9	4.5	7.0	8.9	21.0	3.8
EST.	76.2	1.9	1.3	22.5	23.0	25.4	19.8	14.3	7.5	5.6	8.7	11.1	26.2	4.8
ESP.	91.4	2.2	1.6	27.0	27.6	30.5	23.8	17.2	11.9	6.7	10.5	13.2	31.4	5.7





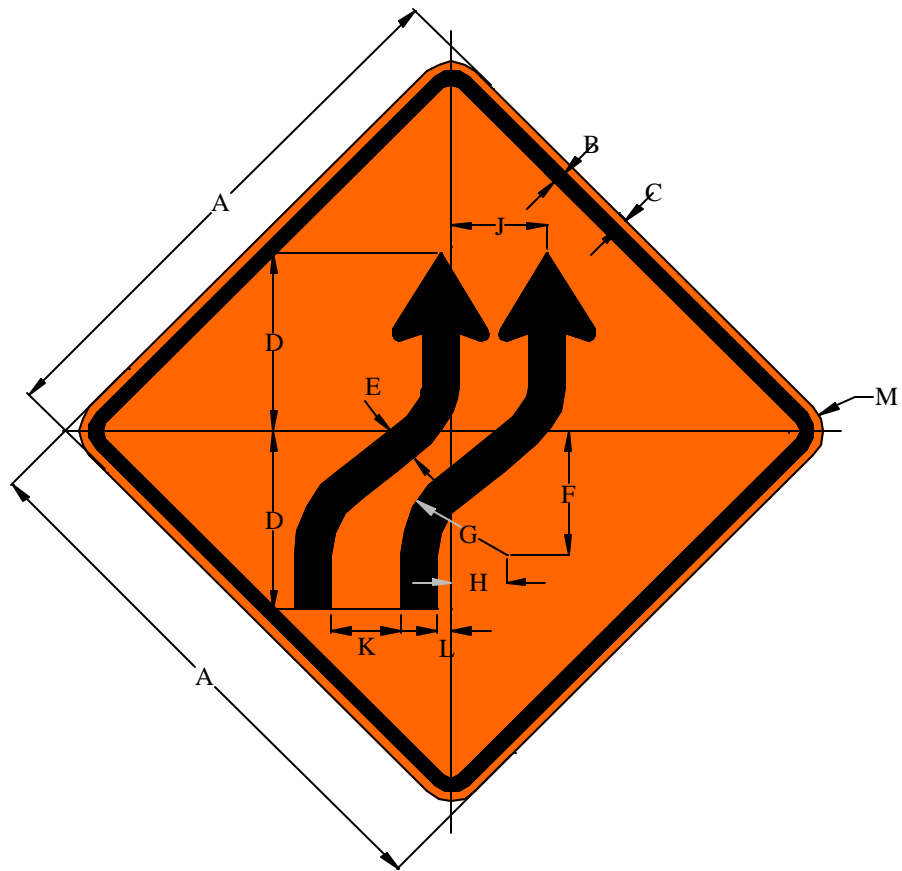
PP-1-3

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
MIN.	61.0	1.6	1.0	29.4	7.1	8.9	2.1	3.5	7.6	21.1	2.8	3.8
EST.	76.2	1.9	1.3	36.8	8.9	11.1	2.5	7.6	9.5	26.4	3.5	4.8
ESP.	91.4	2.2	1.6	44.3	10.7	13.3	3.2	9.2	11.4	31.7	4.2	5.7



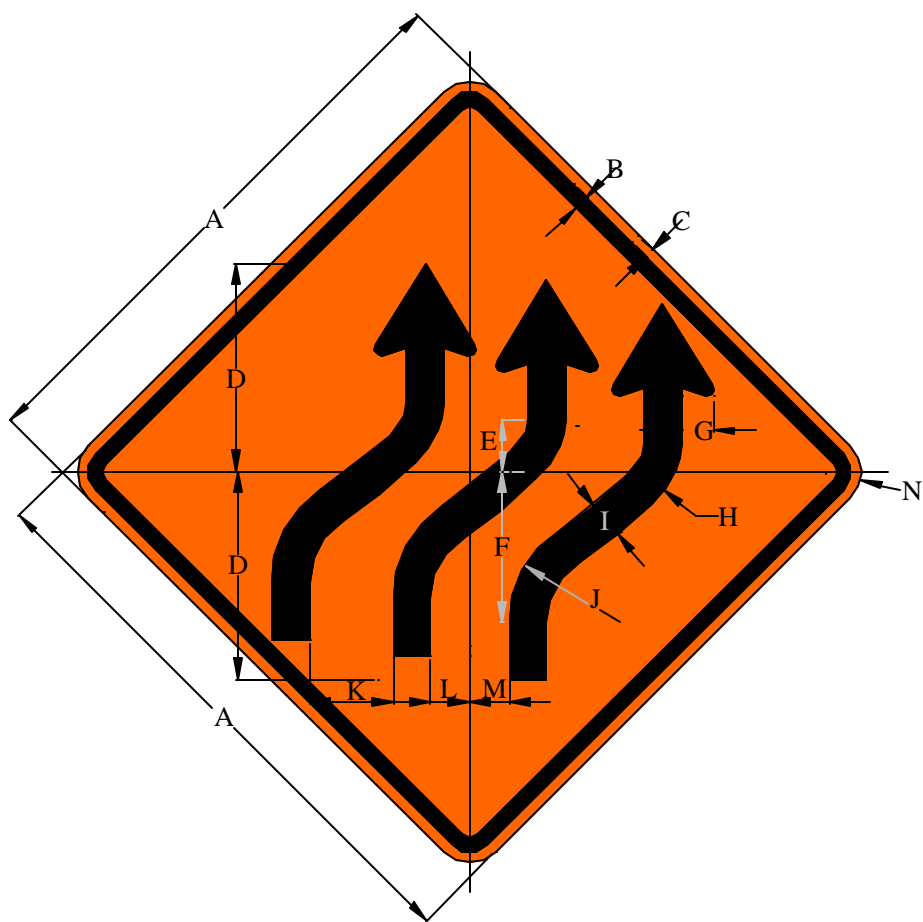
PP-1-4a

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)														
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q
BICI	45. 7	1.6	0.9 5	6.0	2.5	9.8	0.6	6.7	21. 9	15.9	21.9	6.7	2.2	5.1	3.8
MIN.	60. 1	1.6	0.9 5	8.0	3.8	12. 7	0.8	8.9	28. 6	21.0	13.3	8.9	2.9	6.7	3.8
EST.	76. 2	1.9	1.3	10. 0	4.8	15. 9	0.95	11. 1	35. 7	26.2	16.7	11. 1	3.6	8.3	4.8
ESP.	91. 4	2.2	1.6	12. 0	5.7	19. 0	1.2	13. 3	42. 9	31.4	20.0	13. 3	4.3	8.8	5.7



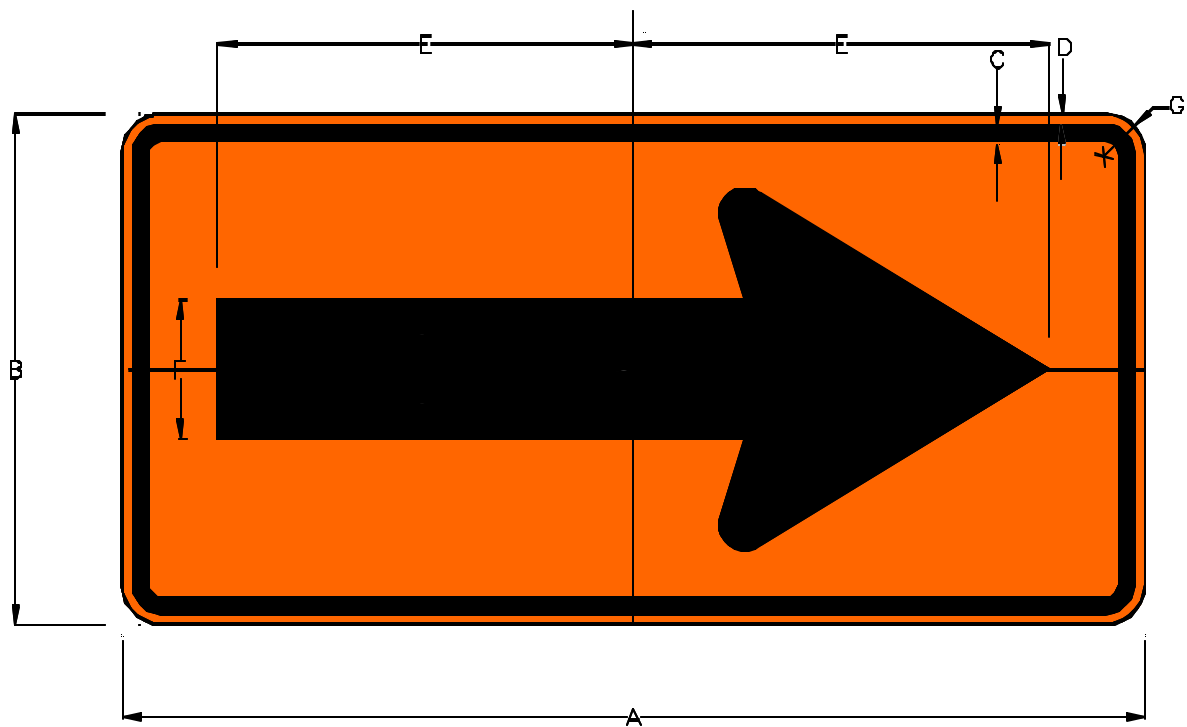
PP-1-4b

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
BICI	45.7	1.1	0.7	15.0	3.0	10.4	8.8	4.6	8.0	5.9	3.1	2.8
MIN.	61.0	1.5	1.0	20.0	4.0	13.9	11.7	6.1	10.7	7.9	4.1	3.8
EST.	76.2	1.9	1.2	25.0	5.0	17.4	14.6	7.6	13.4	9.9	5.1	4.7
ESP.	91.4	2.2	1.5	30.0	6.0	20.8	17.5	9.1	16.0	11.8	6.1	5.7



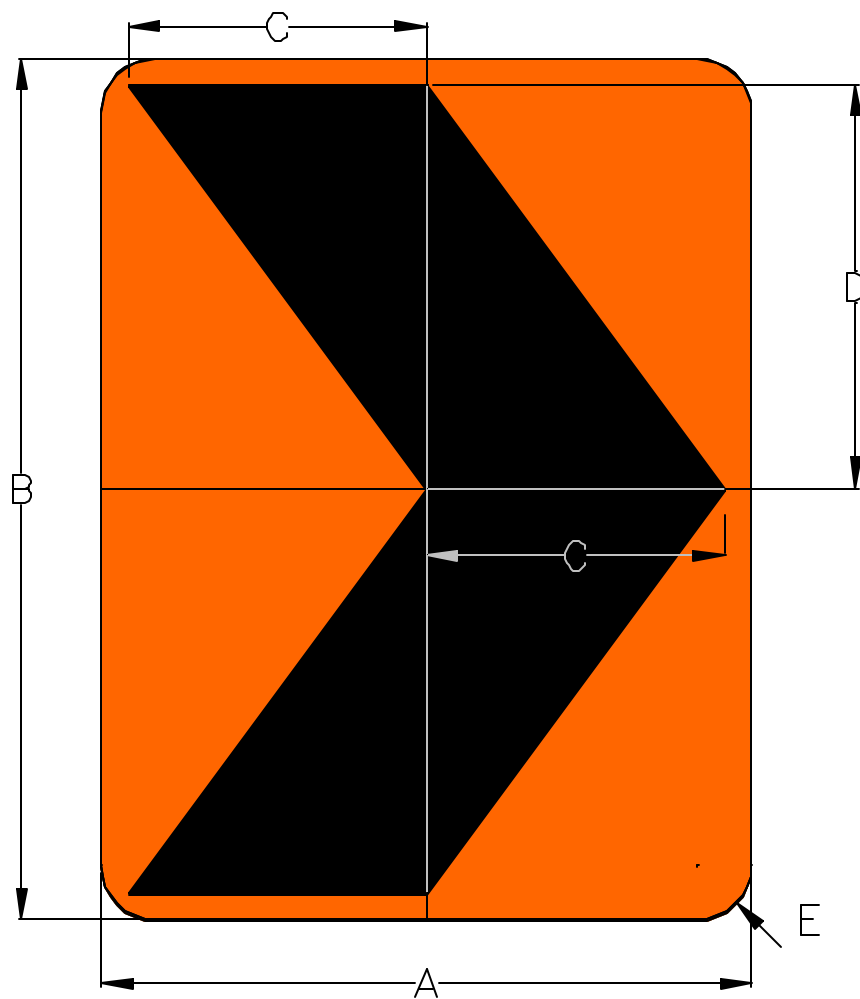
PP-1-4c

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
BICI	45.7	1.1	0.7	15.0	4.2	10.4	2.5	8.5	3.0	8.8	5.9	3.1	3.2	2.8
MIN.	61.0	1.5	1.0	20.0	5.6	13.9	3.4	11.4	4.0	11.7	7.9	4.1	4.2	3.8
EST.	76.2	1.9	1.2	25.0	7.0	17.4	4.2	14.2	5.0	14.6	9.9	5.1	5.2	4.7
ESP.	91.4	2.2	1.5	30.0	8.4	20.8	5.1	17.0	6.0	17.5	11.8	6.1	6.2	5.7



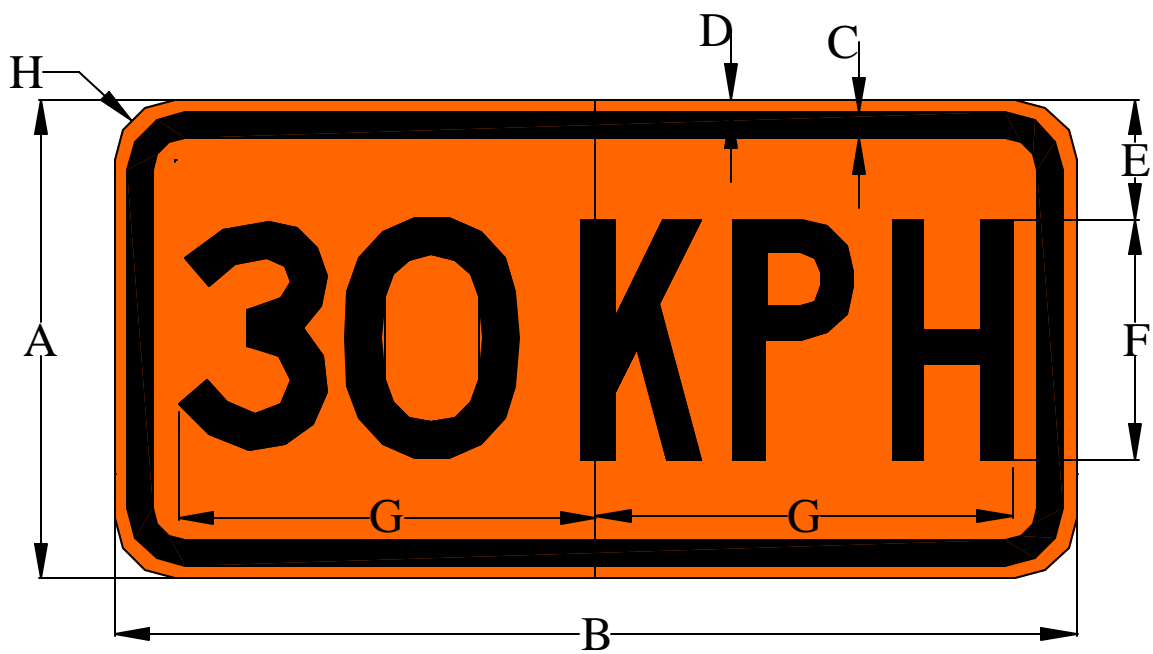
PP-1-7

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)						
	A	B	C	D	E	F	G
BICI	61.0	30.5	1.6	1.0	24.4	8.3	3.8
MIN.	91.4	45.7	1.6	1.0	37.1	12.7	3.8
EST.	121.9	61.0	1.9	1.3	49.5	16.5	4.8



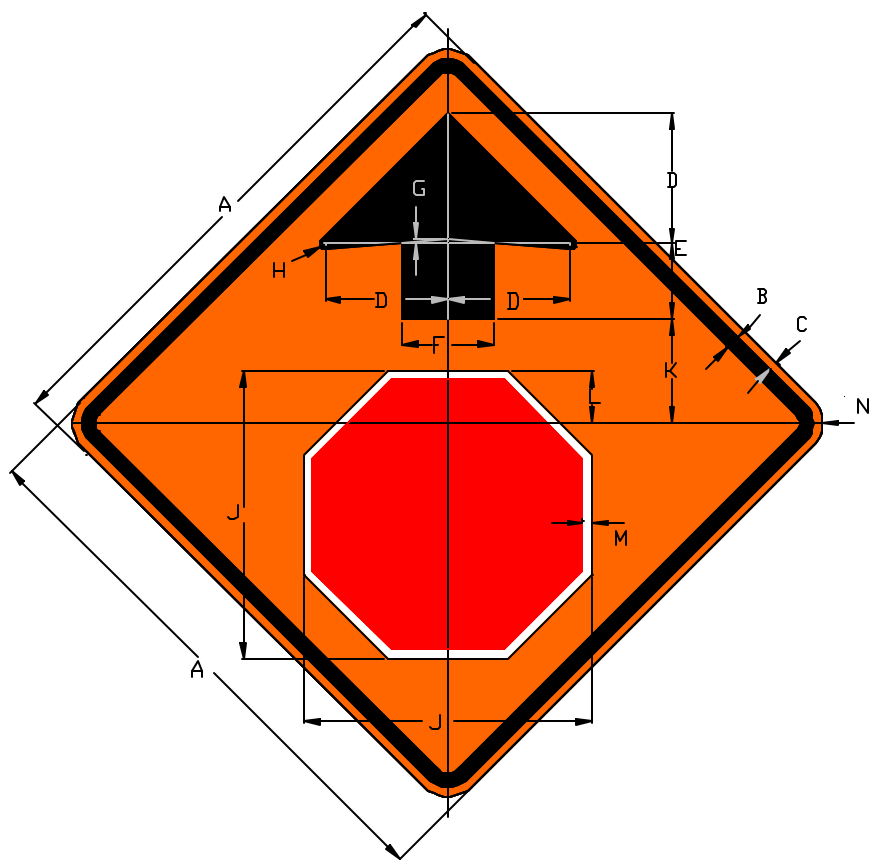
PP-1-9

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)				
	A	B	C	D	E
BICI	30.5	45.7	14.0	21.5	3.8
MIN.	45.7	61.0	21.0	28.6	3.8
EST.	57.1	76.2	28.0	35.8	3.8
ESP.	76.2	91.4	35.0	42.9	4.8



PP-1-14

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	30.5	61.0	1.6	1.0	7.8	15C	26.0	3.8
EST.	38.1	76.2	1.9	1.3	10.3	17.5C	30.0	4.8
ESP.	45.7	91.4	2.2	1.6	10.4	25C	42.5	5.7



PP-3-1a

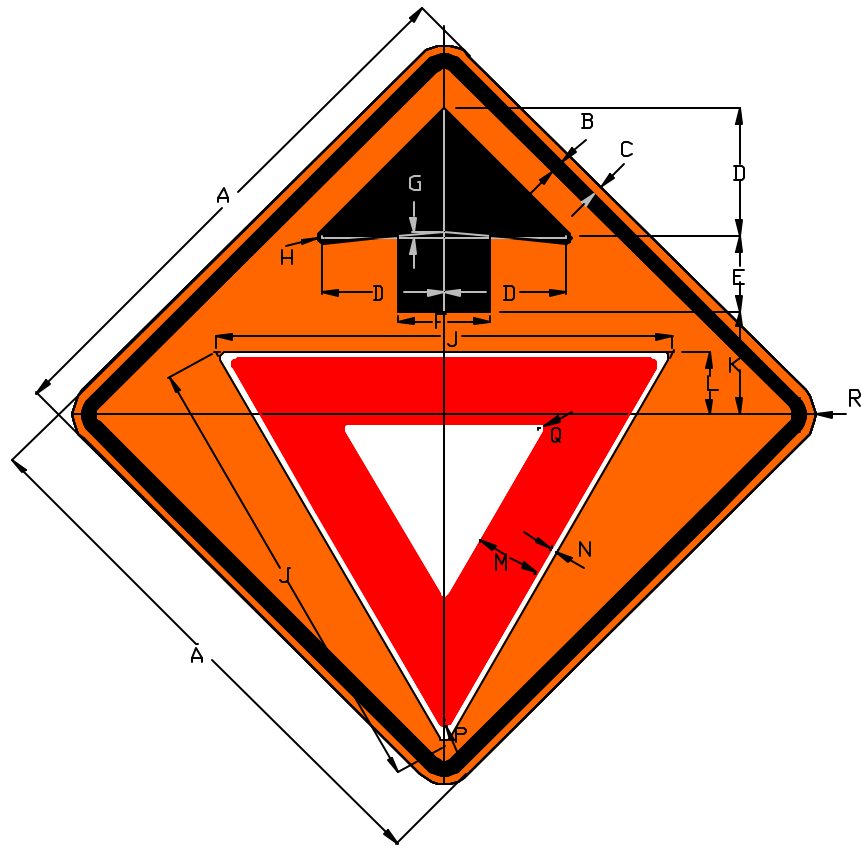
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
MIN.	76.2	1.9	1.3	19.1	9.5	12.7	1.6	0.8	40.0	15.9	7.3	1.3	4.8
EST.	91.4	2.2	1.6	22.9	11.4	15.2	1.9	1.0	48.3	19.1	8.9	1.6	5.7





PP-3-1b

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
BICL.	45.7	0.75	1.2	5D	4.7	8.4	17.7	2.9
MIN.	61.0	1.0	1.6	5 D	6.3	8.4	17.7	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	7.5 D	7.9	12.7	26.5	4.8
ESP.	91.4	1.6	2.2	10 D	9.5	16.7	35.1	5.7



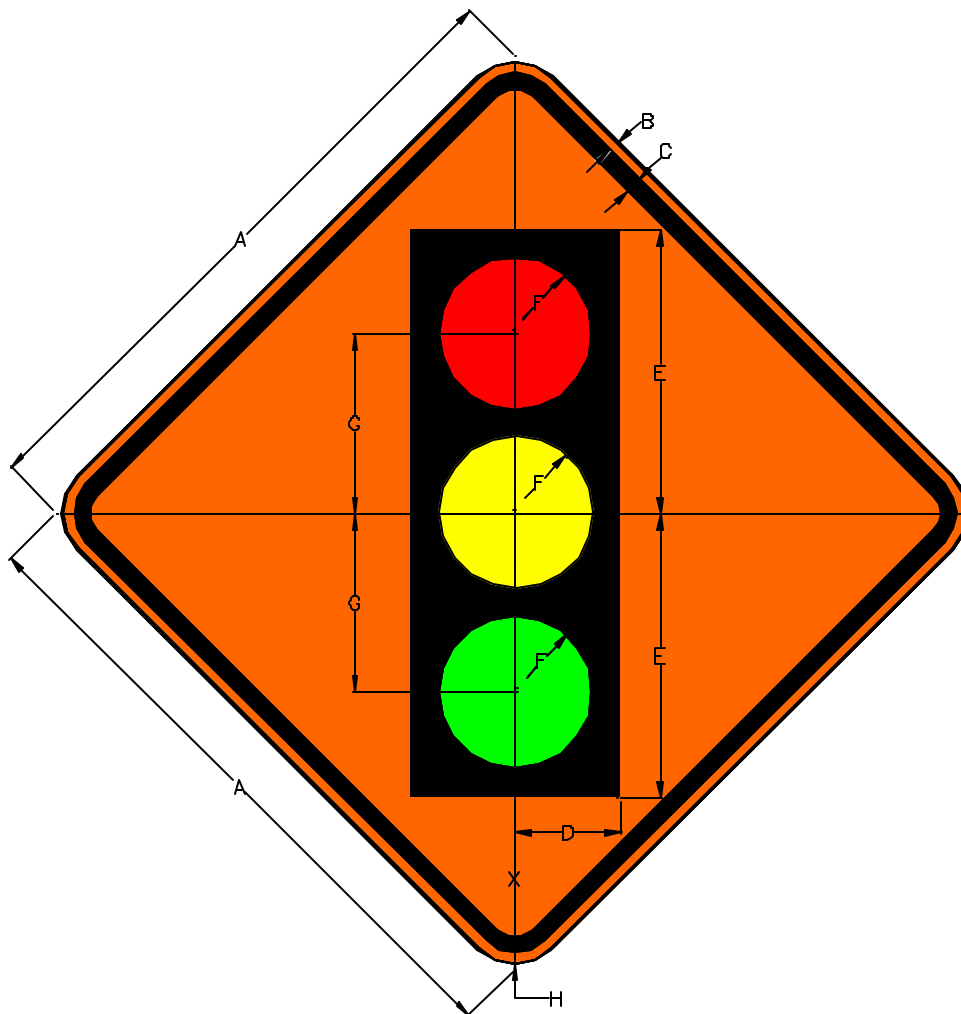
PP-3-2a

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)															
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R
MIN.	76.2	1.9	1.3	19.1	9.5	12.7	1.6	0.8	63.5	15.9	8.6	8.6	1.3	3.2	1.6	4.8
EST.	91.4	2.2	1.6	22.9	11.4	15.2	1.9	1.0	71.1	19.1	9.5	9.5	1.6	3.5	1.9	5.7



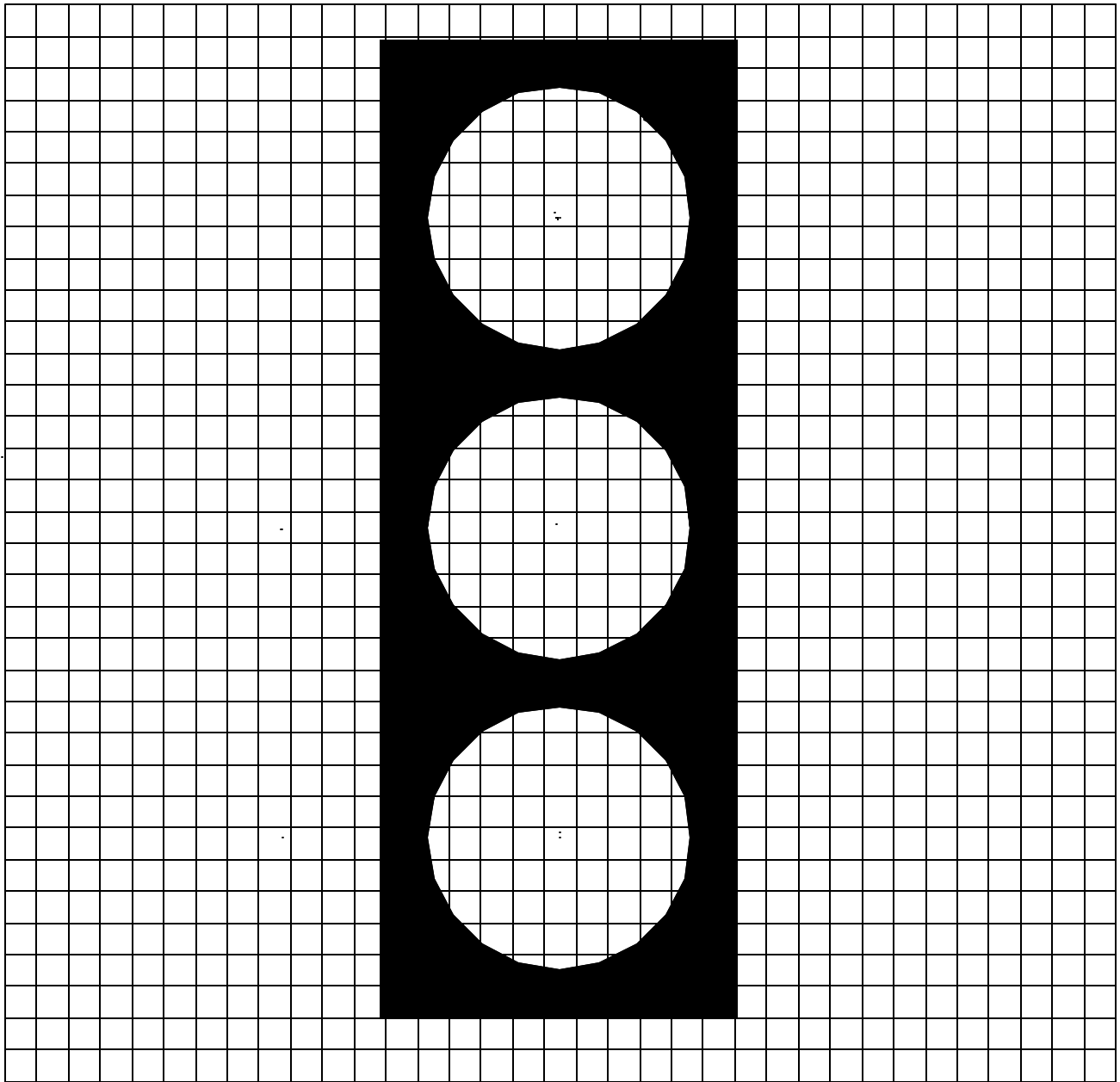
PP-3-2b

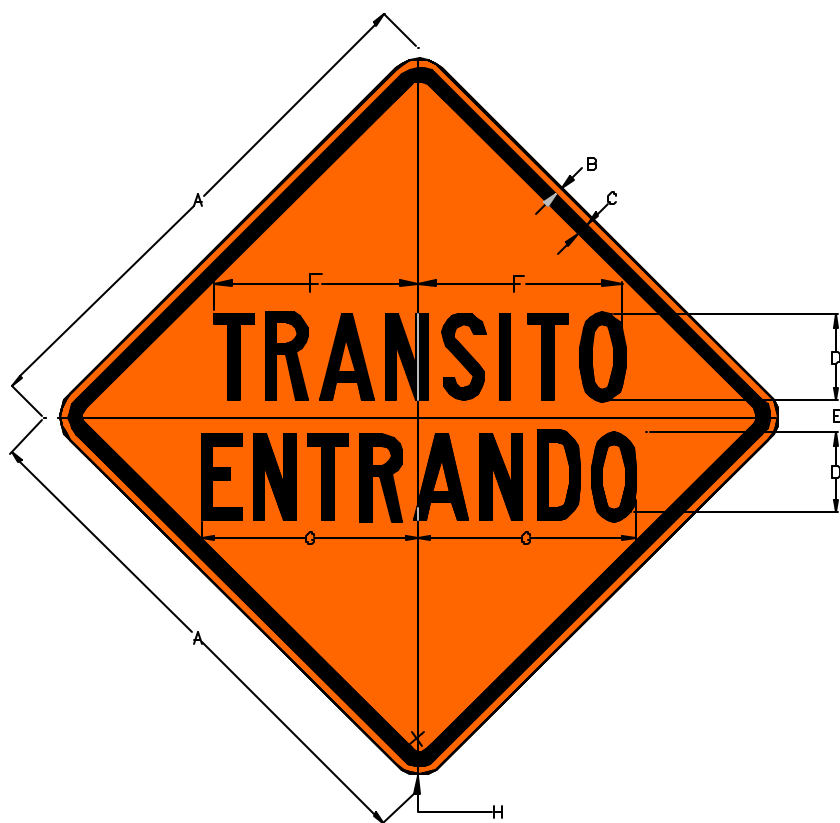
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
BICL.	45.7	0.75	1.2	5 C	3	2.5	6.4	10.2	12.9	2.9	0.5
MIN.	61	1.0	1.6	5 C	4.0	3.3	6.4	10.2	12.9	3.8	0.7
EST.	76.2	1.3	1.9	7.5 C	5.0	4.2	9.4	15.7	19	4.8	0.8
ESP.	91.4	1.6	2.2	10 C	6.0	5.0	12.4	20.6	25.2	5.7	1.0



PP-3-3

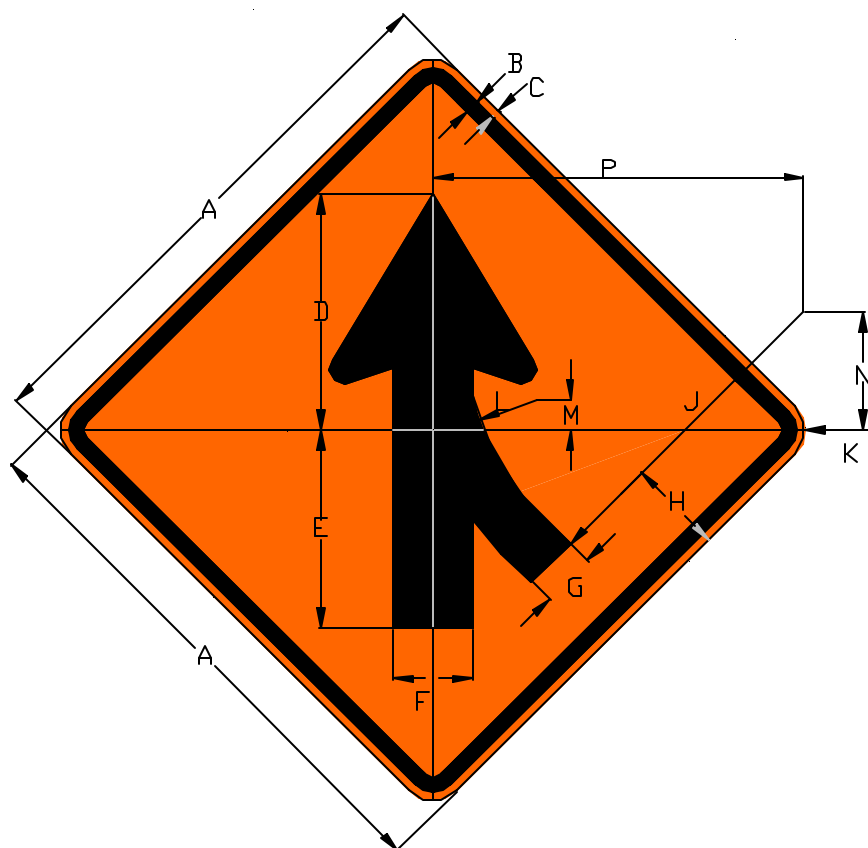
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
BICI	45.7	1.0	1.6	7.6	20.3	5.7	12.7	3.8
MIN.	76.2	1.3	1.9	12.7	34.9	9.5	22.2	4.8
EST.	91.4	1.6	2.2	14.6	40.0	10.8	25.4	5.7





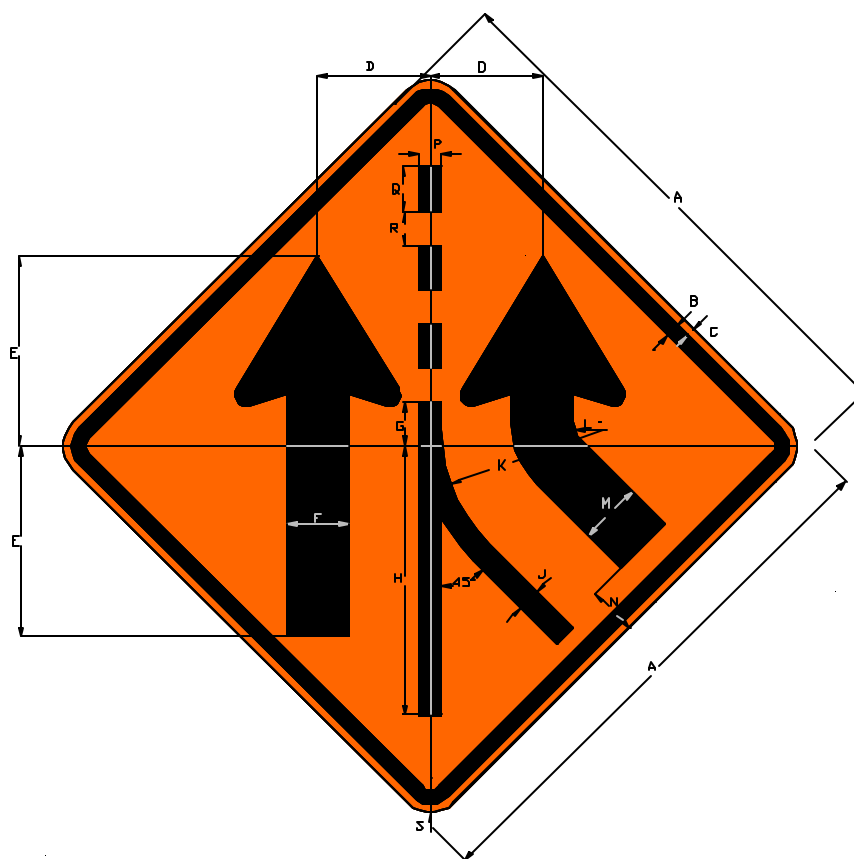
PP-4-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	61.0	1.0	1.6	5 D	3.7	16.5	17.7	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	7.5 D	4.6	24.8	26.7	4.8
ESP.	91.4	1.6	2.2	10 D	5.5	32.7	35.2	5.7



PP-4-2

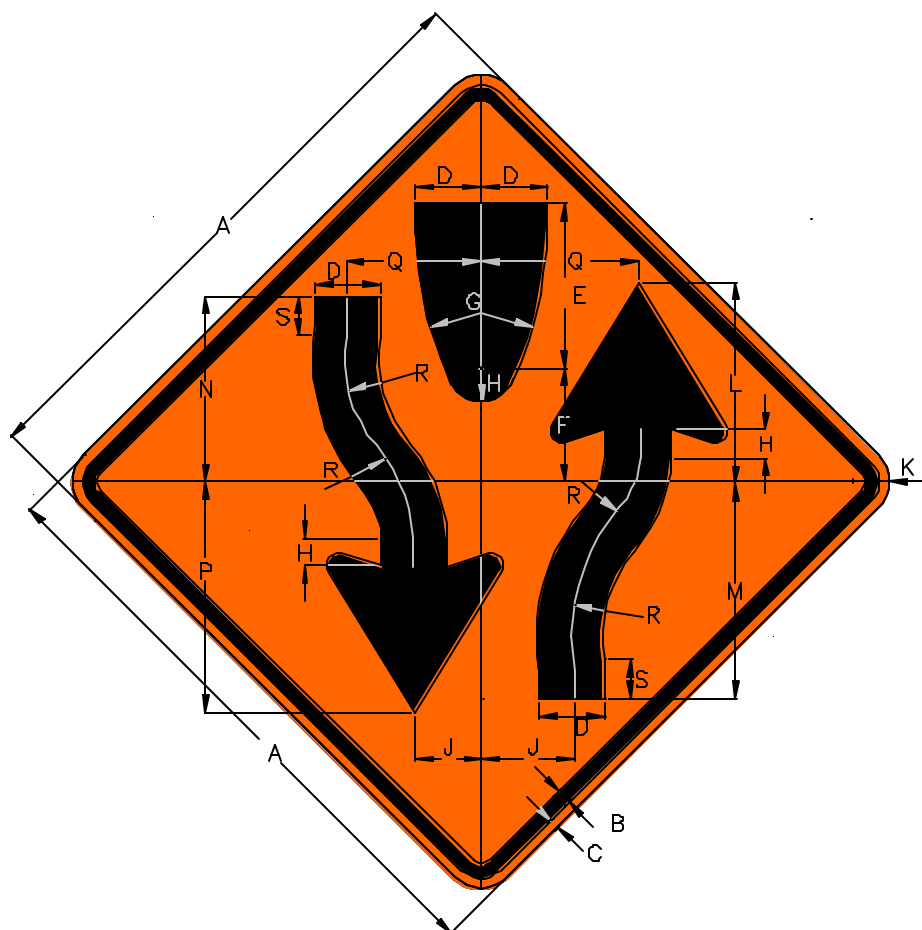
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)													
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P
BICI	61.0	1.6	1.0	26.0	22.2	8.9	6.0	10.6	56.5	3.8	16.2	6.7	26.4	56.4
MIN.	76.2	1.9	1.3	33.0	27.9	11.1	7.6	13.3	71.1	4.8	20.3	7.6	33.0	70.5
EST.	91.4	2.2	1.6	40.0	33.7	13.3	9.2	16.0	85.4	5.7	24.4	10.2	39.7	84.6



PP-4-3

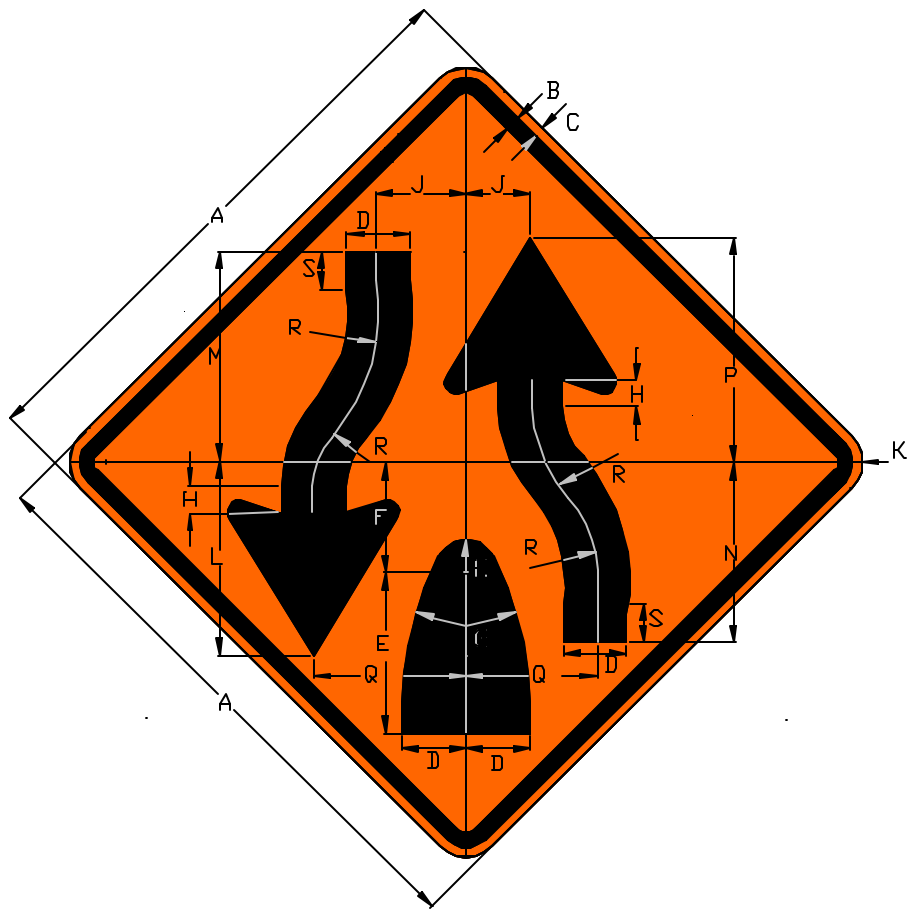
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)																
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S
BICI	45. 7	1. 2	0. 7	9.6	16. 3	5.3	3. 9	23. 0	1.9	15. 1	3.9	5.3	3.9	1.9	3.9	2.9	2.9
MIN.	61. 0	1. 6	1. 0	12. 8	21. 8	7.1	5. 1	30. 8	2.6	20. 2	5.1	7.1	5.1	2.6	5.1	3.8	3.8
EST.	76. 2	2. 0	1. 2	16. 0	27. 2	8.8	6. 4	38. 4	3.2	25. 2	6.4	8.8	6.4	3.2	6.4	4.8	4.8
ESP.	91. 0	2. 4	1. 4	19. 1	32. 5	10. 5	7. 7	45. 9	3.8	30. 1	7.7	10. 5	7.7	3.8	7.7	5.7	5.7





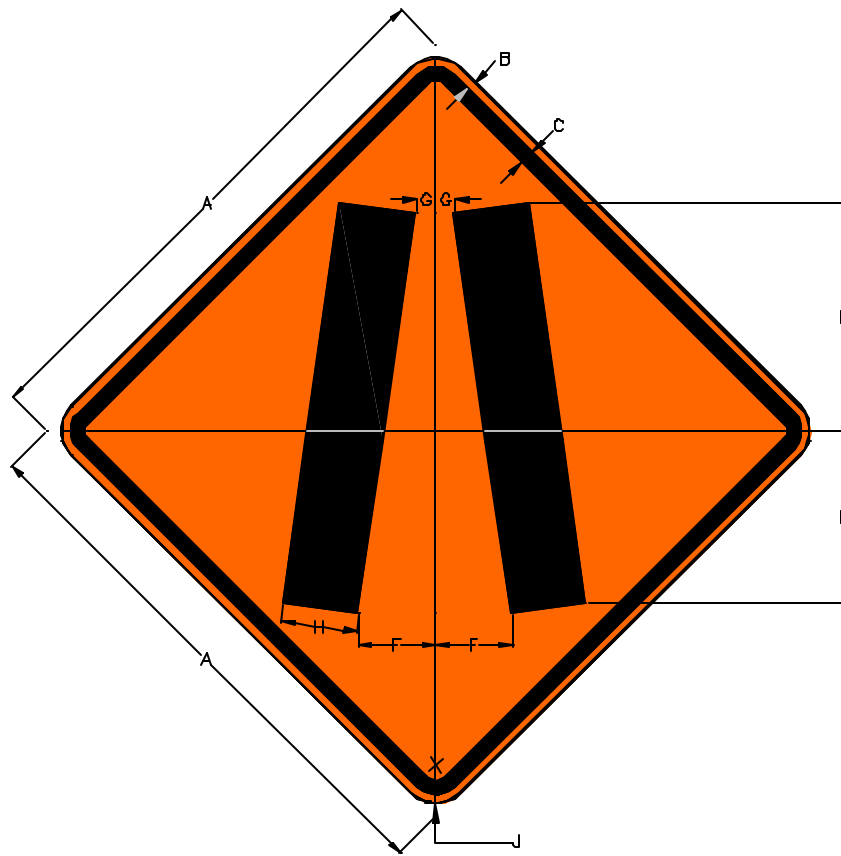
PP-4-5

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)																
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S
BICI	76.2	1. 9	1. 3	8.4	21. 1	10. 5	63.5	2.7	10. 5	4. 8	25. 4	29. 5	20. 2	34. 8	20. 0	21. 1	5. 2
MIN.	91.4	2. 2	1. 6	10. 2	25. 4	12. 7	76.2	5.1	12. 7	5. 7	30. 5	35. 6	24. 1	41. 9	24. 1	25. 4	6. 4



PP-4-6

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)																
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S
BICI	76.2	1. 9	1. 3	8.4	21. 1	10. 5	63.5	2.7	10. 5	4. 8	25. 4	29. 5	20. 2	34. 8	20. 0	21. 1	5. 2
MIN.	91.4	2. 2	1. 6	10. 2	25. 4	12. 7	76.2	5.1	12. 7	5. 7	30. 5	35. 6	24. 1	41. 9	24. 1	25. 4	6. 4



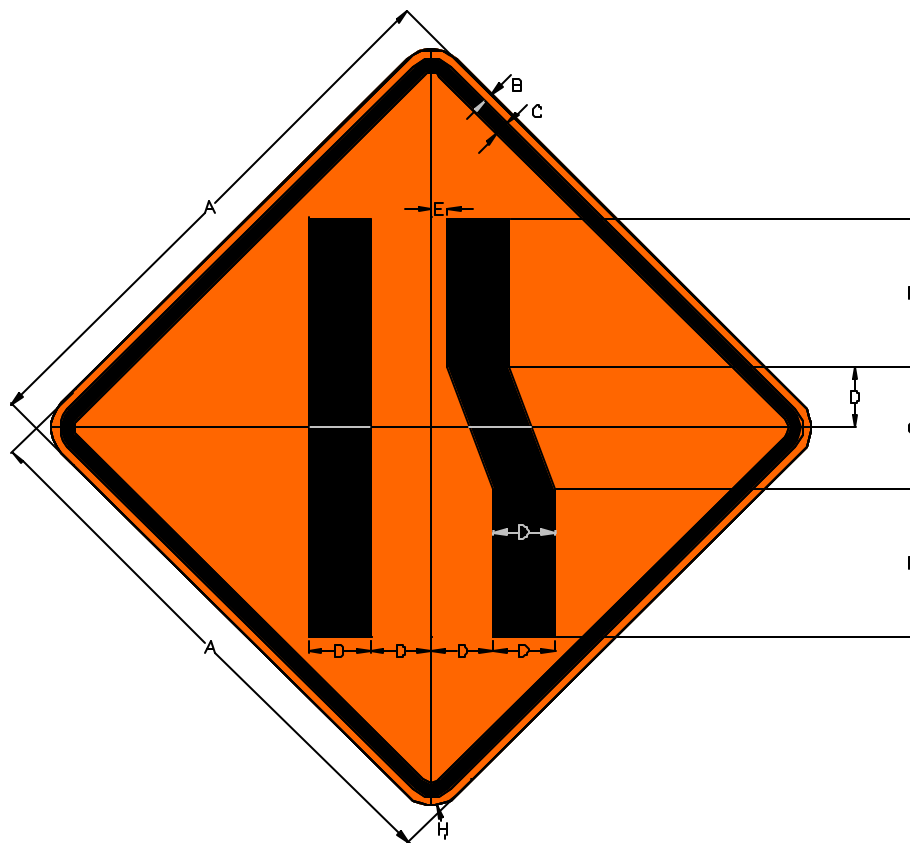
PP-5-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	J
BICI	45.7	1.0	1.6	19.2	14.4	6.5	1.6	6.4	2.9
MIN.	61.0	1.0	1.6	25.7	19.2	8.7	2.1	8.5	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	32.1	23.9	10.9	2.7	10.6	4.8
ESP.	91.0	1.6	2.2	38.3	28.6	13	3.2	12.7	5.7



PP-5-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
MIN.	45.7	61	1.6	0.9	10.0	10B	5.7	10C	22.8	22.7	3.8
EST.	61.0	76.2	2.1	1.2	13.0	12.5B	10.0	12.5C	28.5	28.4	5.1
ESP.	76.2	91.4	2.7	1.5	16.9	15B	12.5	15C	34.3	34.2	6.3

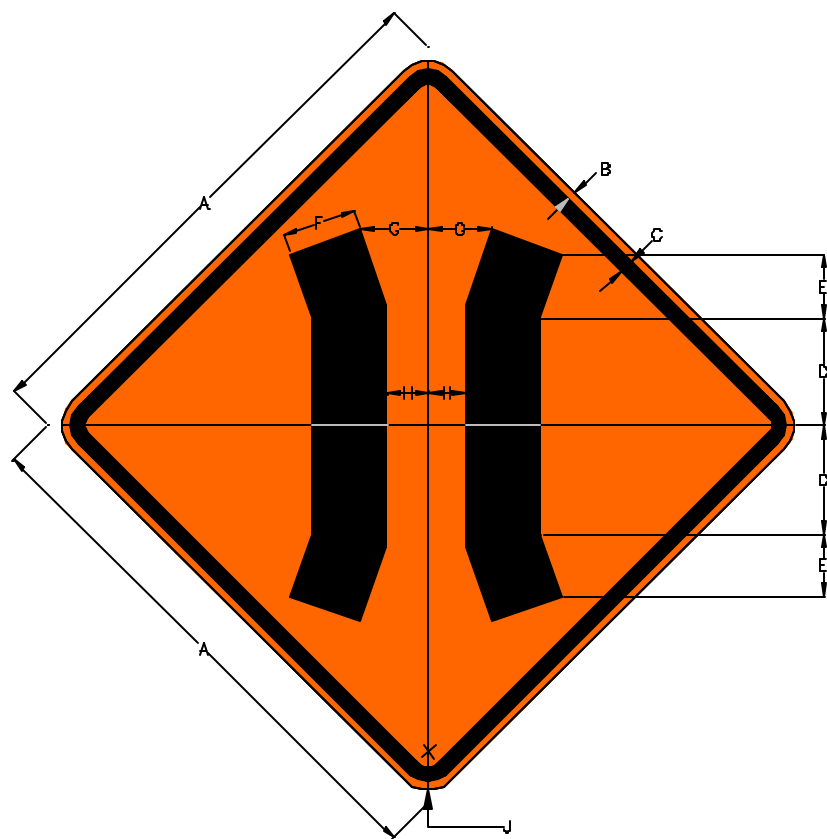


PP-5-4

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
BICI	76.2	1.3	1.9	8.6	2.1	21.4	17.1	4.8
MIN.	91.4	1.6	2.2	10.1	2.5	25.4	20.3	5.7



	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
BICI	45.7	1.0	1.6	17.6	9.5	19.1	15B	4.4	7.5B	2.8
MIN.	61.0	1.3	1.9	23.5	12.7	25.4	17.5B	5.9	10B	3.8
EST.	76.2	1.8	2.2	29.3	15.9	31.8	20B	7.3	12.5B	4.8
ESP.	91.0	2.1	2.6	35	19.0	38.0	25B	8.8	15B	5.7



PP-5-6

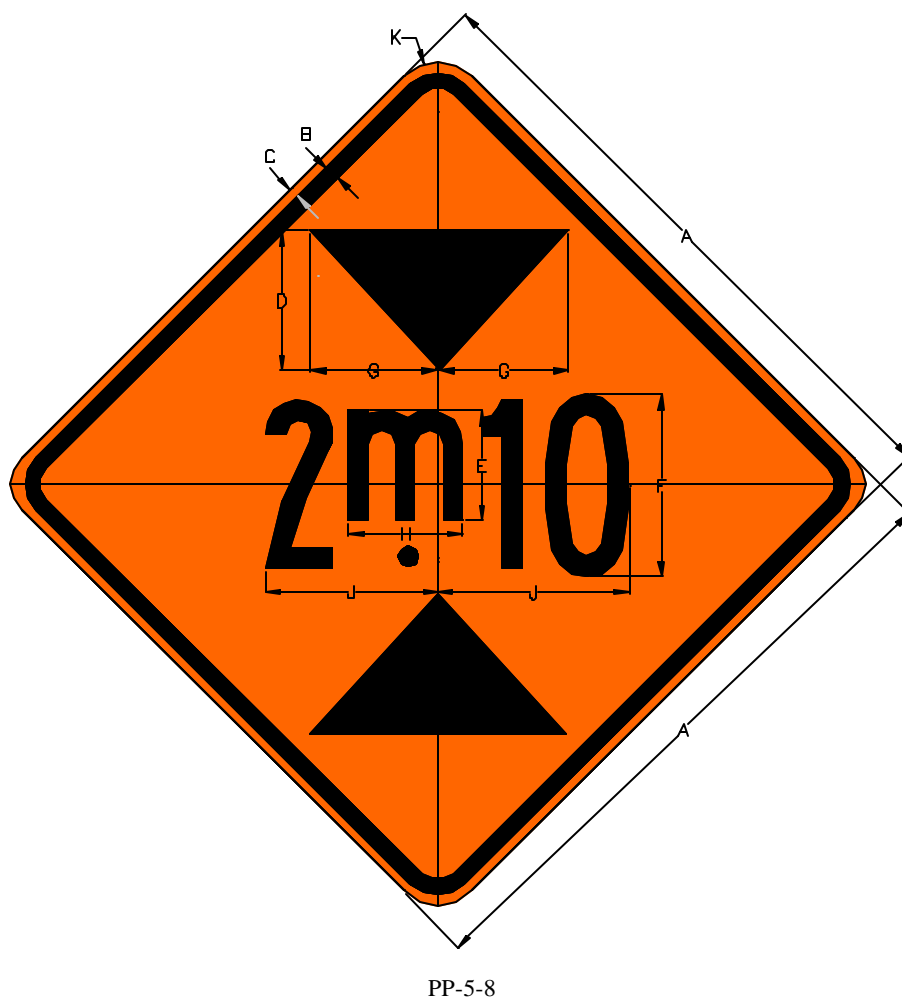
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	J
BICI	45.7	1.0	1.6	9.3	5.5	6.4	5.5	3.5	2.9
MIN.	61.0	1.0	1.6	12.4	7.4	8.5	7.4	4.7	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	15.7	9.3	10.8	9.3	5.9	4.8
ESP.	91.0	1.6	2.2	18.5	11.0	12.7	11.0	7.0	5.7



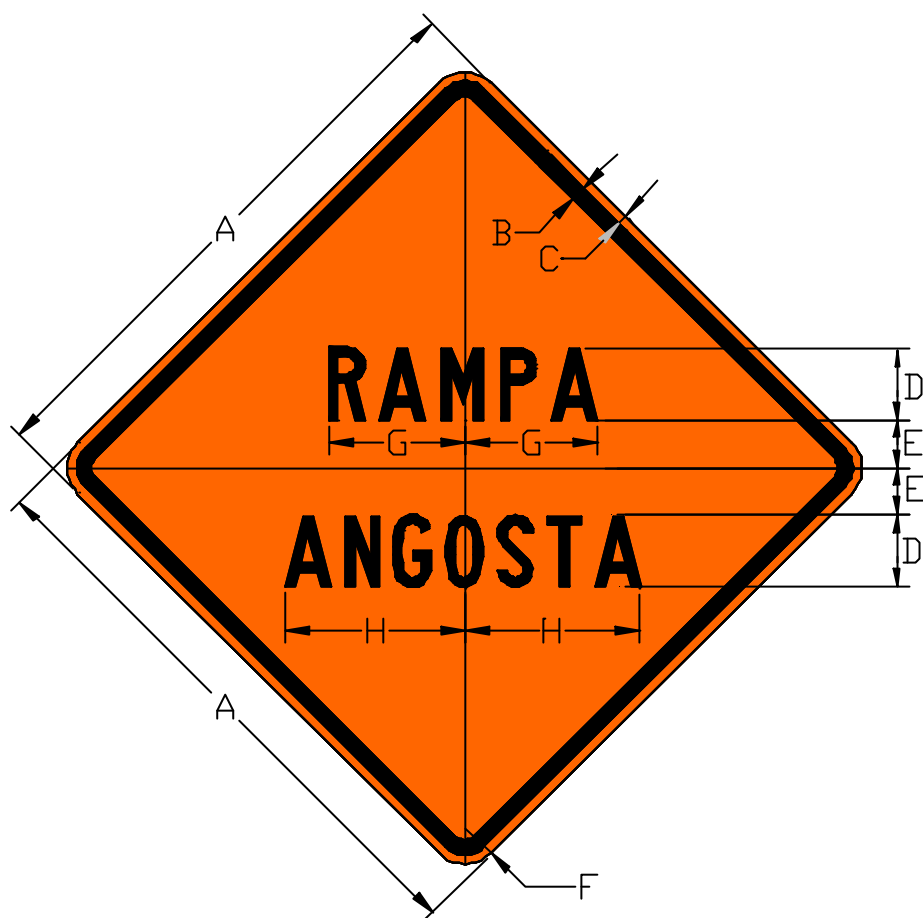
PP-5-7

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	45.7	61	1.6	0.9	10.0	10C	5.7	18.0	22.4	3.8
EST.	61.0	76.2	2.1	1.2	13.0	12.5C	10.0	22.5	28.0	5.1
ESP.	76.2	91.4	2.7	1.5	16.9	15C	12.5	27.1	33.8	6.3





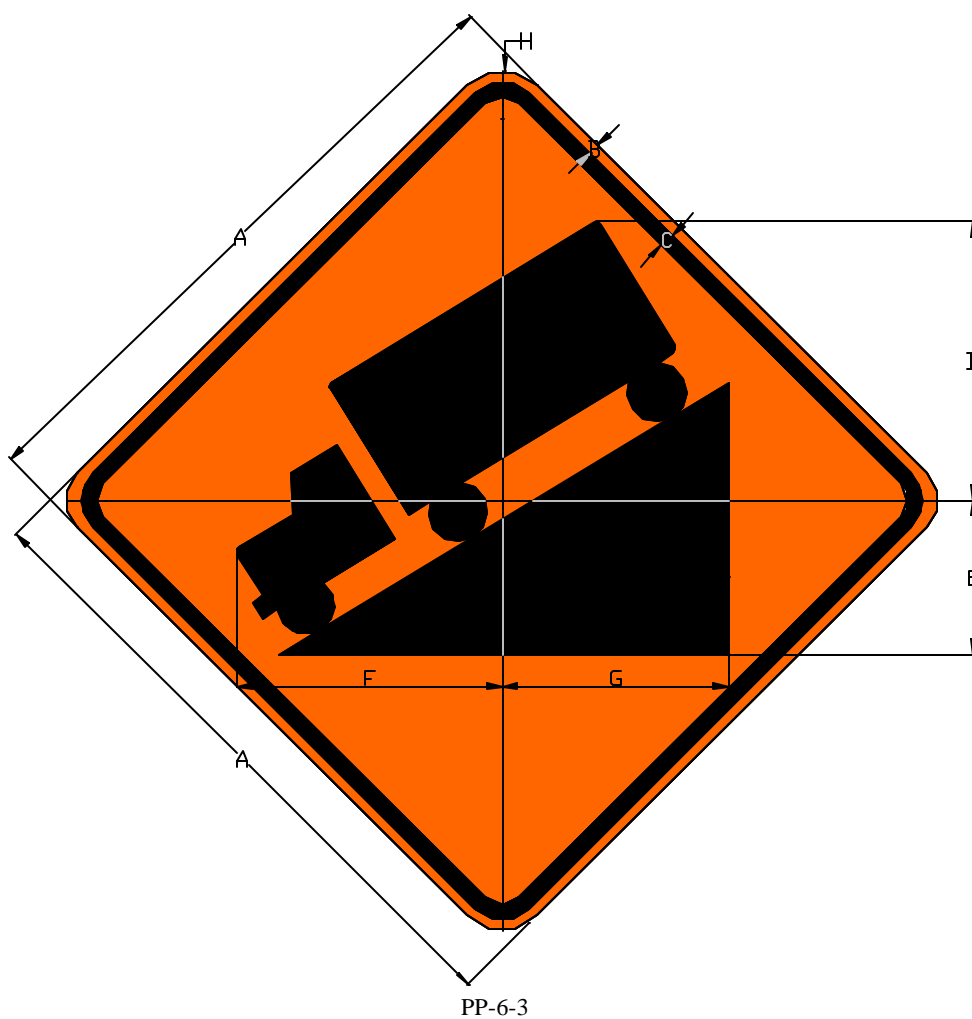
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
BICI	45.7	1.3	0.8	10.8	7.5E	15B	9.8	8.6	13.4	3.7
MIN.	61.0	1.6	1.0	14.3	10E	17.5B	13.0	11.5	17.9	3.7
EST.	76.2	1.9	1.3	17.9	12.5E	20B	16.3	14.3	22..3	4.8
ESP.	91.4	2.2	1.6	21.5	15E	25B	19.5	17.2	26.8	5.7



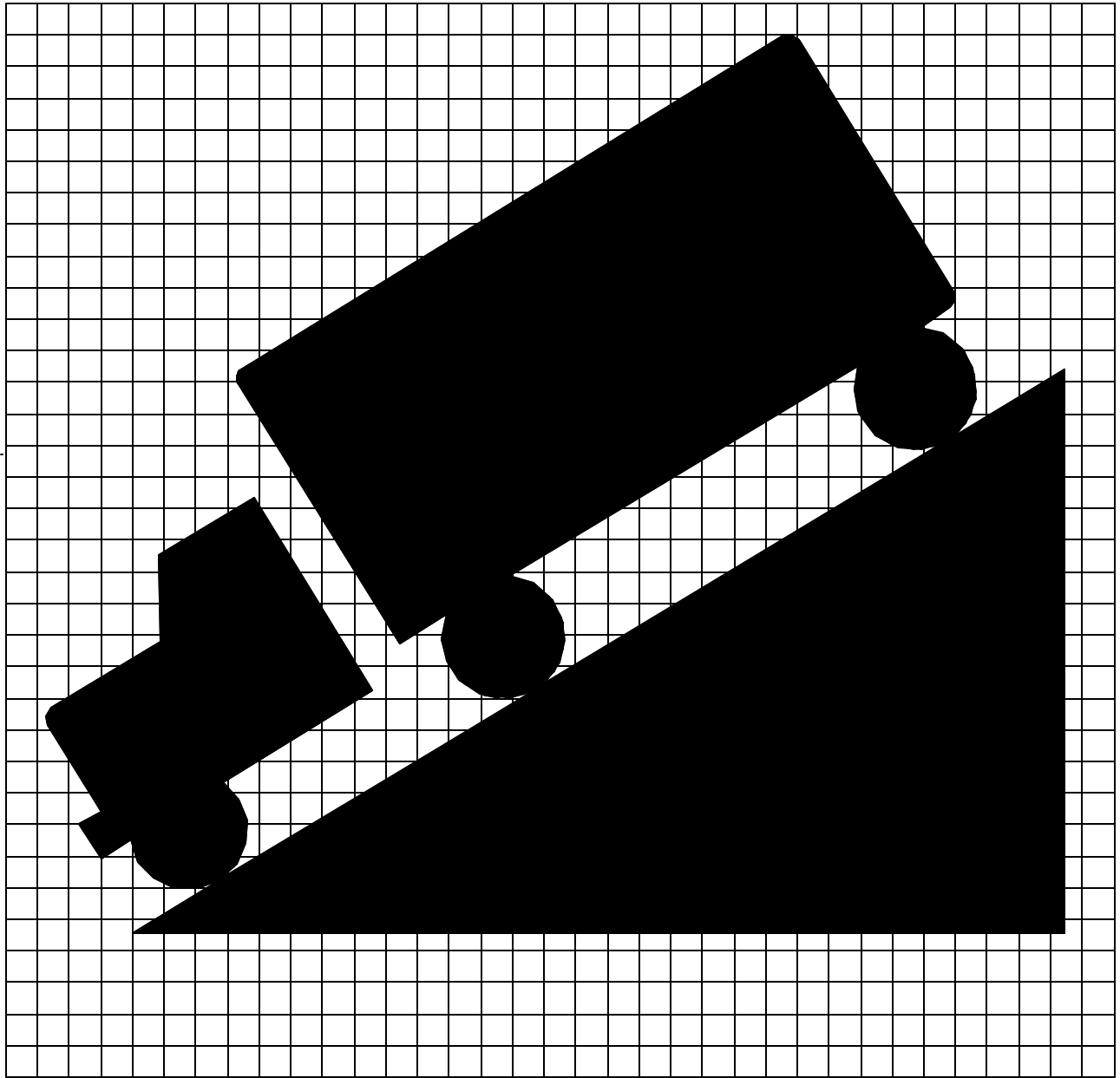
PP-5-12

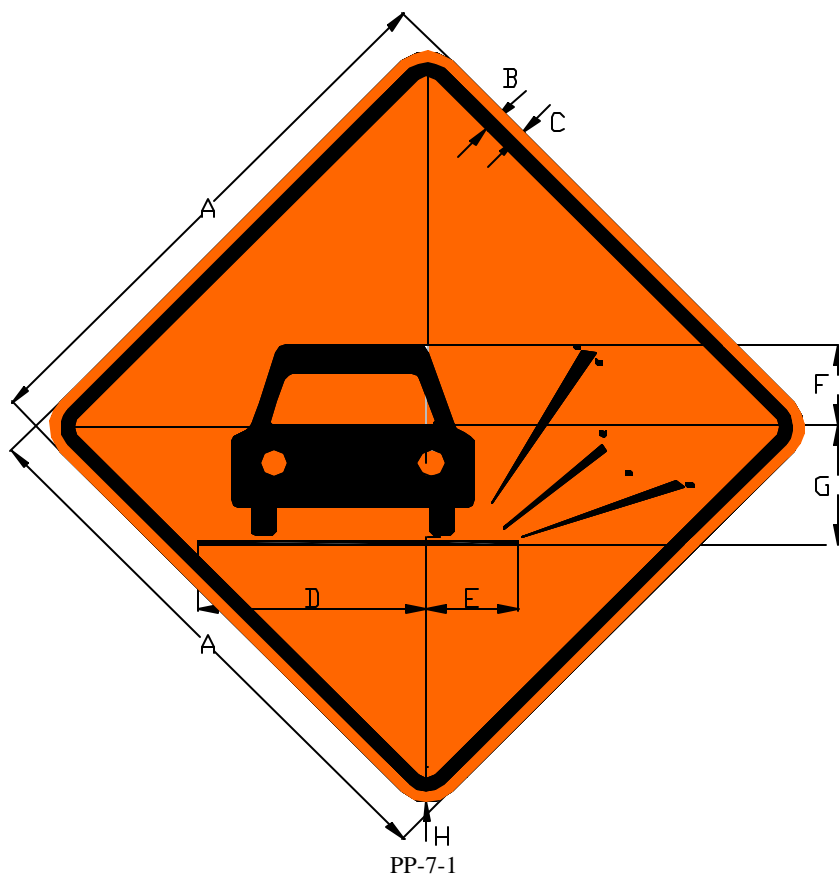
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	61	1.6	0.9	10C	3.8	3.8	16.8	22.4
EST.	76.2	2.0	1.1	12.5C	4.8	4.8	21.0	28.1
ESP.	91.4	2.4	1.4	15C	5.7	5.7	25.3	33.8

C.1106

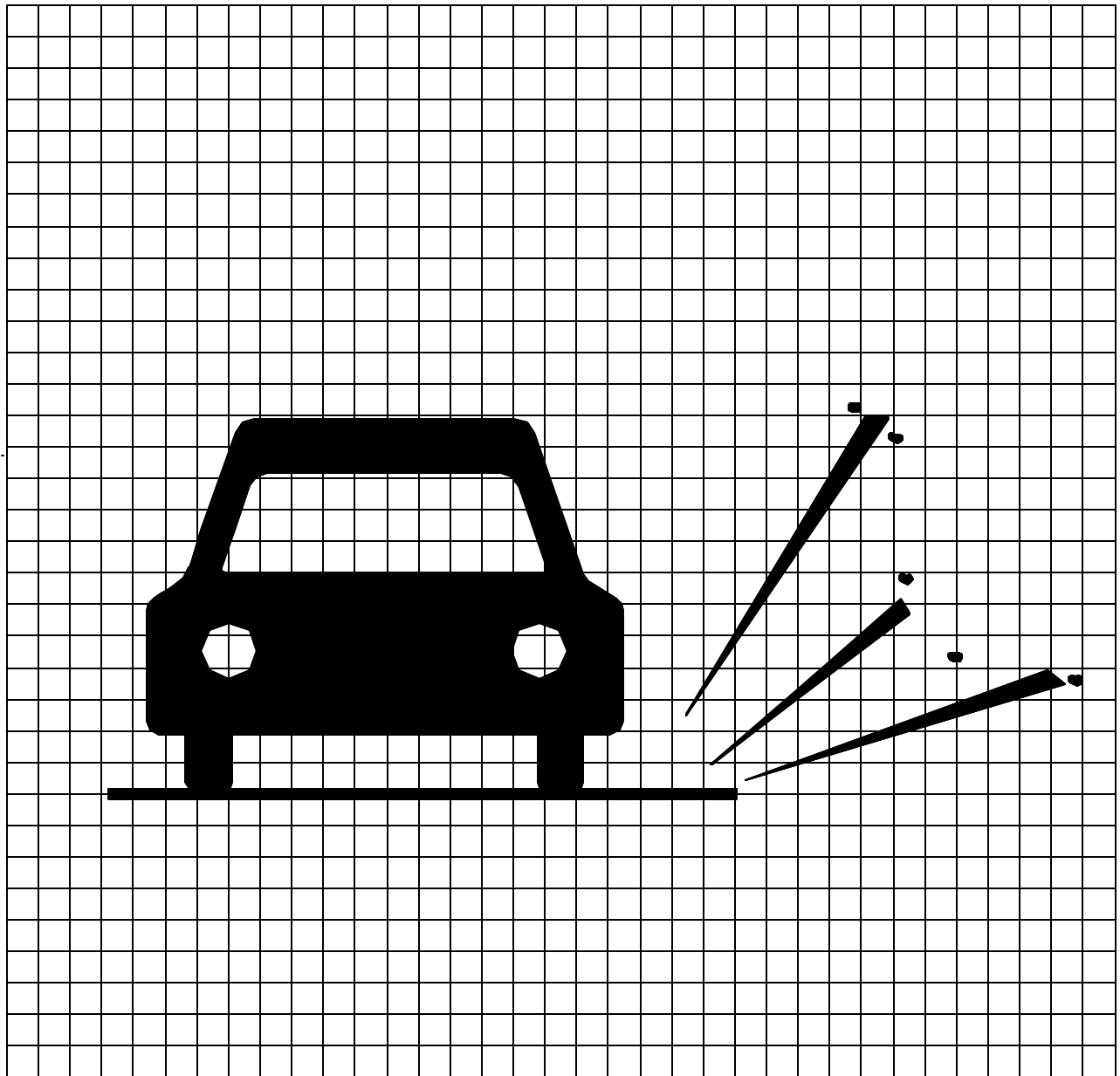


	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
BICI	61.0	1.0	1.6	26.7	15.2	21.4	21.6	3.8
MIN.	76.2	1.3	1.9	33.3	19.1	26.7	27.0	4.8
EST.	91.4	1.6	2.2	40.0	22.9	32.0	32.4	5.7

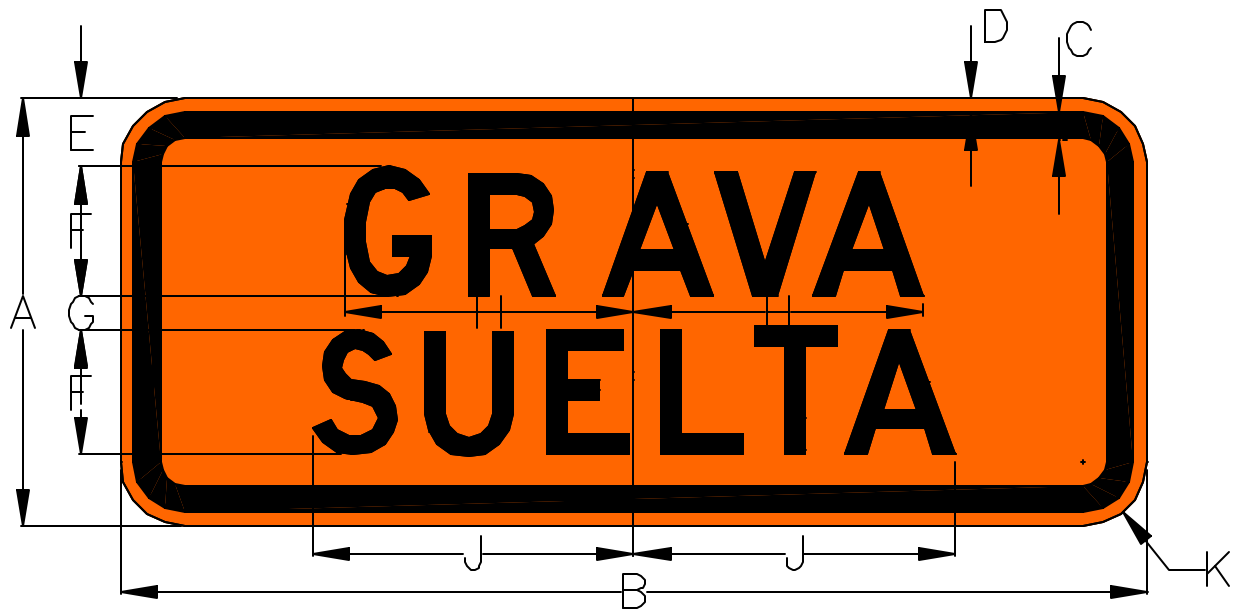




	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	61	1.6	1.0	25.3	10.0	8.9	13.2	3.8
EST.	76.2	1.9	1.3	31.6	12.5	11.1	16.5	4.7
ESP.	91	2.2	1.6	37.7	15.0	13.3	19.7	5.7



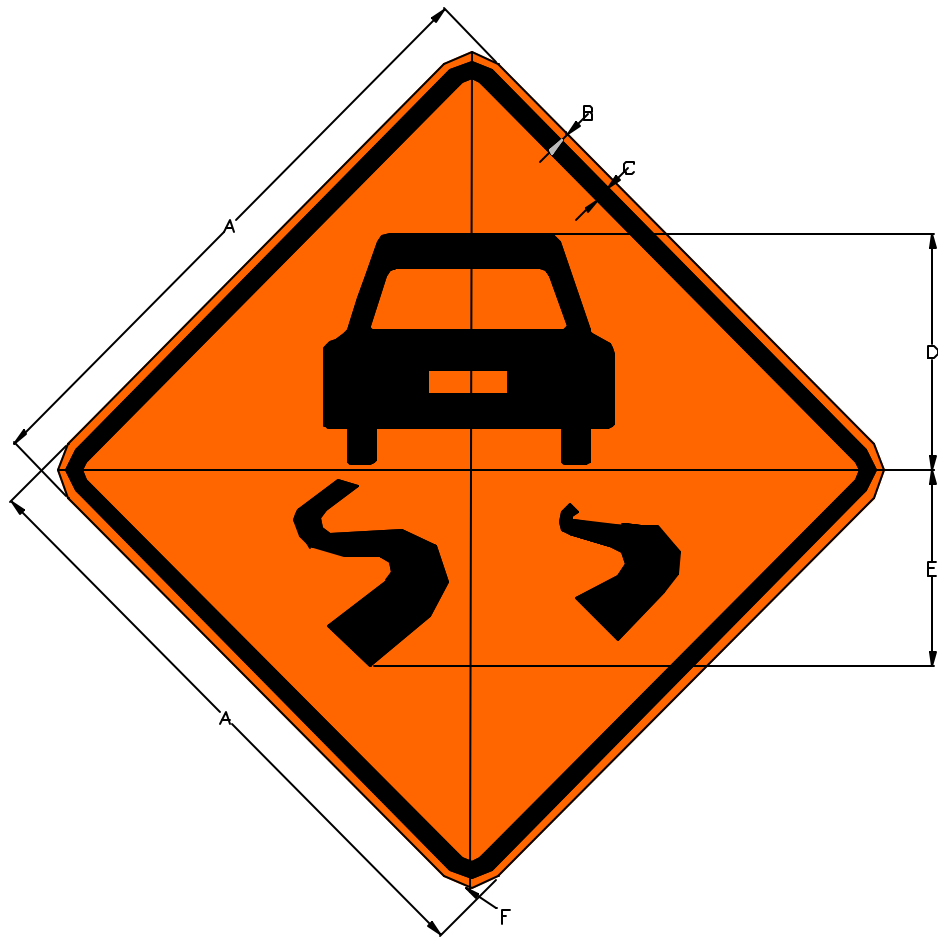
C.1110



PP-7-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	25.4	61.0	1.5	1.0	4.0	7.5D	2.4	17.4	19.3	3.8
EST.	31.7	76.2	1.9	1.3	4.5	10D	2.7	23.1	25.6	4.8
ESP.	38.1	91.4	2.3	1.5	5.0	12.5D	3.1	29.0	32.0	5.7

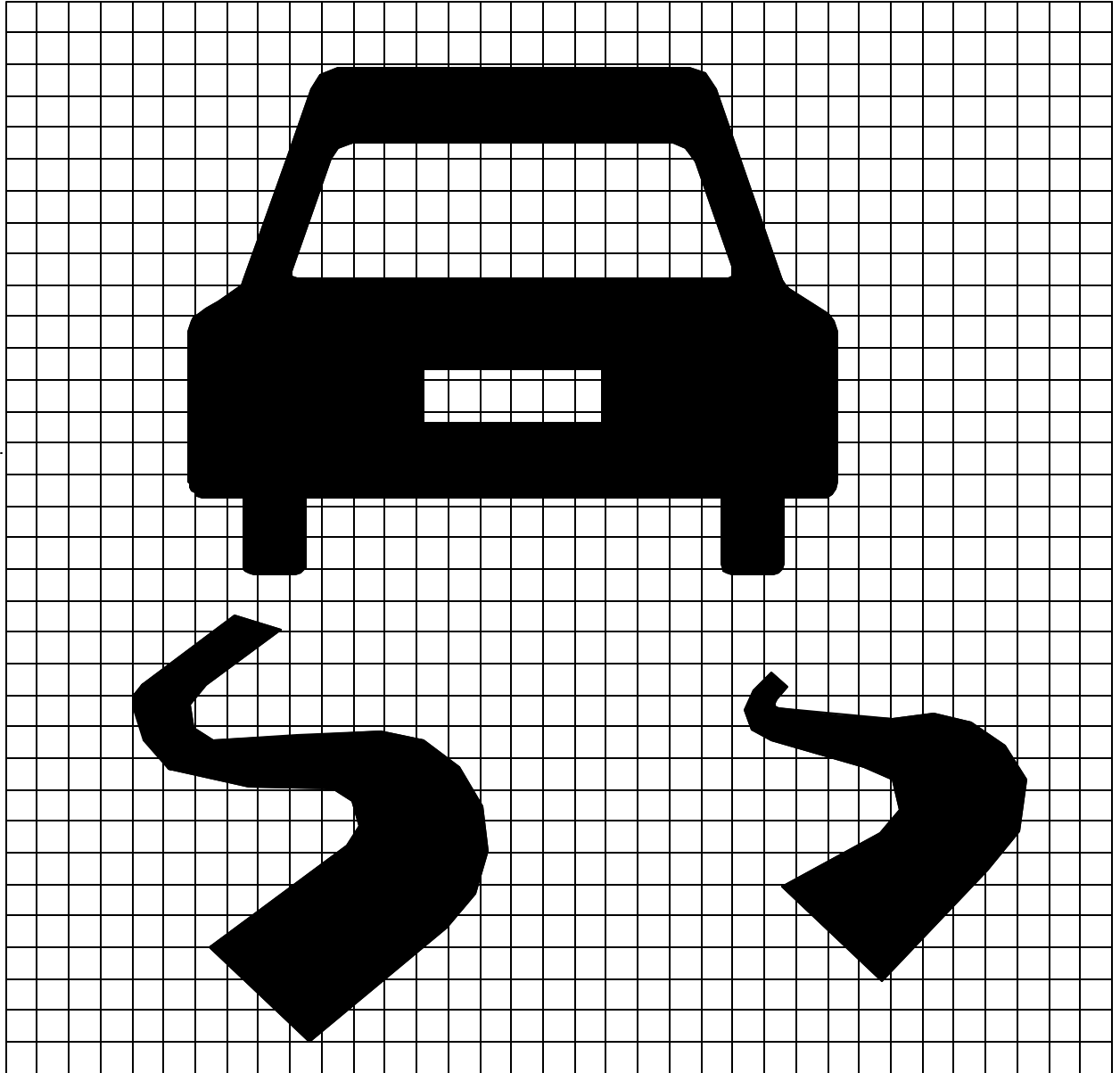
C.1111

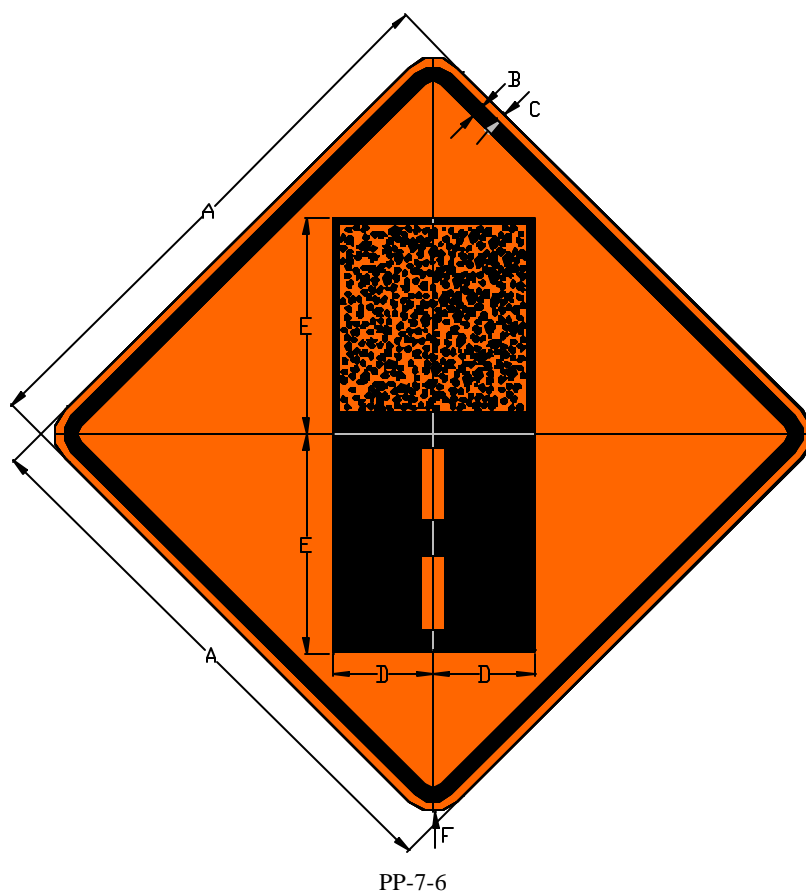


PP-7-3

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
BICI	61.0	1.0	1.6	23.6	19.6	3.8
MIN.	76.2	1.3	1.9	29.4	24.4	4.7
EST.	91.4	1.4	2.4	35.3	29.3	5.7

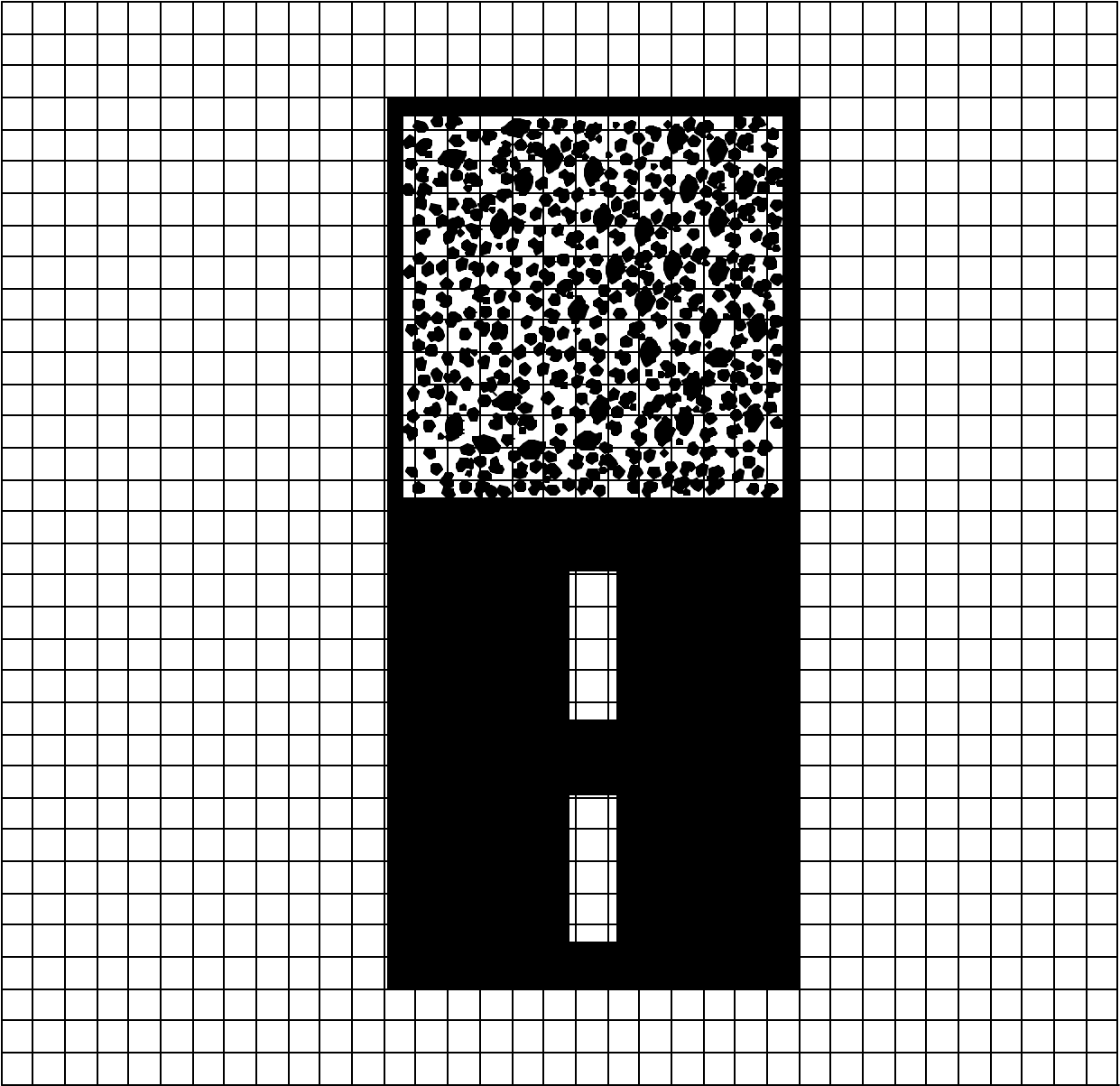






PP-7-6

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
BICI	76.2	1.9	1.3	13.8	29.8	4.8
MIN.	91.4	2.2	1.6	16.5	35.6	5.7





PP-7-7

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	25.4	61.0	1.5	1.0	4.0	7.5C	2.4	15.1	20.5	3.8
EST.	31.7	76.2	1.9	1.3	4.5	10C	2.7	20.1	27.1	4.8
ESP.	38.1	91.4	2.3	1.5	5.0	12.5C	3.1	25.1	33.9	5.7

C.1116



	DIMENSIONES (CENTIMETROS)								
	A	B	C	D	E	G	H	J	K
MIN.	61.0	1.0	1.6	5 B	3.8	10.3	7.8	7.6	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	7.5 B	4.8	15.2	11.2	11.2	4.8
ESP.	91.4	1.6	2.2	10 B	5.7	20.4	14.6	14.7	5.7

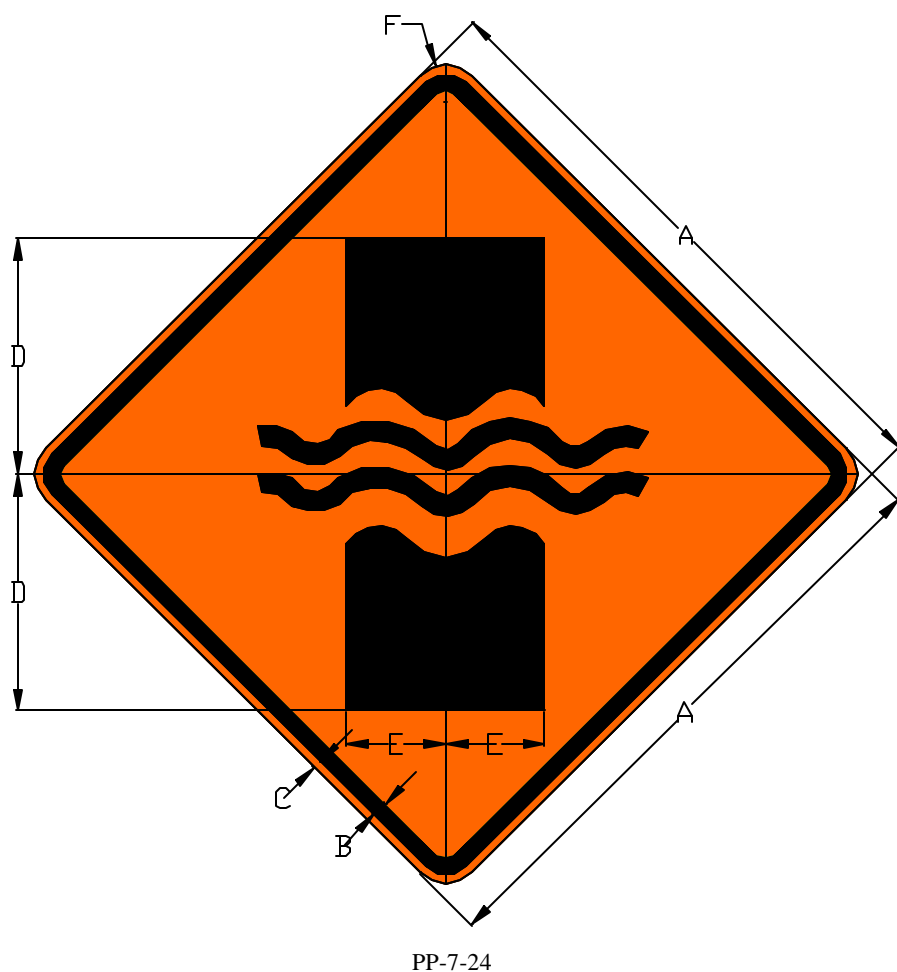


PP-7-13

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	J
MIN.	61	1.0	1.6	5 C	3.1	3.1	8.7	12.9	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	7.5 C	3.9	3.9	13.0	19	4.8
ESP.	91.4	1.6	2.2	10 C	4.7	4.7	17.1	25.2	5.7



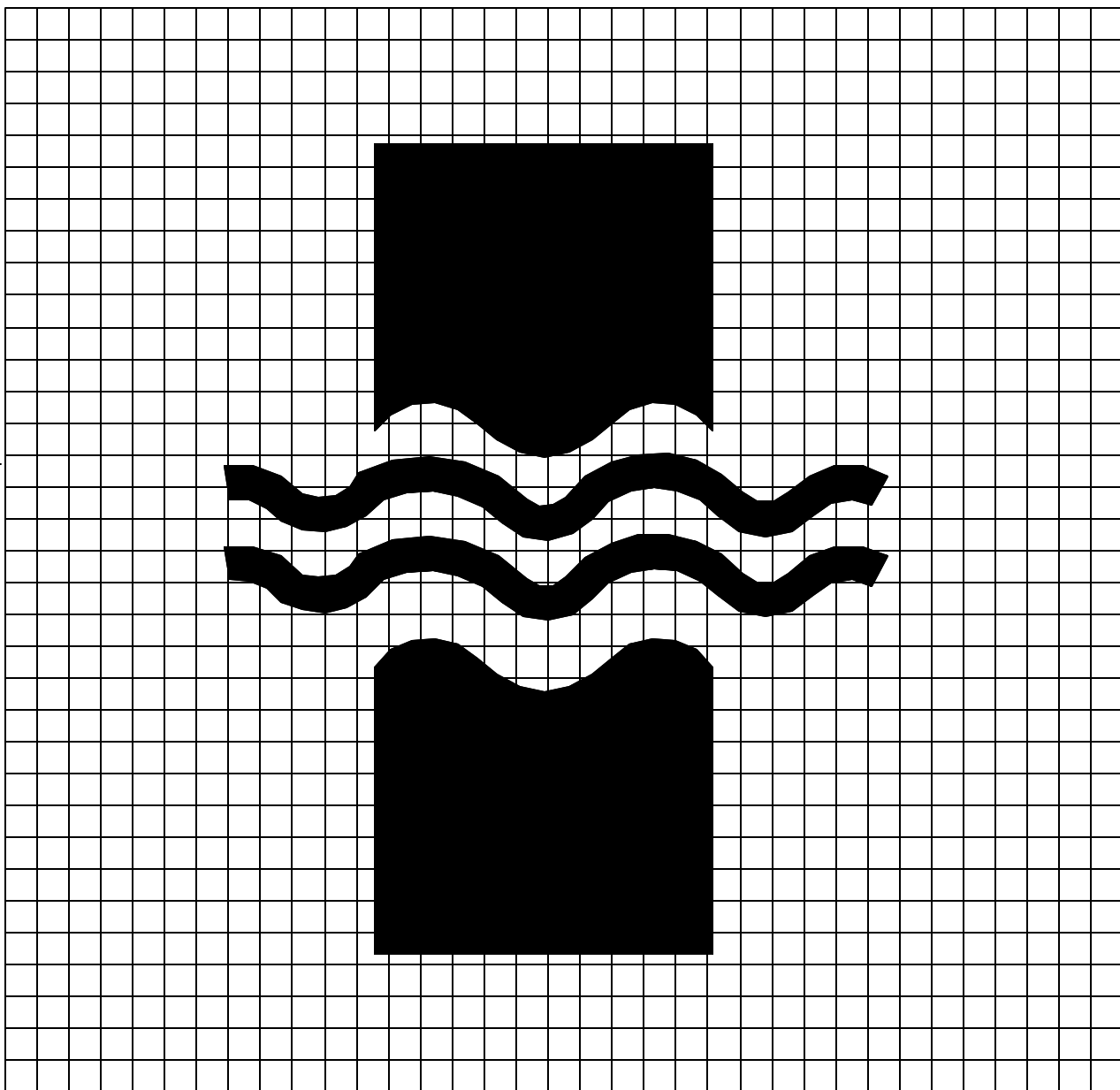
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	J
MIN.	61.0	1.0	1.6	10B	4.0	9.9	26.0	20.2	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	12.5B	5.0	12.4	32.6	25.3	4.8
ESP.	91.4	1.6	2.2	15B	6.0	14.9	39.2	30.5	5.7



PP-7-24

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	61.0	1.6	1.0	24.0	10.0	3.8
EST.	76.2	1.9	1.3	30.0	12.5	4.8
ESP.	91.4	2.2	1.6	36.0	15.0	5.7

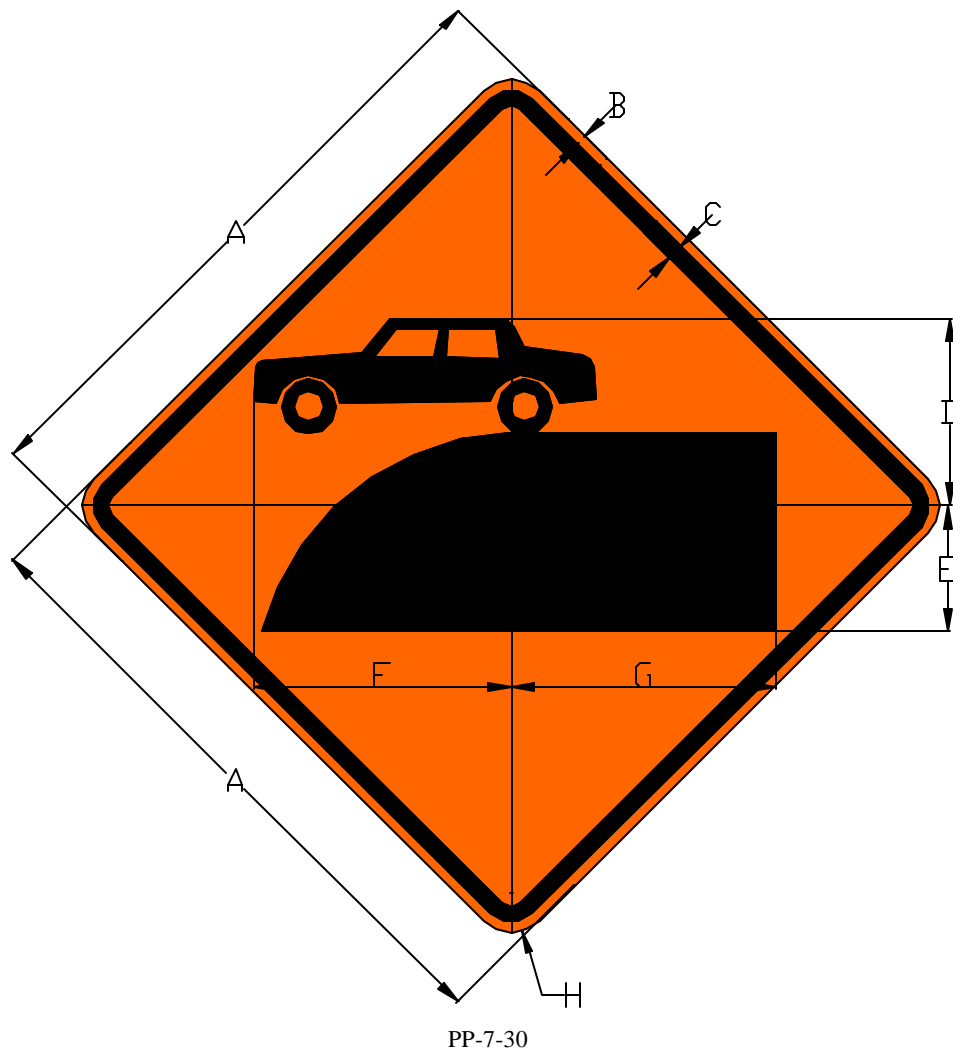




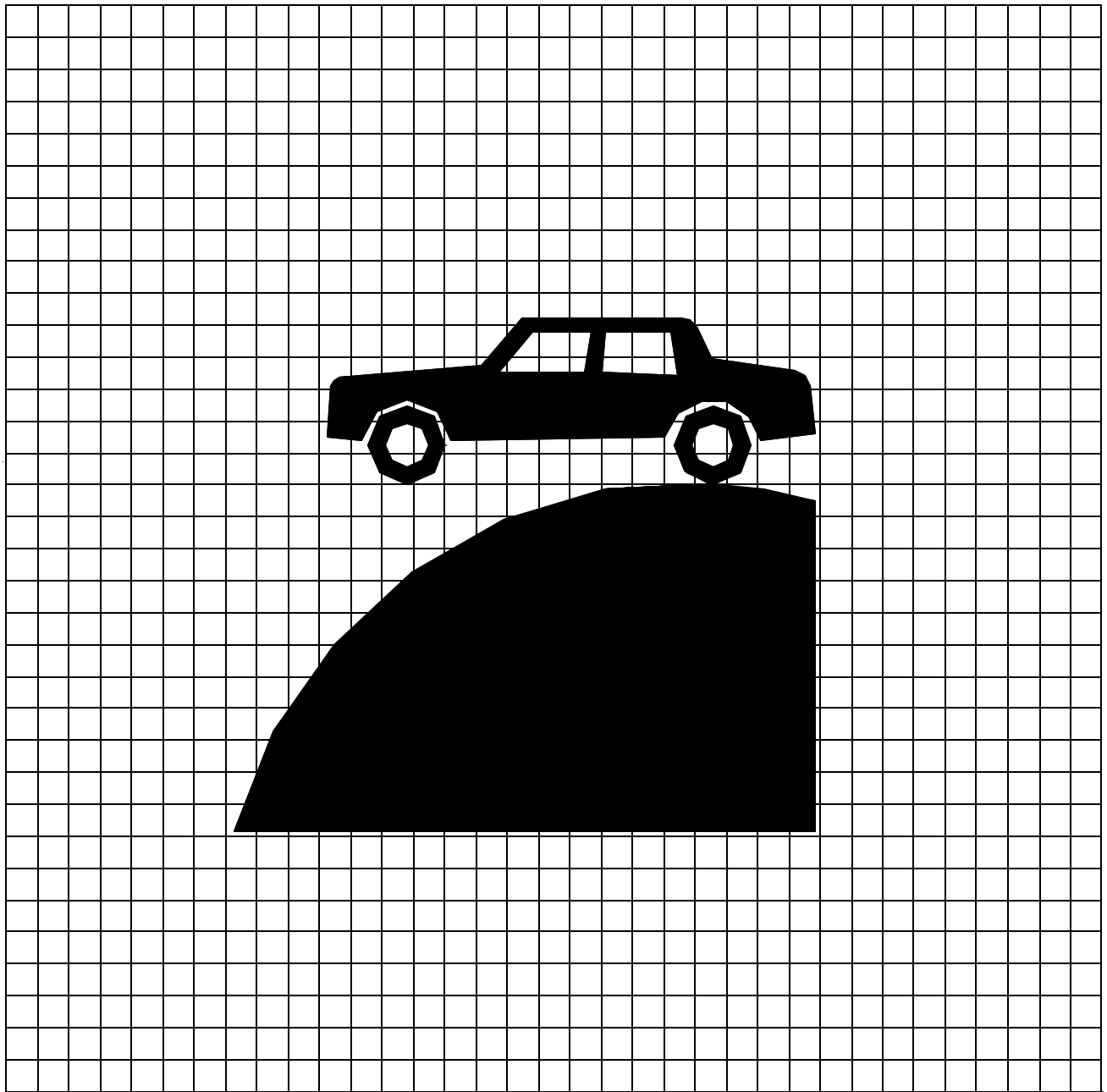


PP-7-25

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	25.4	61.0	1.5	1.0	4.0	7.5D	2.4	13.7	26.5	3.8
EST.	31.7	76.2	1.9	1.3	4.5	10D	2.7	18.1	35.1	4.8
ESP.	38.1	91.4	2.3	1.5	5.0	12.5D	3.1	22.6	44.0	5.7



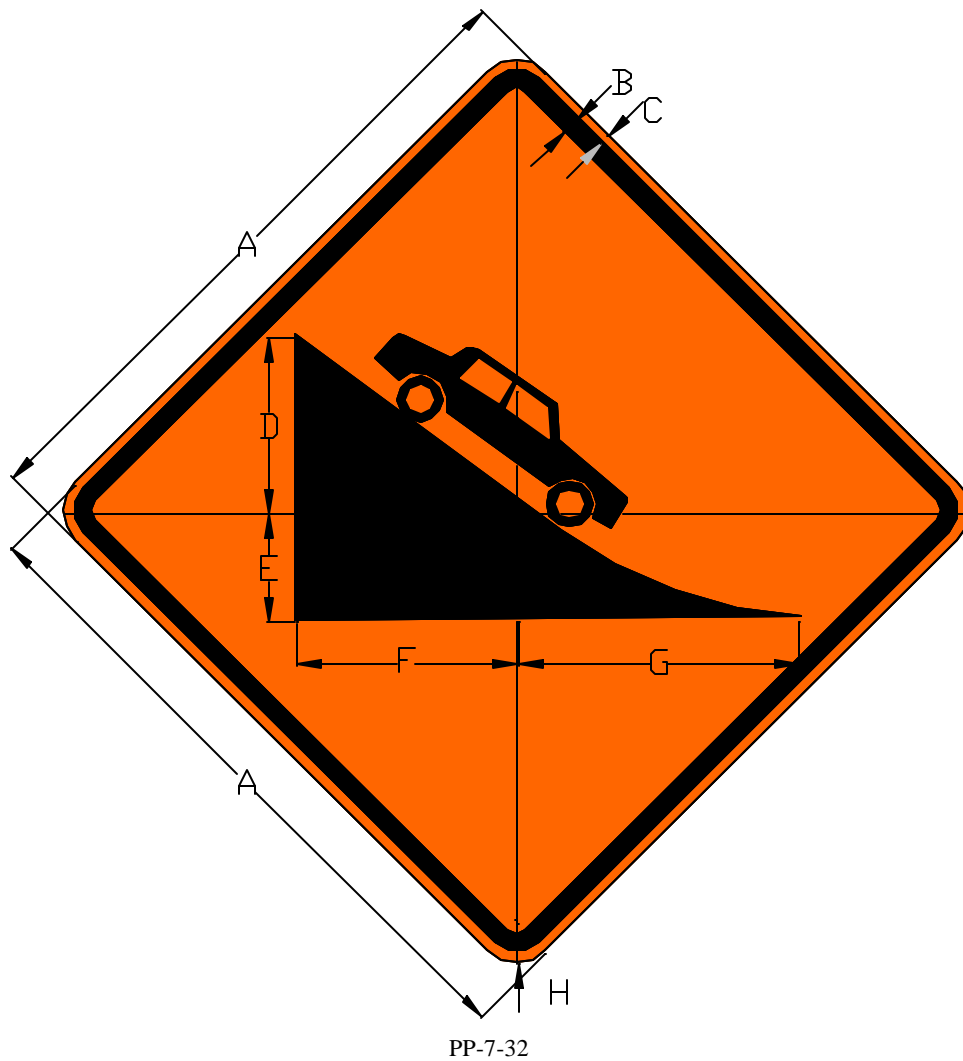
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	61.0	1.0	1.6	18.2	12.2	25.0	25.6	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	22.7	15.2	31.2	32.0	4.8
ESP.	91.4	1.6	2.2	27.3	18.3	37.4	38.4	5.7





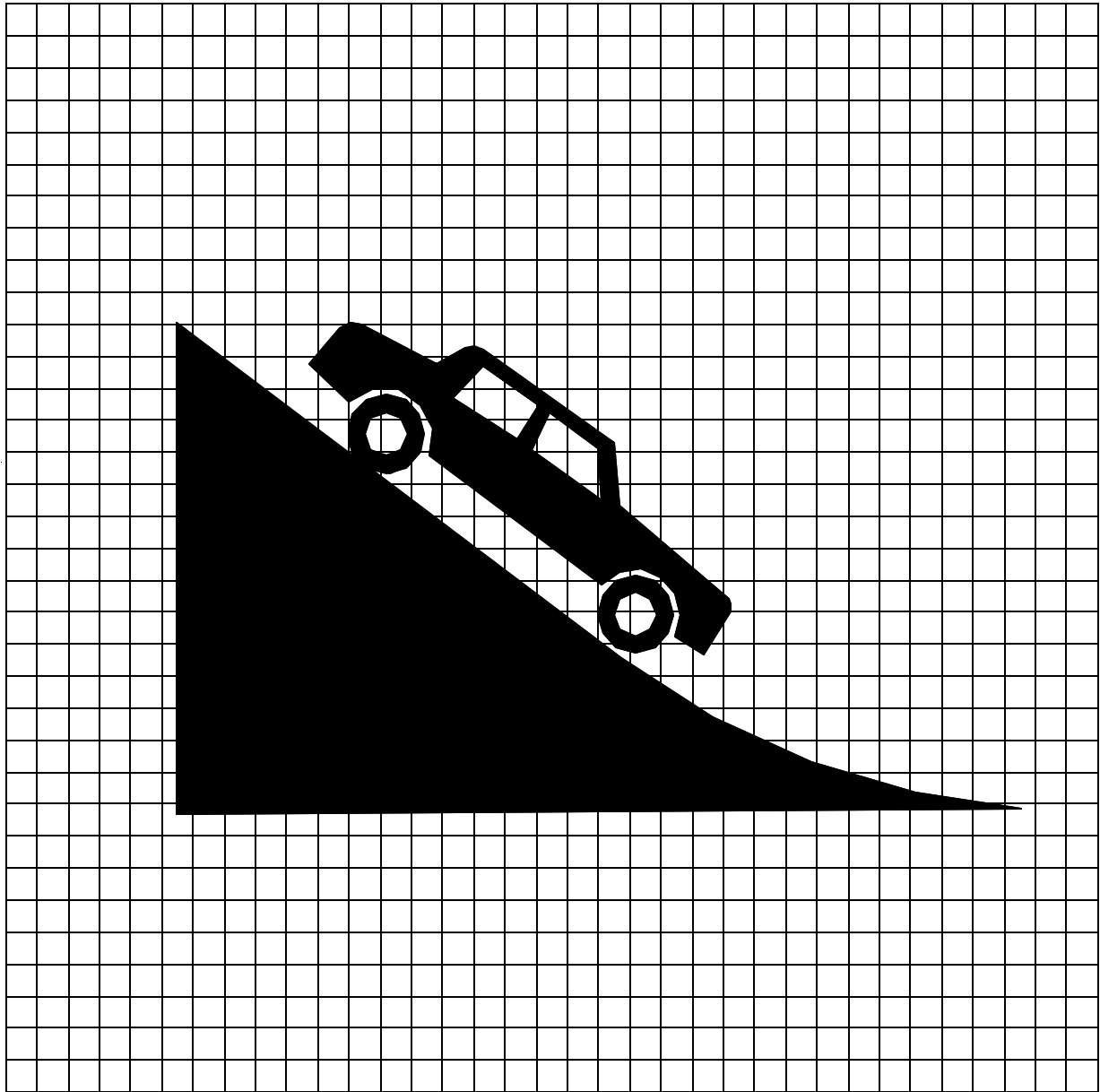
PP-7-31

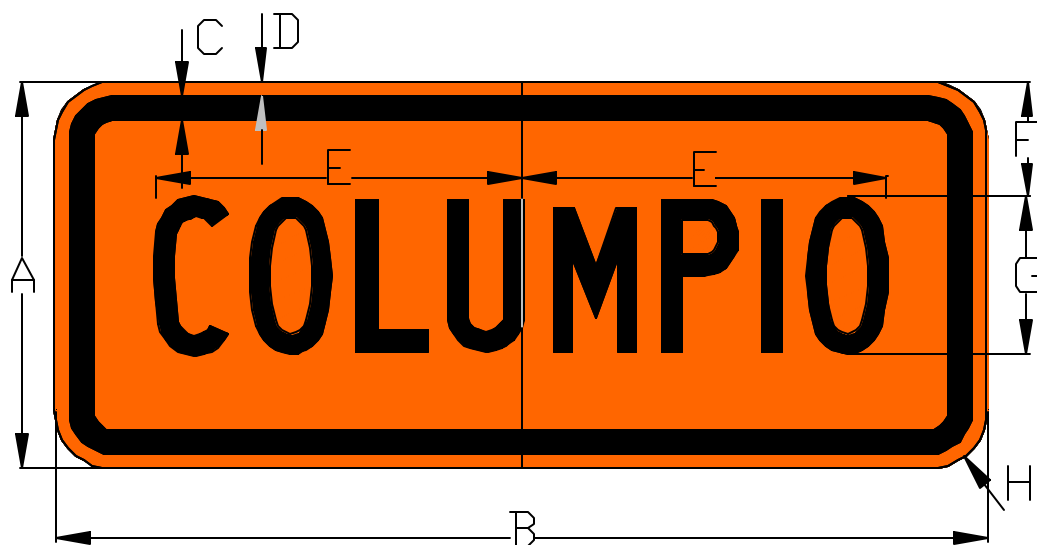
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	25.4	61	1.6	1.0	26	7.8	10 D	3.8
EST.	31.7	76.2	1.9	1.3	32.5	9.7	12.5 D	4.8
ESP.	38.1	91.4	2.2	1.6	38.9	11.7	15 D	5.7



PP-7-32

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	61.0	1.6	1.0	16.3	10.1	20.0	26.0	3.8
EST.	76.2	1.9	1.3	20.4	12.5	25.0	32.5	4.8
ESP.	91.4	2.2	1.6	24.3	14.9	29.9	38.8	5.7

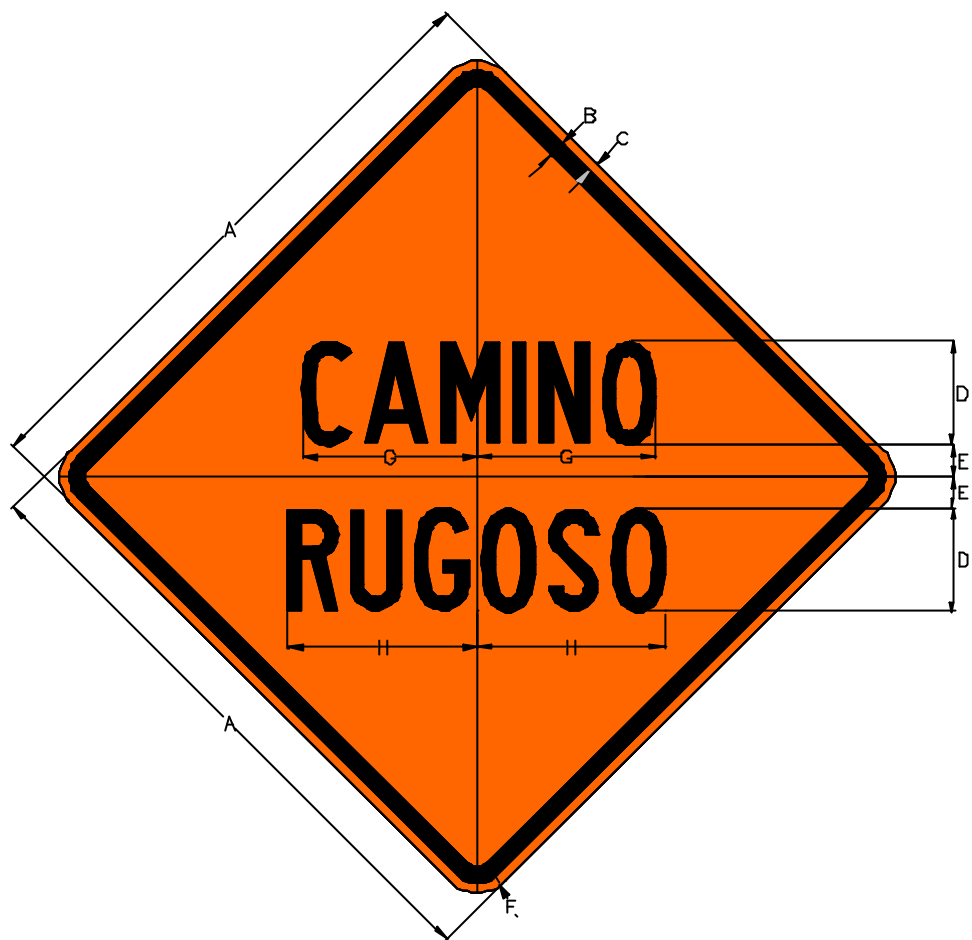




PP-7-33

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	25.4	61	1.6	1.0	24.0	7.6	10 C	3.8
EST.	31.7	76.2	1.9	1.3	30.0	9.5	12.5 C	4.8
ESP.	38.1	91.4	2.2	1.6	36.0	11.4	15 C	5.7





PP-7-36

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	61.0	1.6	1.0	10C	3.3	3.8	17.9	18.9
EST.	76.2	1.9	1.3	12.5C	4.1	4.8	22.4	23.6
ESP.	91.4	2.2	1.6	15C	5.0	5.7	26.9	28.4



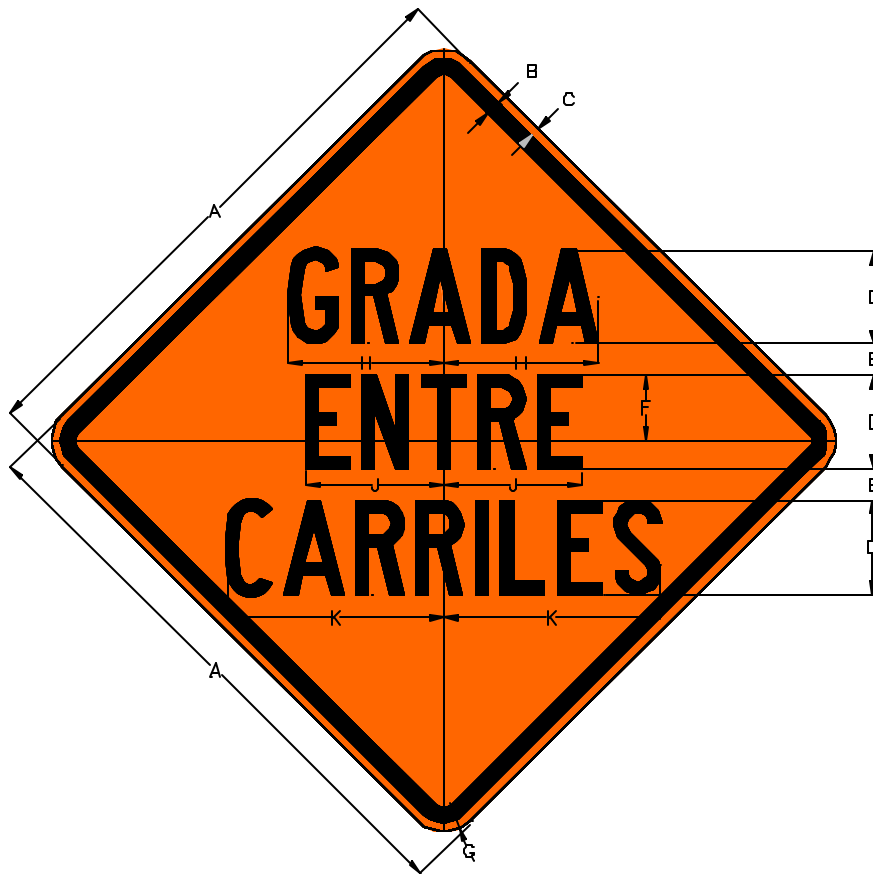
PP-7-37

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	61.0	1.6	1.0	10C	3.3	3.8	25.2	12.3
EST.	76.2	1.9	1.3	12.5C	4.1	4.8	31.5	15.3
ESP.	91.4	2.2	1.6	15C	5.0	5.7	38.0	18.6



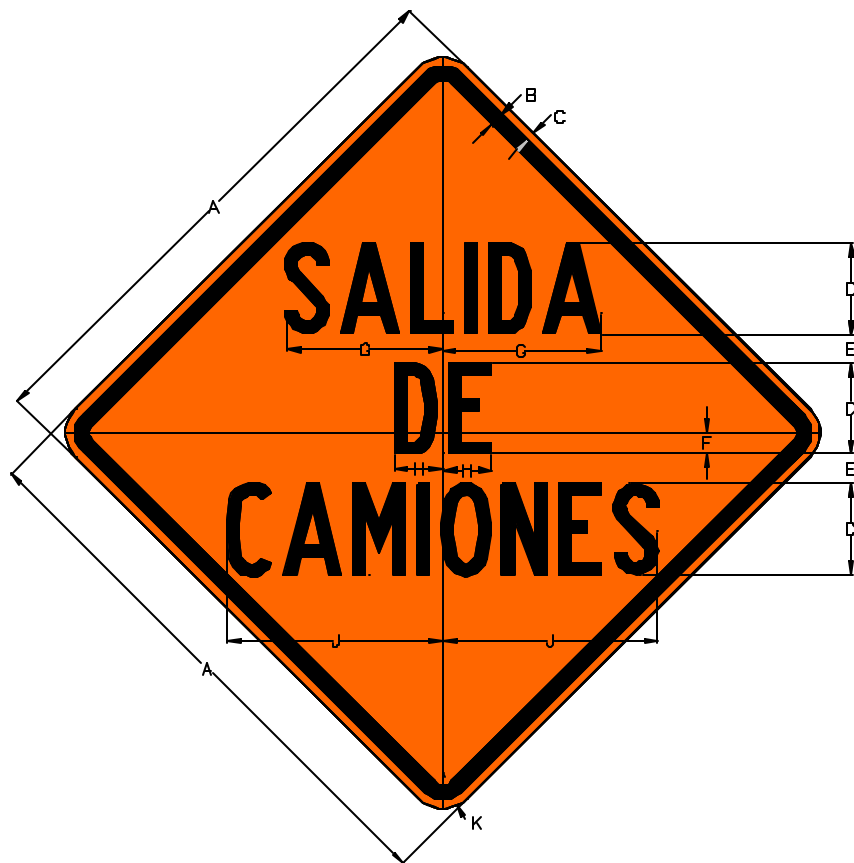
PP-7-.38

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	61.0	1.6	0.9	10C	3.3	3.8	25.2	12.6
EST.	76.2	1.9	1.3	12.5C	4.1	4.8	31.5	15.7
ESP.	91.4	2.2	1.6	15C	5.0	5.7	38.0	19.0



PP-7-39

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	61	1.6	0.9	10C	3.3	7.0	3.8	16.6	14.8	23.3
EST.	76.2	2.0	1.1	12.5C	4.1	8.8	4.8	20.8	18.6	29.2
ESP.	91.4	2.4	1.4	15C	5.0	10.5	5.7	25.0	22.4	35.2



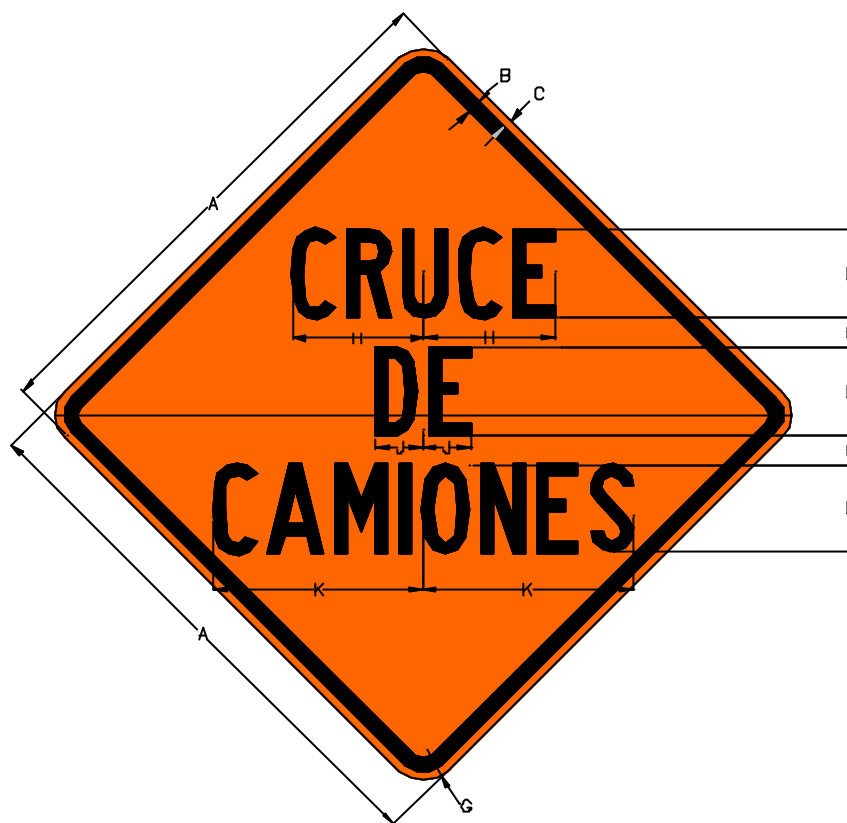
PP-10-6

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
BICI	61.0	1.6	1.0	10C	3.3	2.3	17.7	5.7	24.2	3.8
MIN.	76.2	1.9	1.3	12.5C	4.2	2.8	22.2	7.1	30.3	4.8
EST.	91.4	2.2	1.6	15C	5.0	3.4	26.8	8.5	36.4	5.7



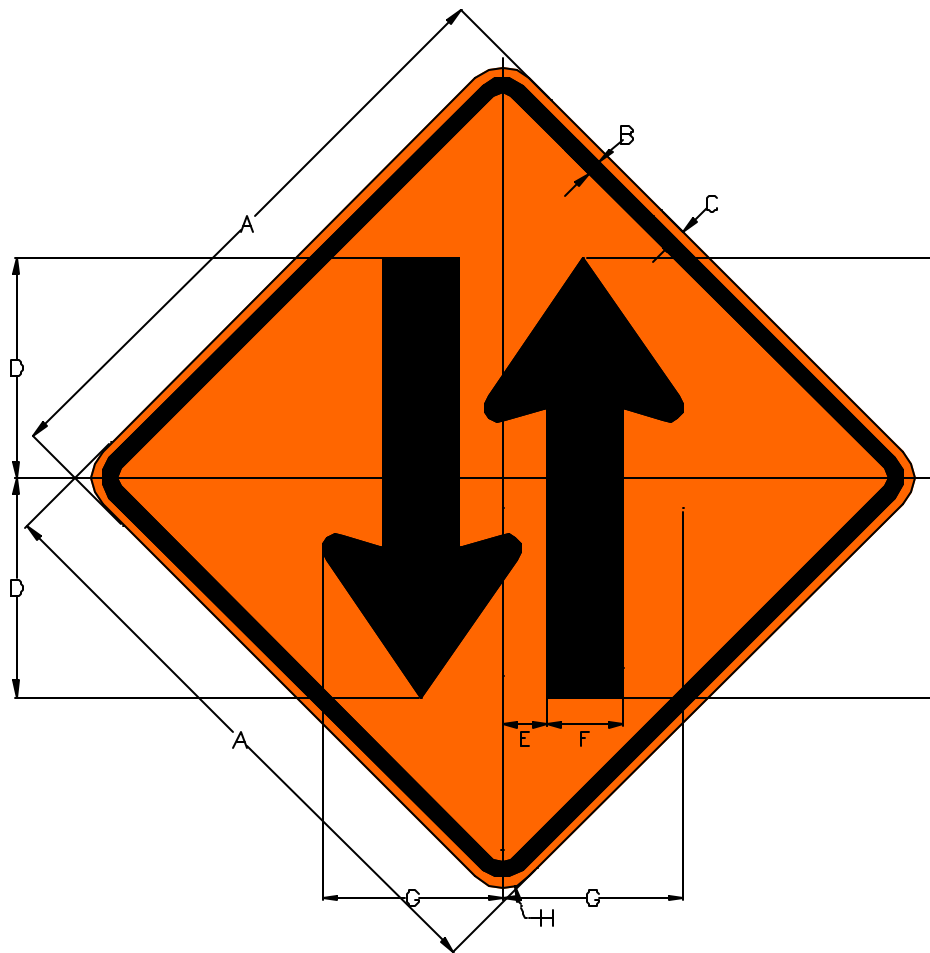
PP-10-10

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	61	1.0	1.6	5B	10B	4.0	12.5	26.2	20.2	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	7.5B	12.5B	5.0	18.5	32.9	25.3	4.7
ESP.	91.4	1.6	2.2	10B	15B	6.0	24.5	39.5	30.5	5.7



PP-10-11

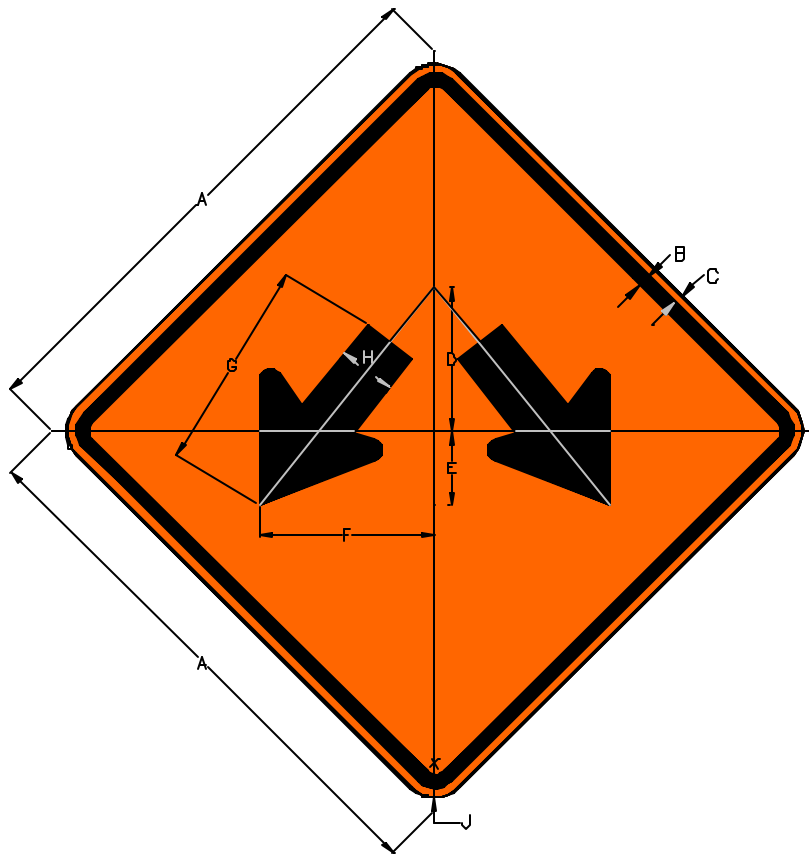
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	61	1.6	0.9	10C	3.3	3.3	3.8	15.3	5.7	24.2
EST.	76.2	2.0	1.1	12.5C	4.1	4.1	4.8	19.2	7.1	30.3
ESP.	91.4	2.4	1.4	15C	5.0	5.0	5.7	23.0	8.5	36.4



PP-11-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
BICI	61.0	1.0	1.6	22.2	5.1	7.6	18.2	3.8
MIN.	76.2	1.3	1.9	27.8	6.2	9.5	22.8	4.8
EST.	91.4	1.6	2.2	33.4	7.5	11.4	27.3	5.7





PP-11-3

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	J
MIN.	61.0	1.6	1.0	16.3	8.6	19.9	24.0	3.8
EST.	76.2	1.9	1.3	20.3	10.7	24.8	29.9	4.8
ESP.	91.4	2.2	1.6	24.3	12.8	29.7	35.8	5.7



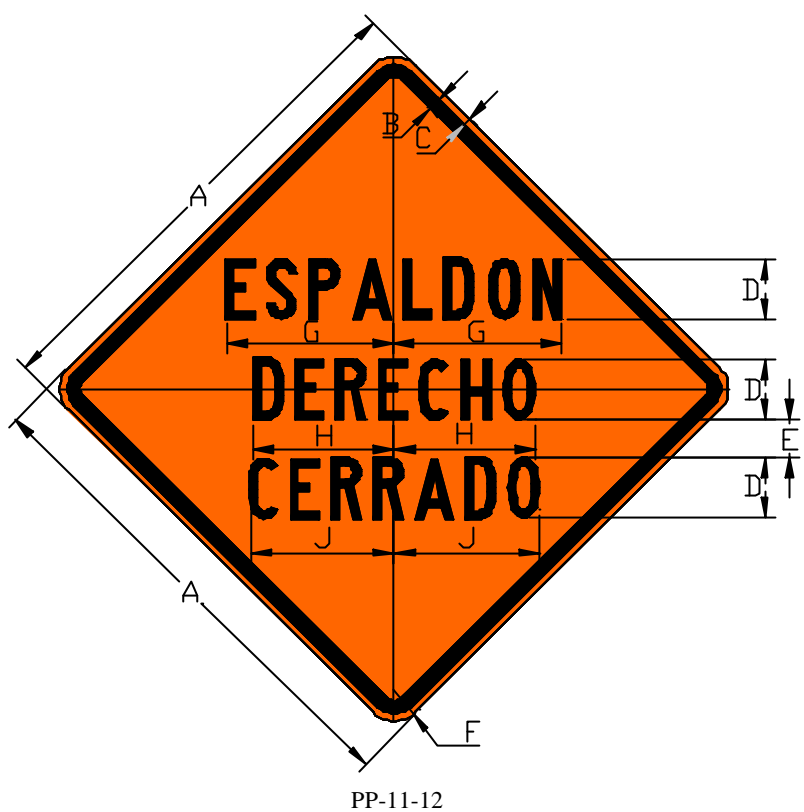
PP-11-5

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
MIN.	61.0	1.0	1.6	5 B	3.1	3.3	9.1	9.3	10.4	4.9	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	7.5 B	3.8	4.9	13.3	13.7	15.2	6.2	4.8
ESP.	91.4	1.6	2.2	10 B	4.6	6.5	17.7	18.2	20.2	7.4	5.7



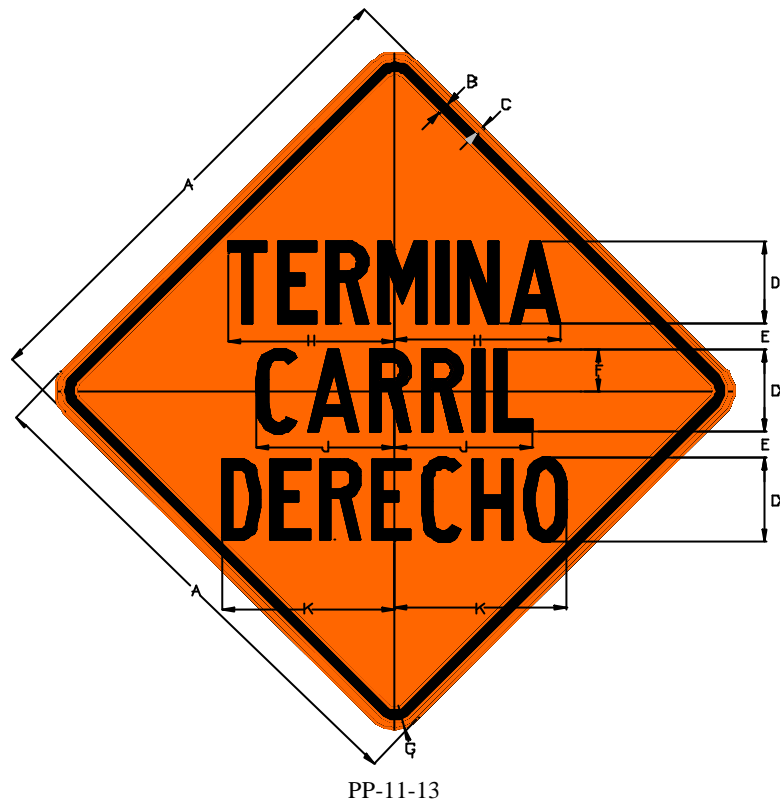
PP-11-6

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
MIN.	61.0	1.0	1.6	5 B	3.1	3.3	10.5	9.3	10.4	4.9	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	7.5 B	3.8	4.9	15.4	13.7	15.2	6.2	4.8
ESP.	91.4	1.6	2.2	10 B	4.6	6.5	20.4	18.2	20.2	7.4	5.7



PP-11-12

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	J
MIN.	61	1.6	0.9	7.5C	5	3.8	19	16.4	16.8
EST.	76.2	2.0	1.1	10C	6.3	4.8	25.2	21.7	22.2
ESP.	91.4	2.4	1.4	12.5C	7.5	5.7	31.5	27.2	27.8



	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	61	1.6	0.9	10C	3	5.0	3.8	20.8	17.2	21.7
EST.	76.2	2.0	1.1	12.5C	3.8	6.3	4.8	26.0	21.5	27.2
ESP.	91.4	2.4	1.4	15C	4.5	7.5	5.7	31.3	25.9	32.7

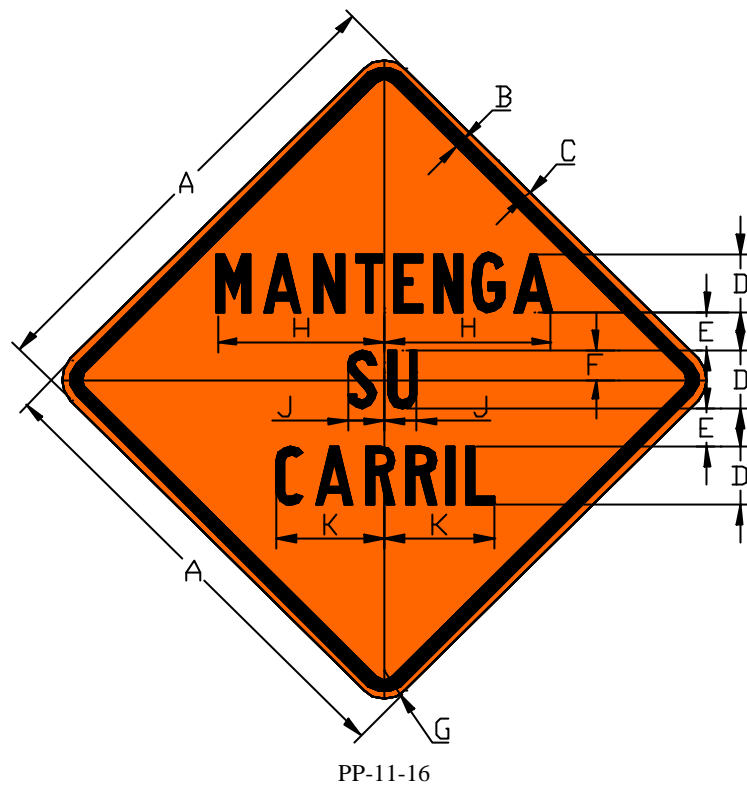


	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
MIN.	61	1.6	0.9	7.5C	3	5.9	3.8	13	16.3	16.8	19
EST.	76.2	2.0	1.1	10C	3.8	7.4	4.8	17.2	21.6	22.2	25.2
ESP.	91.4	2.4	1.4	12.5C	4.5	8.9	5.7	21.5	27.1	27.8	31.6



PP-11-15

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	61	1.6	0.9	10B	3.3	3.8	22.4	17.2
EST.	76.2	2.0	1.1	12.5B	4.1	4.8	28.0	21.6
ESP.	91.4	2.4	1.4	15B	5.0	5.7	33.9	25.9



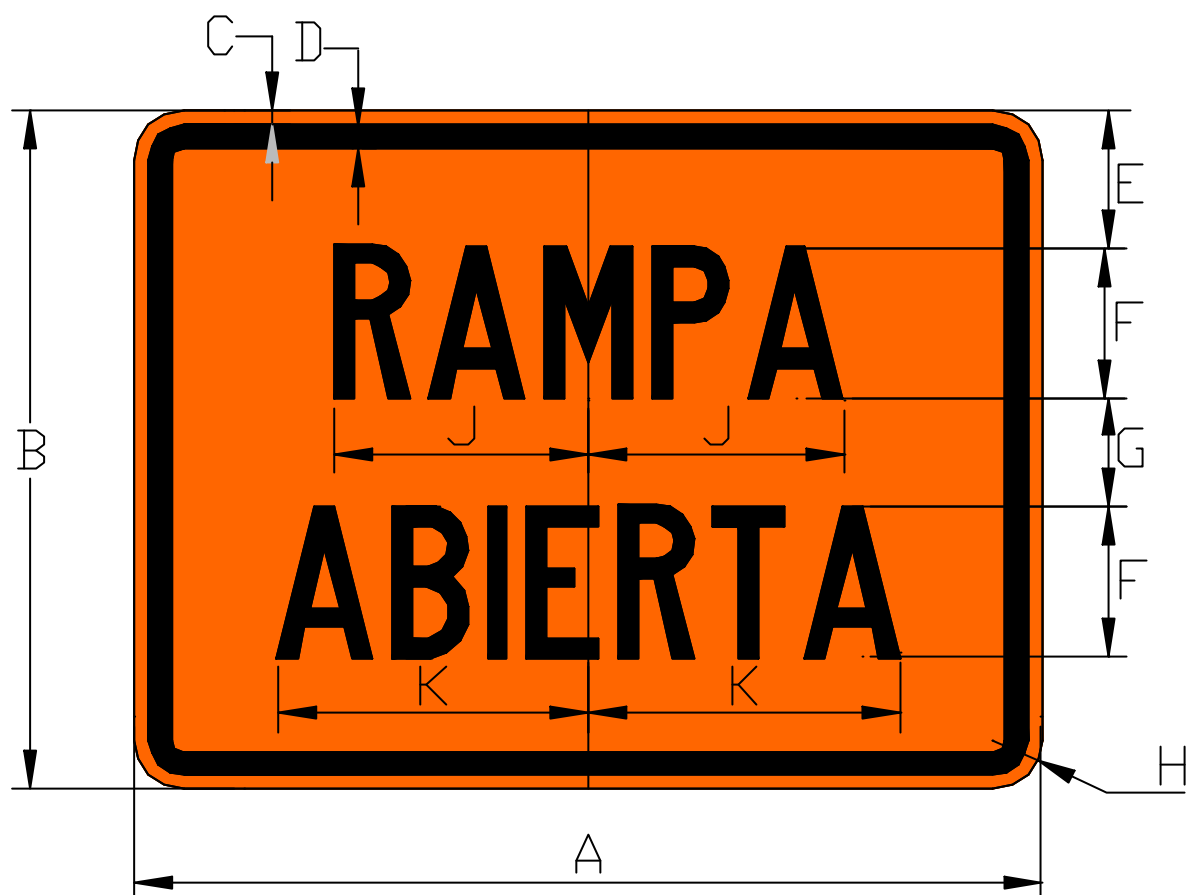
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	61.0	1.6	1.0	10B	2.5	3.6	3.8	21	4.7	13.8
EST.	76.2	1.9	1.3	12.5B	3.1	4.5	4.8	26.3	5.8	17.3
ESP.	91.4	2.2	1.6	15B	3.8	5.4	5.7	31.7	7.0	20.8





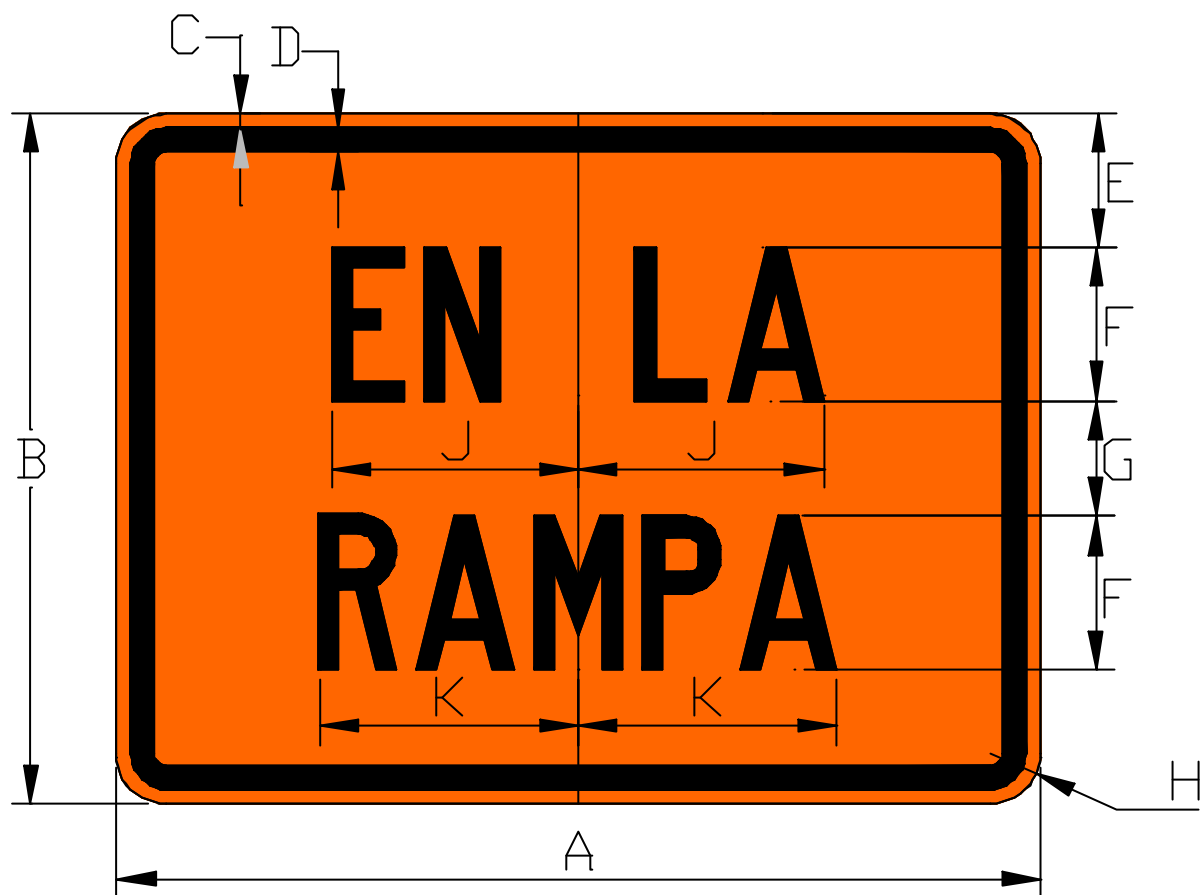
PP-11-17

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
MIN.	45.7	61	0.9	1.6	11.6	5B	6.3	7.5C	3.8	17.7	19.0
EST.	61.0	76.2	1.2	2.1	15.5	7.5B	8.4	10C	5.067	25.9	25.2
ESP.	76.2	91.4	1.5	2.7	19.3	10B	10.5	12.5C	6.333	34.4	31.6



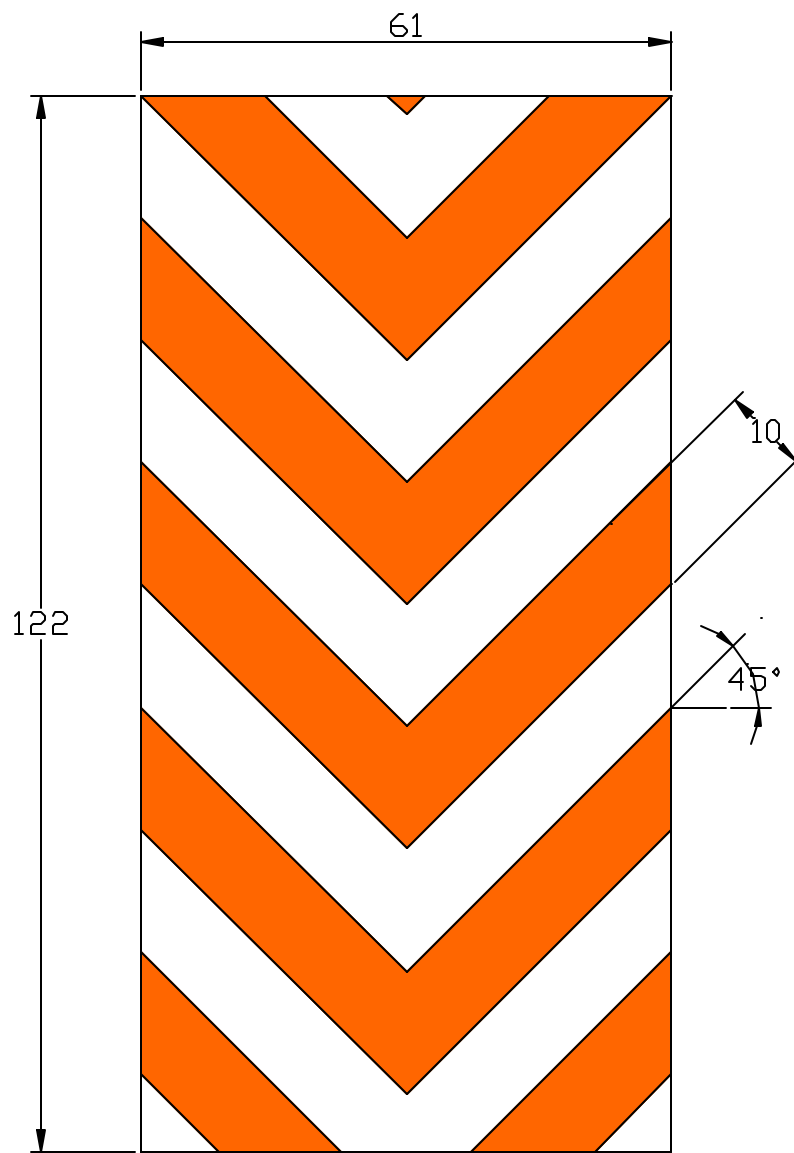
PP-11-18

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	61	45.7	0.9	1.6	9.2	10C	7.2	3.8	16.5	20.4
EST.	76.2	61.0	1.2	2.1	12.3	12.5C	9.6	5.1	20.7	25.6
ESP.	91.4	76.2	1.5	2.7	15.3	15C	12.0	6.3	24.9	30.8



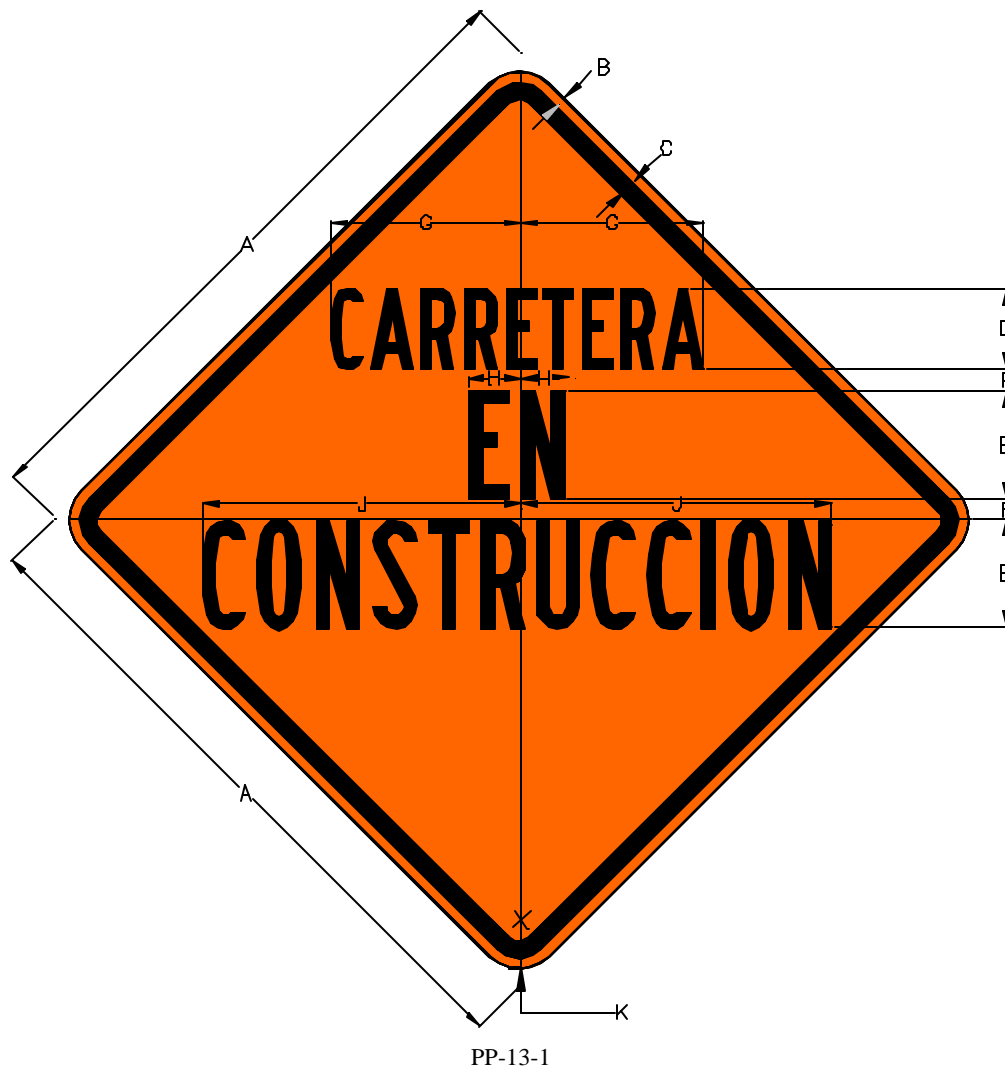
PP-11-19

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	61	45.7	0.9	1.6	8.7	10C	7.5	3.8	13.7	16.5
EST.	76.2	61.0	1.2	2.1	11.6	12.5C	10.0	5.1	17.2	20.7
ESP.	91.4	76.2	1.5	2.7	14.5	15C	12.5	6.3	20.7	24.9



PP-12-3

C.1148



	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	61	1.0	1.6	5B	10B	2.0	11.7	4.4	29.3	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	7.5B	12.5B	2.5	17.1	5.5	36.7	4.7
ESP.	91.4	1.6	2.2	10B	15B	3.0	22.8	6.7	44.3	5.7



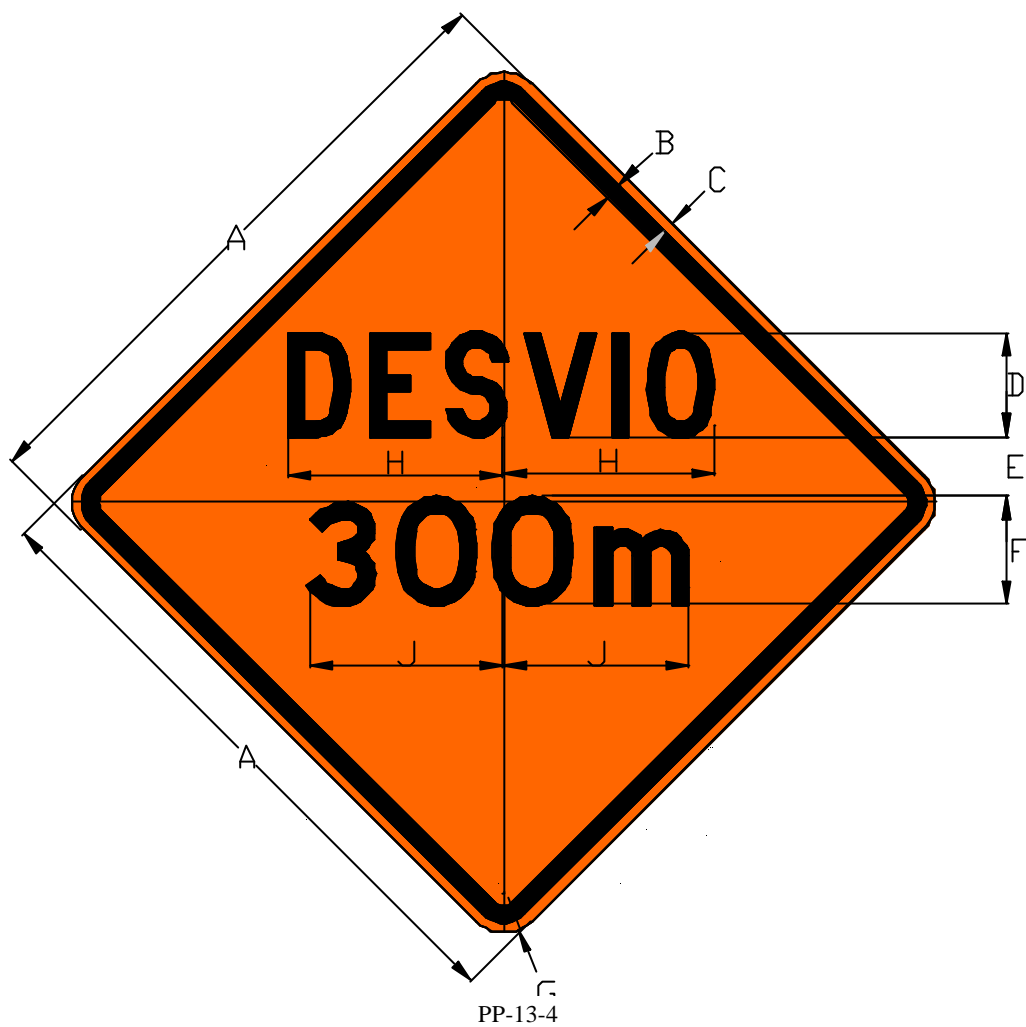
PP-13-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
MIN.	61	1.0	1.6	10B	5B	3.0	22.8	18.2	20.2	3.8	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	12.5B	7.5B	3.8	28.5	26.8	25.3	4.7	4.7
ESP.	91.4	1.6	2.2	15B	10B	4.5	34.3	35.6	30.5	5.7	5.7



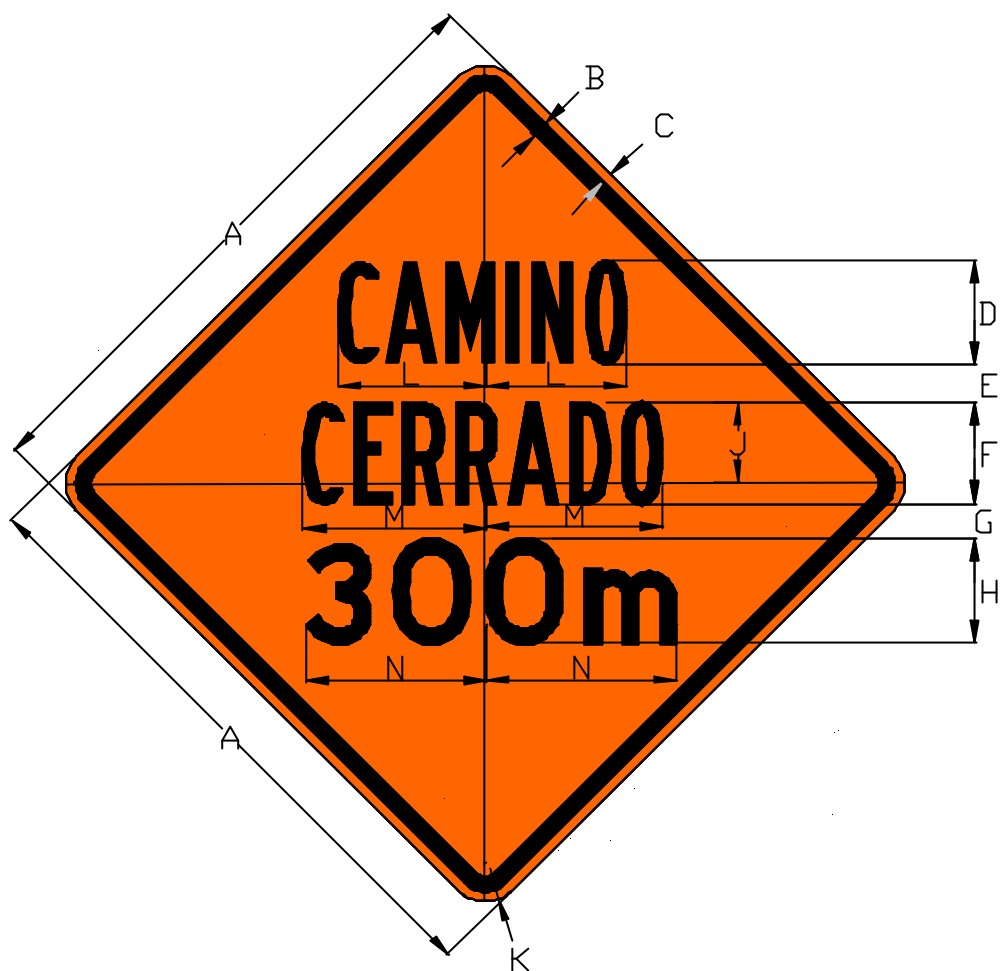
PP-13-3

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
MIN.	61.0	1.6	1.0	10B	3.0	7.5B	10D	3.8	22.8	26.8	18.6	2.4
EST.	76.2	1.9	1.3	12.5B	3.8	10B	12.5D	4.8	28.5	35.6	23.4	3.0
ESP.	91.4	2.2	1.6	15B	4.5	12.5B	15D	5.7	34.3	44.5	28	3.6



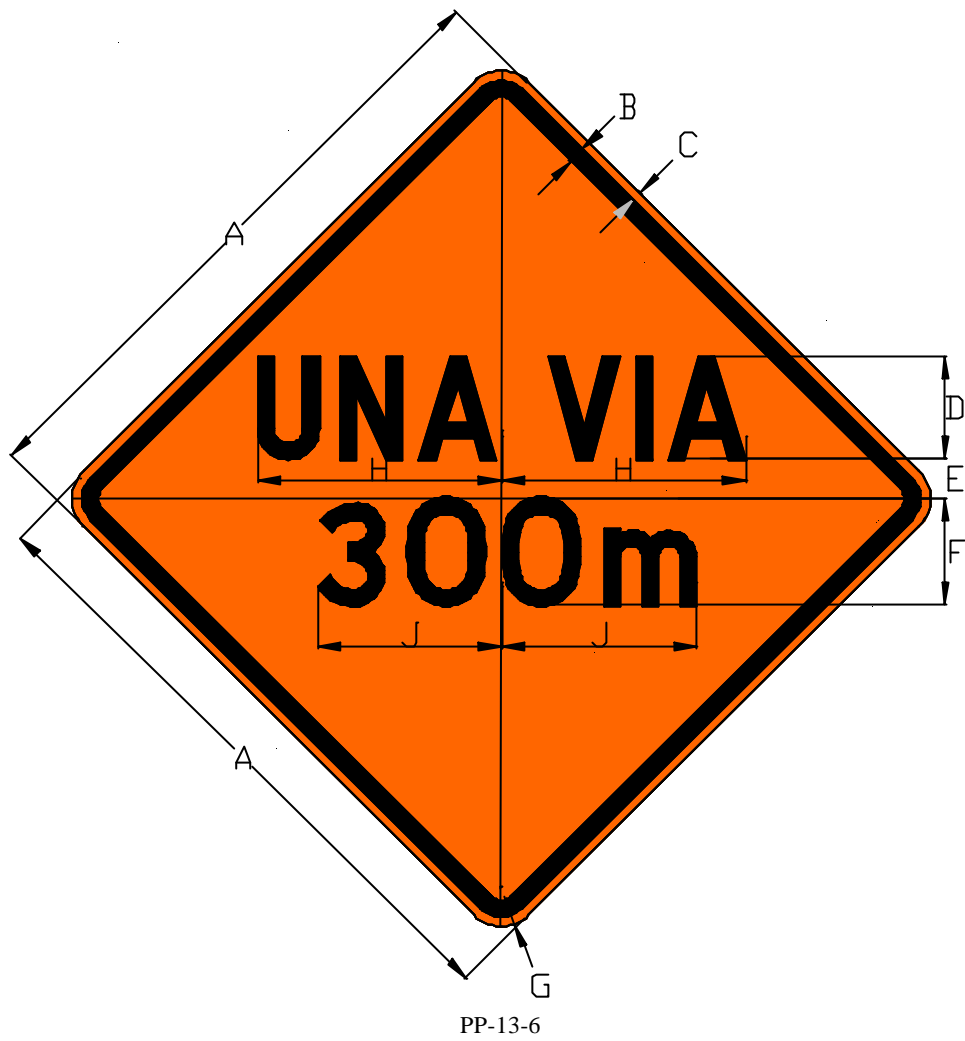
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	J
MIN.	61	1.6	0.9	10C	5.8	10D	3.8	17.1	17.3
EST.	76.2	2.0	1.1	12.5C	7.3	12.5D	4.8	21.4	21.7
ESP.	91.4	2.4	1.4	15C	8.7	15D	5.7	25.8	26





PP-13-5

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
MIN.	61	1.6	0.9	10B	3.8	10C	3.4	10D	8	3.8	14.4	22.2	17.3
EST.	76.2	2.0	1.1	12.5B	4.8	12.5C	4.3	12.5D	10	4.8	18	27.8	21.7
ESP.	91.4	2.4	1.4	15B	5.7	15C	5.1	15D	12	5.7	21.6	33.5	26.0



	DIMENSIONES (CENTIMETROS)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	J
MIN.	61.0	1.6	1.0	10C	3.8	10D	3.8	21.7	17.3
EST.	76.2	1.9	1.3	12.5C	4.8	12.5D	4.8	27.1	21.7
ESP.	91.4	2.2	1.6	15C	5.7	15D	5.7	32.7	26.0

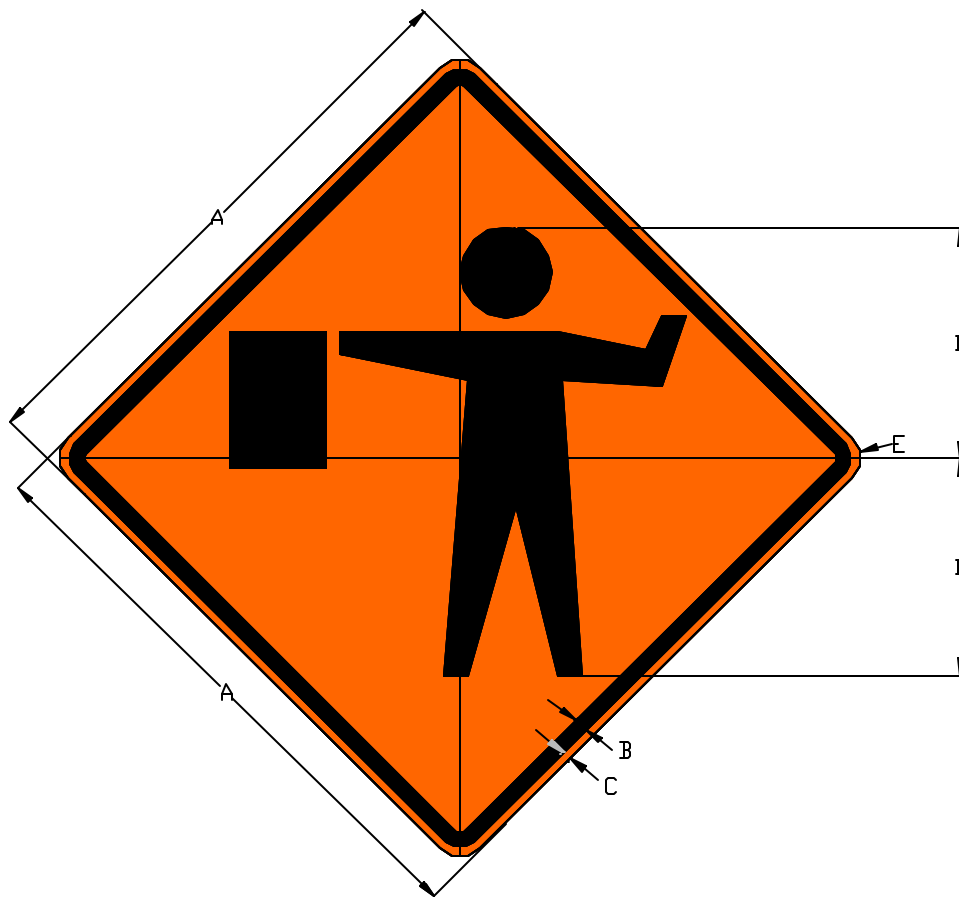
C.1154



PP-13-7

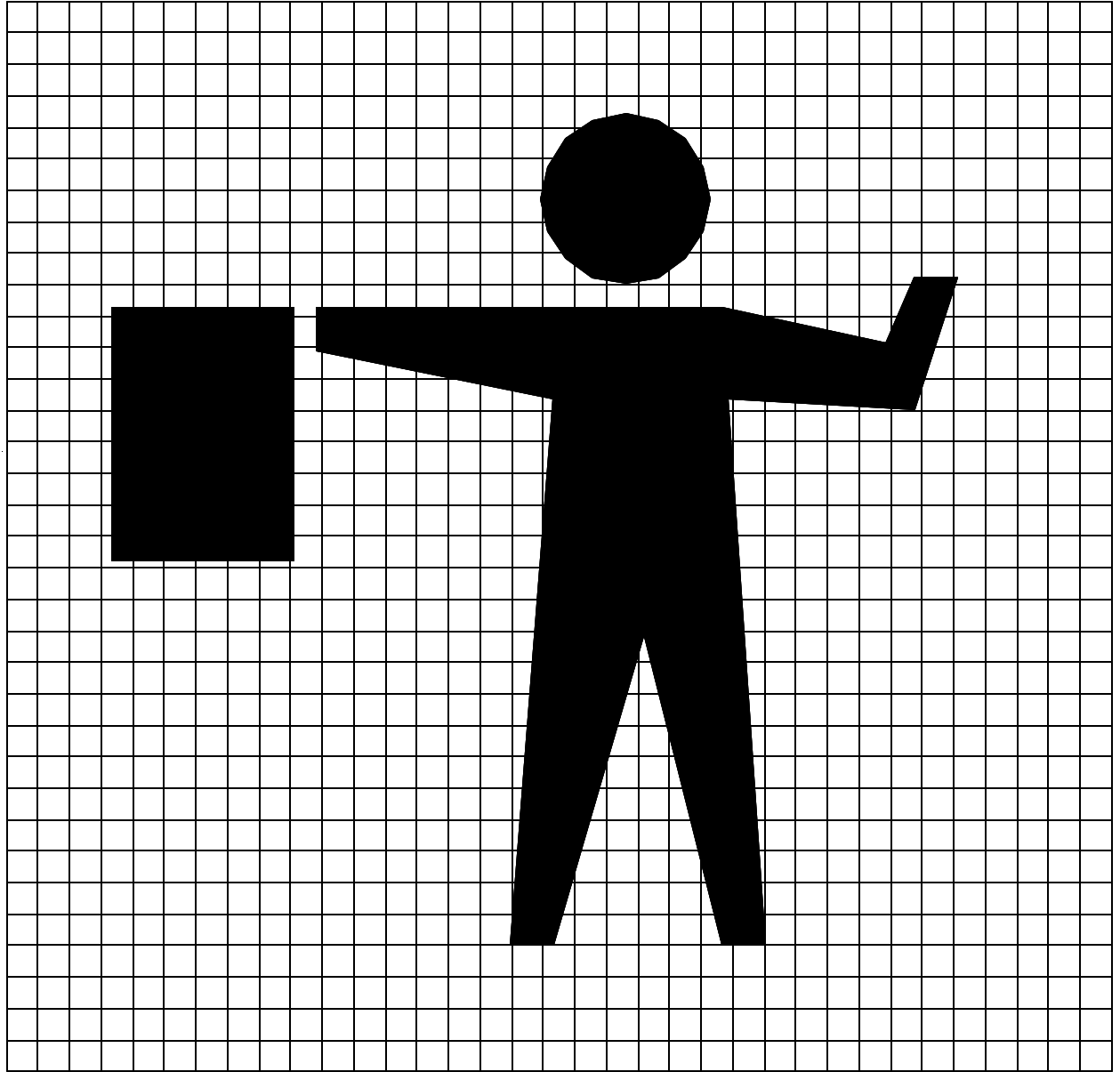
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
MIN.	61	1.6	0.9	10B	3	2.5	10D	5	3.8	6.5	17.7	18.3	17.3
EST.	76.2	2.0	1.1	12.5B	3.8	3.1	12.5D	6.3	4.75	8.2	22.2	22.9	21.7
ESP.	91.4	2.4	1.4	15B	4.5	3.8	15D	7.5	5.7	9.8	26.8	27.6	26.0

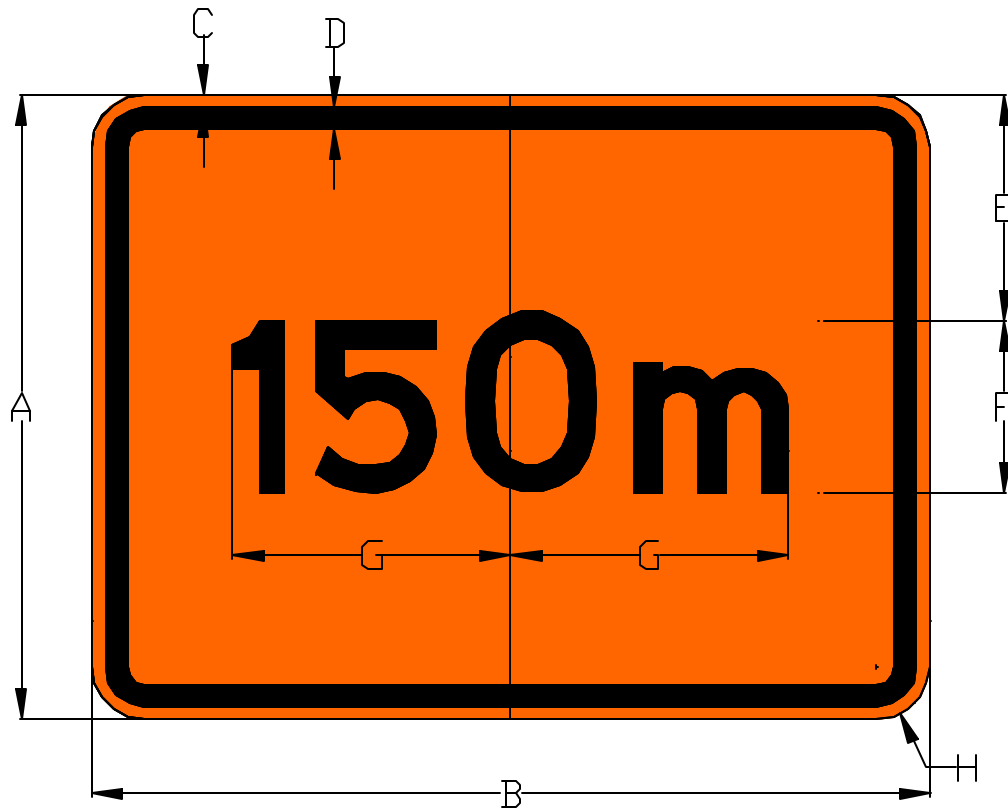
C.1155



PP-13-8

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)				
	A	B	C	D	E
MIN.	61.0	1.6	1.0	23.5	3.8
EST.	76.2	1.9	1.3	29.4	4.8
ESP.	91.4	2.2	1.6	35.3	5.7





PP-13-9

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	45.7	61	1	1.6	16.6	12.5C	20.2	3.8
EST.	61.0	76.2	1.3	1.9	21.8	17.5C	28.8	4.8
ESP.	76.2	91.4	1.6	2.2	25.6	25C	40.4	5.7



PP-13-10

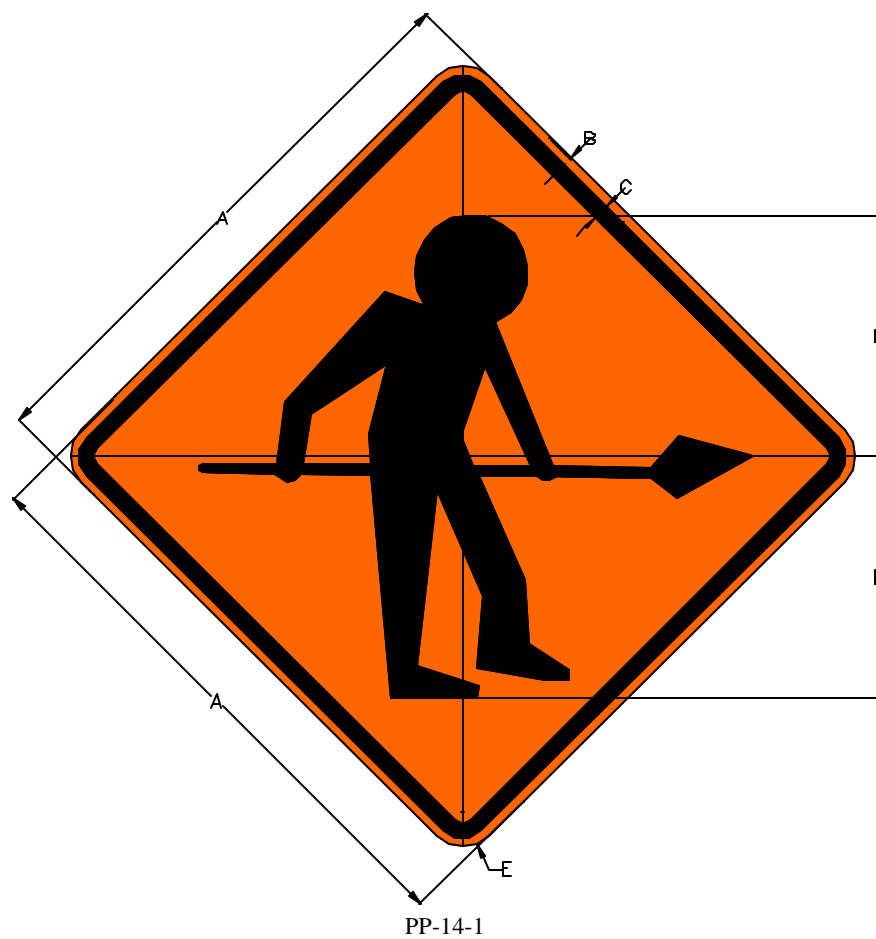
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
MIN.	61.0	1.6	1.0	10B	3.0	7.5B	4.2	14.4	24.5	20.2	3.8
EST.	76.2	1.9	1.3	12.5B	3.8	10B	5.2	18.0	32.6	25.3	4.8
ESP.	91.4	2.2	1.6	15B	4.5	12.5B	6.2	21.8	40.9	30.5	5.7



PP-13-11

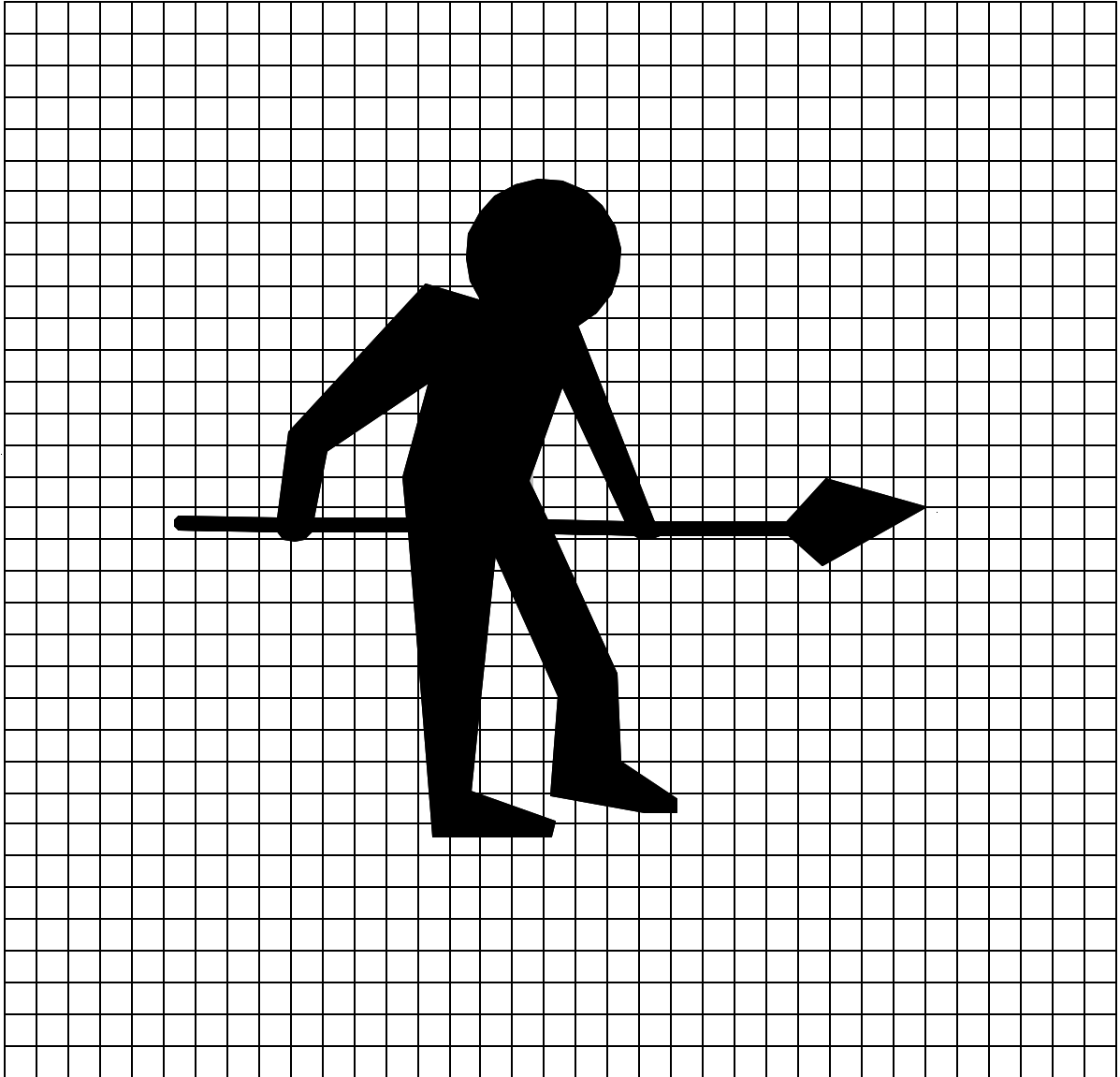
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
MIN.	61.0	1.6	1.0	10B	3.0	7.5B	4.2	14.4	28.1	20.2	3.8
EST.	76.2	1.9	1.3	12.5B	3.8	10B	5.2	18.0	37.3	25.3	4.8
ESP.	91.4	2.2	1.6	15B	4.5	12.5B	6.2	21.8	46.7	30.5	5.7

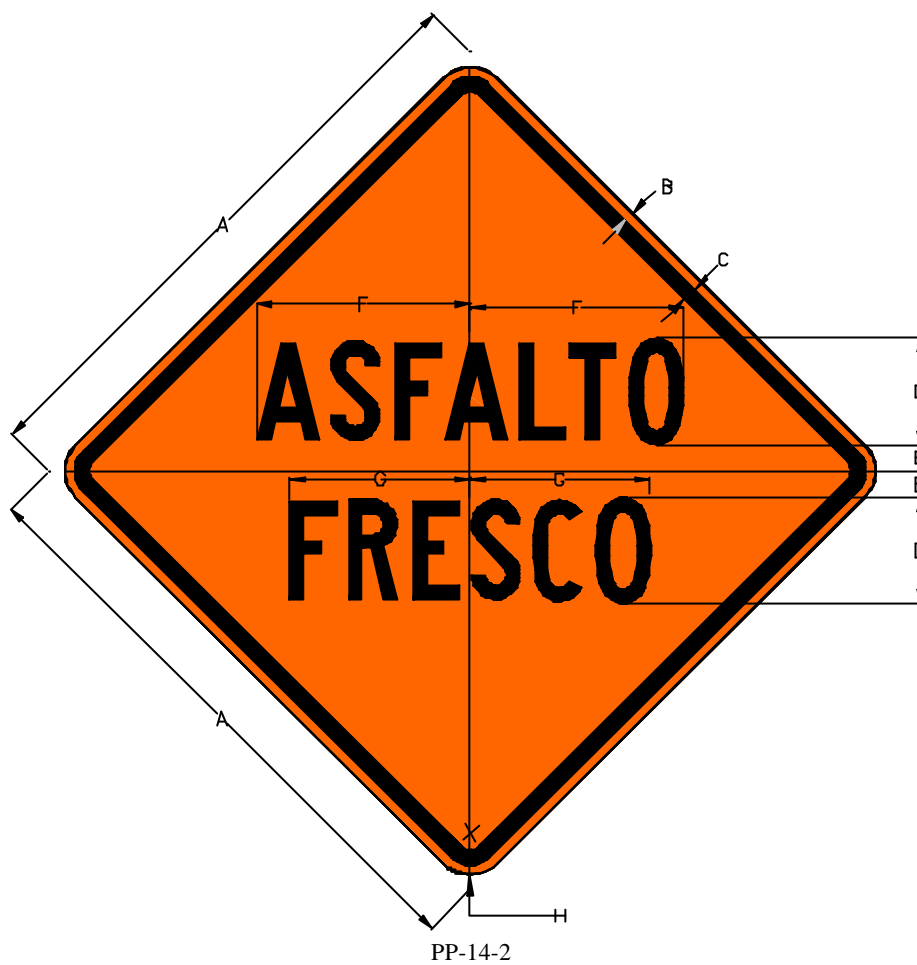




PP-14-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)				
	A	B	C	D	E
MIN.	61.0	1.0	1.6	25.7	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	32.1	4.8
ESP.	91.4	1.6	2.2	38.5	5.7





	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MIN.	61.0	1.0	1.6	10C	2.7	22.2	18.3	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	12.5C	3.4	27.7	22.9	4.8
ESP.	91.4	1.6	2.2	15C	4.1	33.5	27.6	5.7



PP-14-3

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
MIN.	61.0	1.0	1.6	10B	5.7	4.1	20.6	12.7	22.8	3.8	2.1
EST.	76.2	1.3	1.9	12.5B	7.1	5.1	25.8	16.0	28.5	4.7	2.6
ESP.	91.4	1.6	2.2	15B	8.6	6.1	31.0	19.2	34.3	5.7	3.1



	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
MIN.	61.0	1.0	1.6	10B	5B	3.1	3.7	20.6	19.9	20.2	3.8
EST.	76.2	1.3	1.9	12.5B	7.5B	3.8	4.6	25.8	29.2	25.3	4.7
ESP.	91.4	1.6	2.2	15B	10B	4.6	5.6	31.0	38.9	30.5	5.7

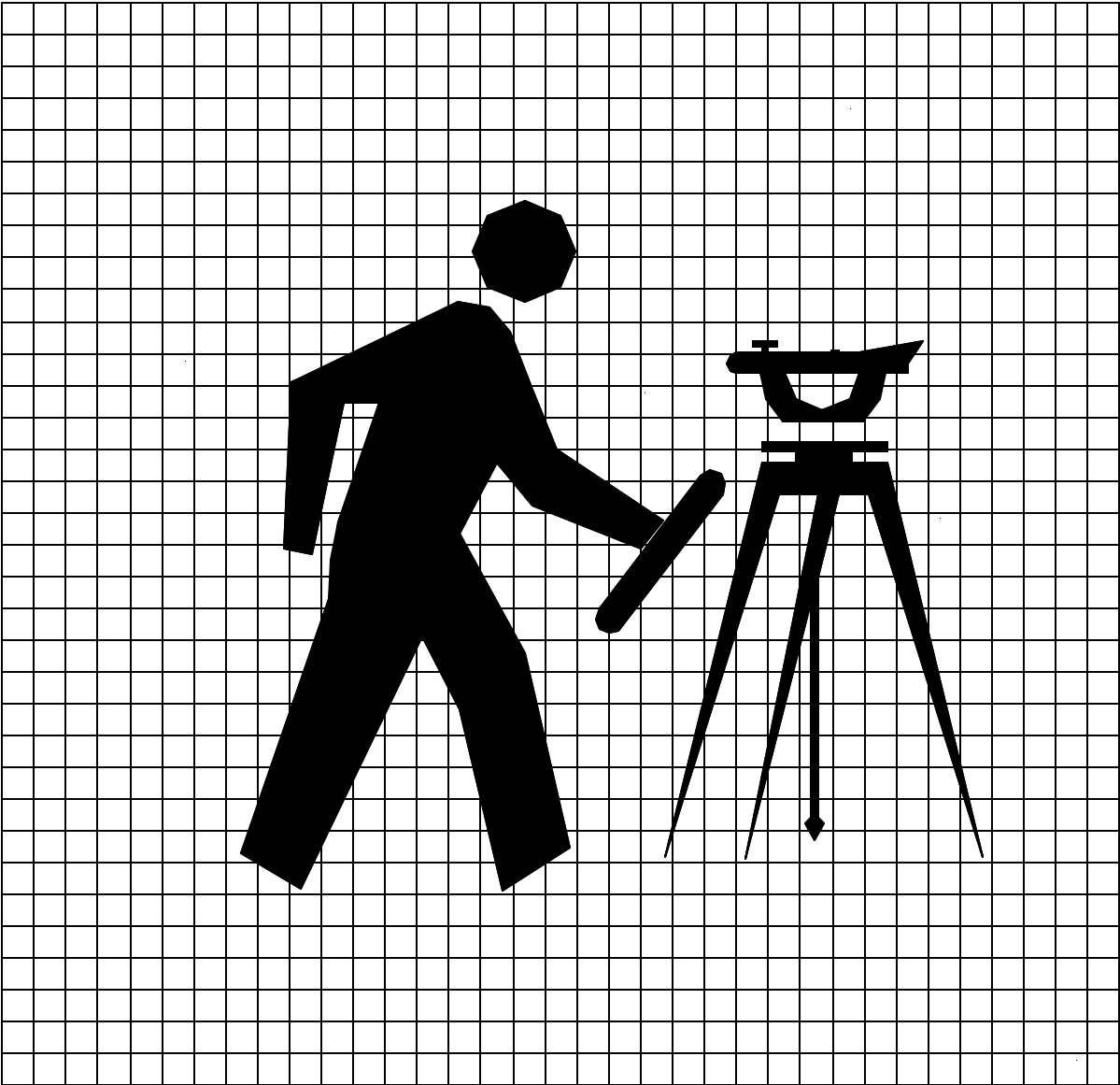


PP-14-5

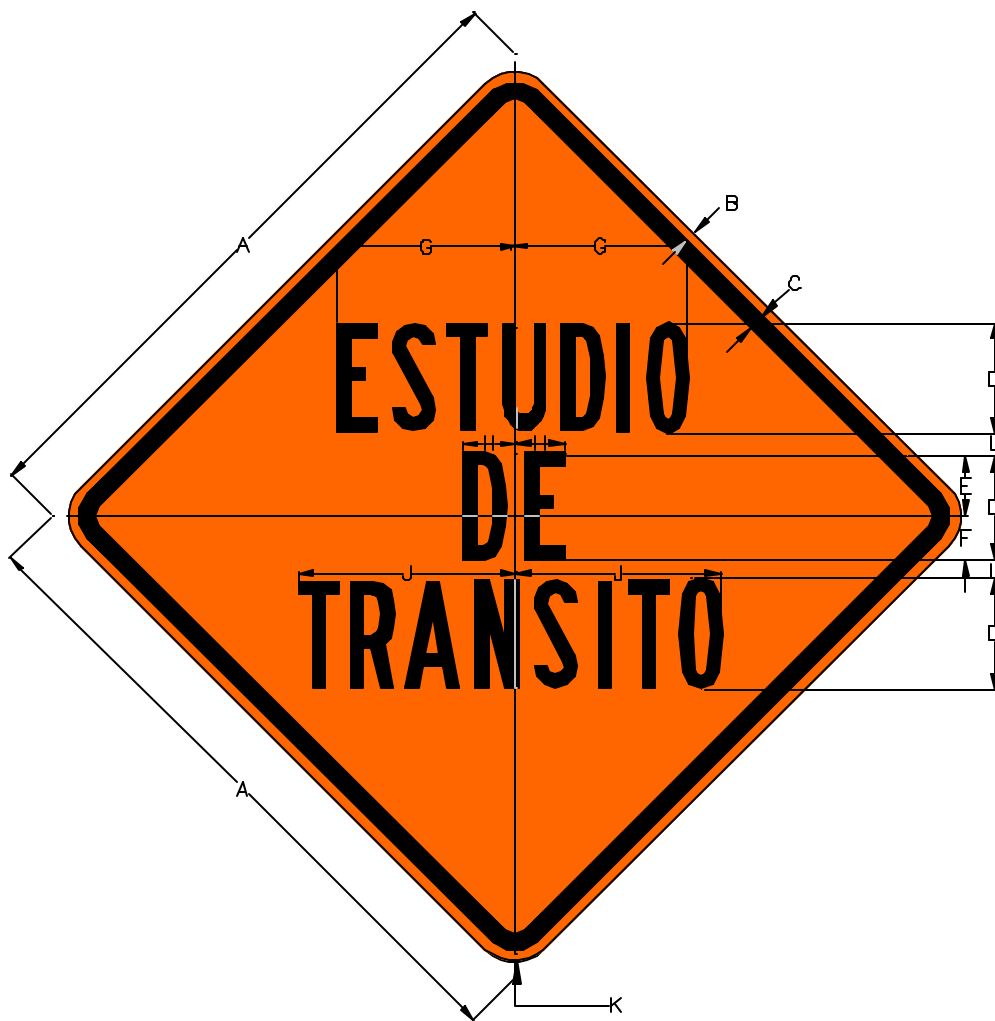
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	61	0.9	1.6	10B	5.1	1.9	20.6	26.5	20.2	3.8
EST.	76.2	1.1	2.0	12.5B	6.4	2.4	25.8	33.1	25.3	4.75
ESP.	91.4	1.4	2.4	15B	7.7	2.85	31.0	40.0	30.5	5.7



	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
MIN.	61.0	1.6	1.0	23.2	16.5	3.8
EST.	76.2	1.9	1.3	29.0	20.6	4.8
ESP.	91.4	2.2	1.6	34.8	24.7	5.7







PP-14-7

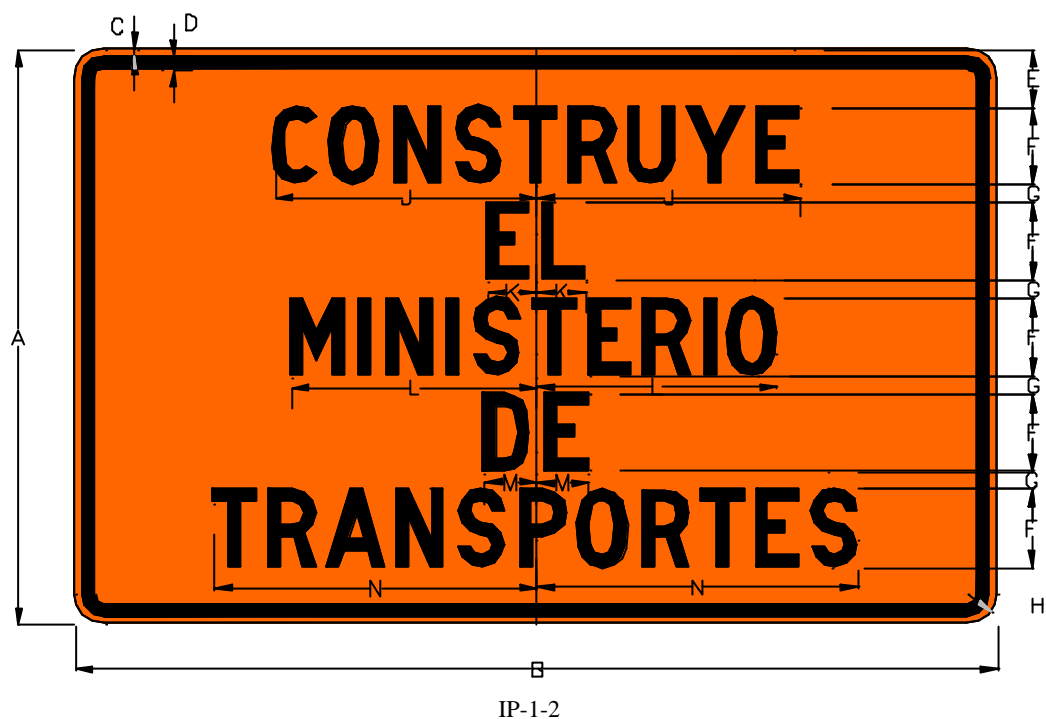
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	61.0	0.9	1.6	10B	5.7	4.1	16.0	4.5	19.0	3.8
EST.	76.2	1.1	2.0	12.5B	7.1	5.1	20.0	5.6	23.8	4.8
ESP.	91.4	1.4	2.4	15B	8.5	6.2	24.2	6.8	28.7	5.7

## **Señales de Información para la Ejecución de Trabajos en las Vías**



IP-1-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
EST.	76.2	91.4	1.6	0.9	10.0	10B	5.0	10C	3.8	29.7	9.1	26.5	34.8
ESP.	91.4	106.7	1.9	1.3	12.0	12.5B	6.0	12.5C	4.8	37.2	11.4	33.1	43.6



	DIMENSIONES (CENTIMETROS)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
EST.	61.0	91.4	0.7	1.3	6.0	7.5C	2.0	3.0	21.7	4.0	20.0	4.3	26.3
ESP.	76.2	121.9	0.9	1.6	7.5	10C	2.5	3.8	28.7	5.4	26.5	5.7	34.8



IP-1-3

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
EST.	61.0	91.4	0.7	1.3	5.8	10C	4.0	7.5C	3.0	38.2	31.0	27.6	26.3
ESP.	76.2	121.9	0.9	1.6	7.2	12.5C	5.0	10C	3.8	47.8	38.9	36.6	34.8



IP-2-1

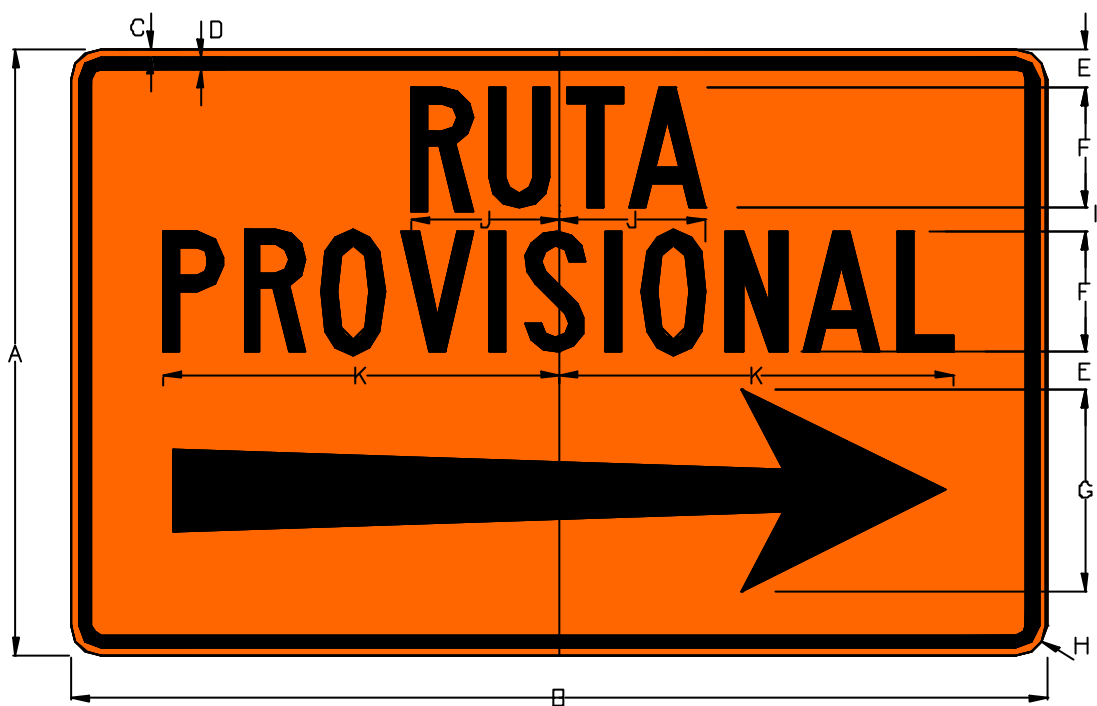
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
EST.	61.0	91.4	0.7	1.3	8.0	12.5D	12.5C	4.0	3.0	23.9	9.9	45.6
ESP.	76.2	121.9	0.9	1.6	10.0	15D	15C	5.0	3.8	28.7	11.9	54.8

C.1174



IP-2-2

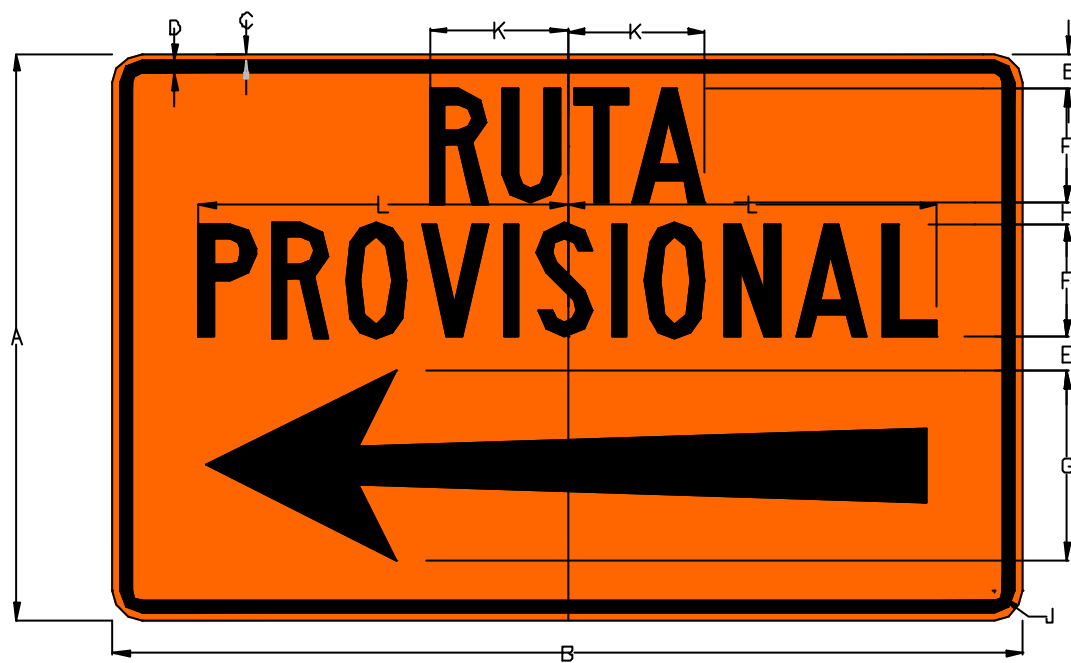
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
EST.	61.0	91.4	0.7	1.3	8.4	7.5D	3.3	3.1	14.4	6	27.1	29.3
ESP.	76.2	121.9	1.0	1.7	11.2	10D	4.4	4.2	19.1	7.9	35.8	38.8



IP-3-1

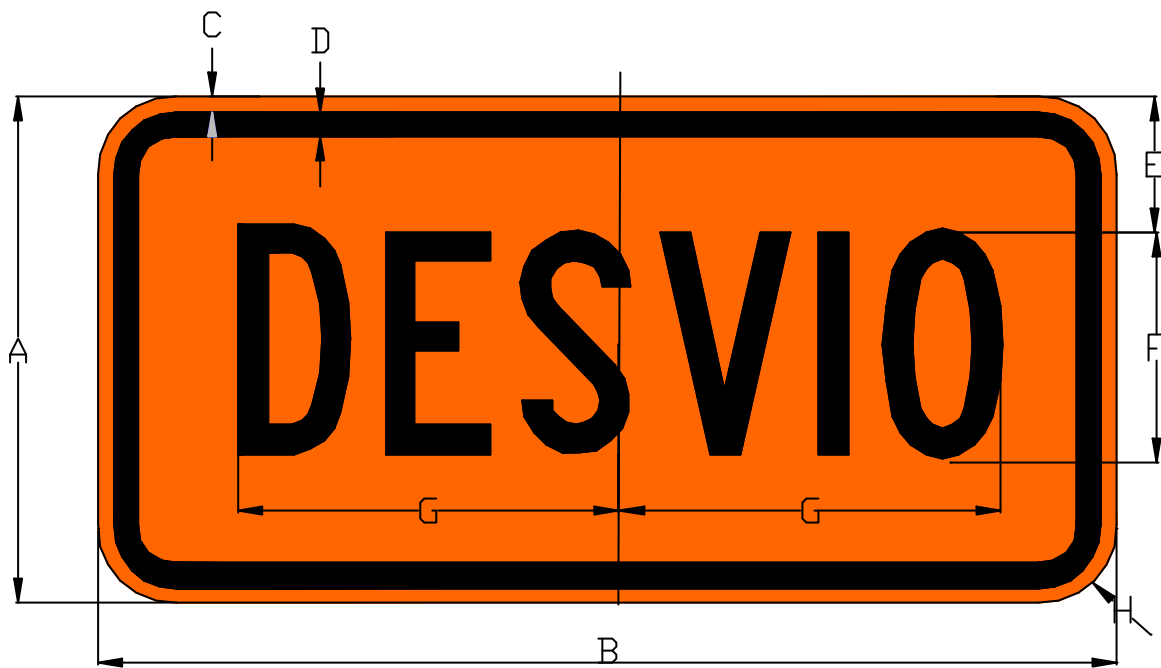
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
EST.	61.0	91.4	0.7	1.3	4.0	12.5C	20.0	3.0	2.1	15.3	40.0
ESP.	76.2	121.9	0.9	1.6	5.0	15C	25.0	3.8	2.8	18.3	48.3





IP-3-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	J	H	K	L
EST.	61.0	91.4	0.7	1.3	4.0	12.5C	20.0	3.0	2.1	15.3	40.0
ESP.	76.2	121.9	0.9	1.6	5.0	15C	25.0	3.8	2.8	18.3	48.3



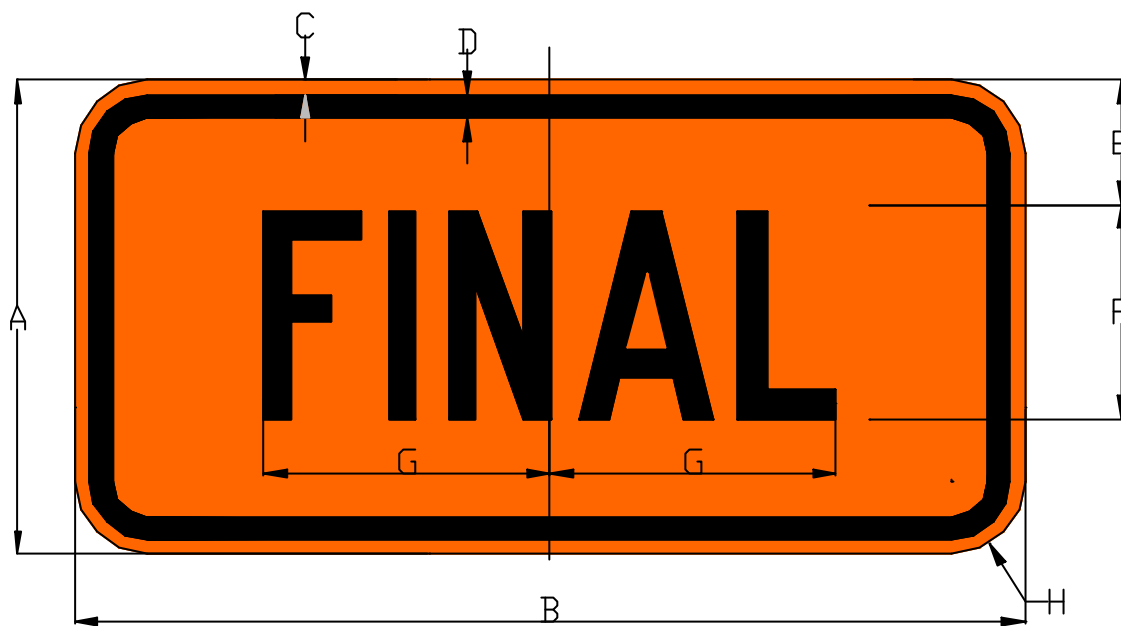
IP-4-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
EST.	38.1	76.2	1.3	1.8	10.3	17.5C	30.1	5.8
ESP.	45.7	91.4	1.5	2.2	12.9	20C	34.2	7.0



IP-4-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
EST.	50.8	76.2	1.3	1.8	9.4	12.5C	8.3	5.8	26.0	21.4
ESP.	61.0	91.4	1.5	2.2	11.3	15C	10.0	7.0	31.3	25.8



IP-4-3

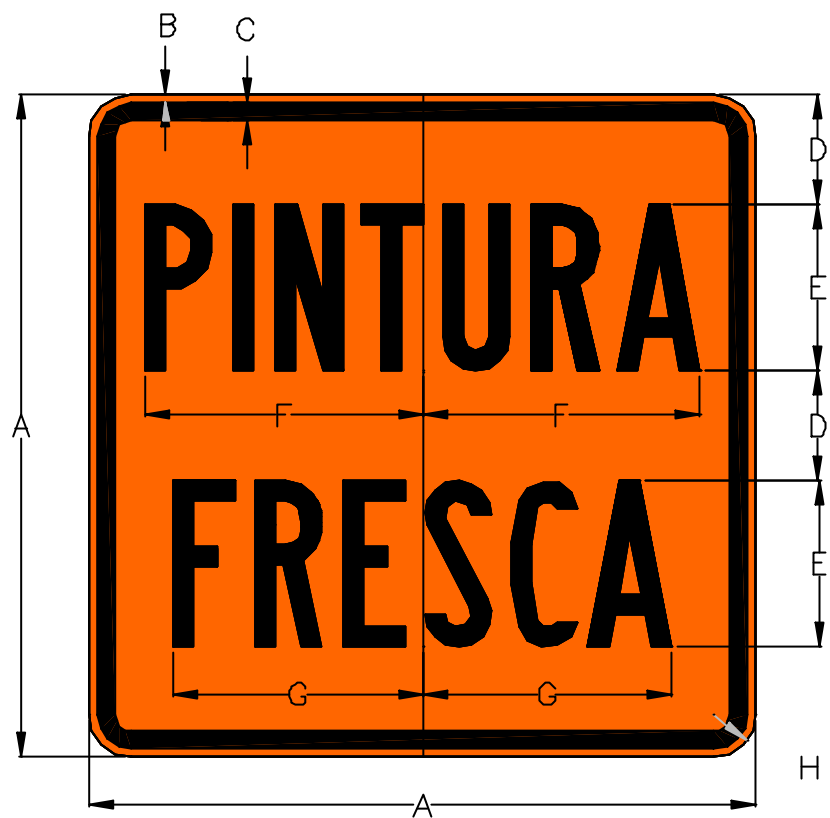
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
EST.	76.2	38.1	1.3	1.8	11.7	17.5C	24.1	5.8
ESP.	91.4	45.7	1.5	2.2	14.0	20C	27.5	7.0

C.1180



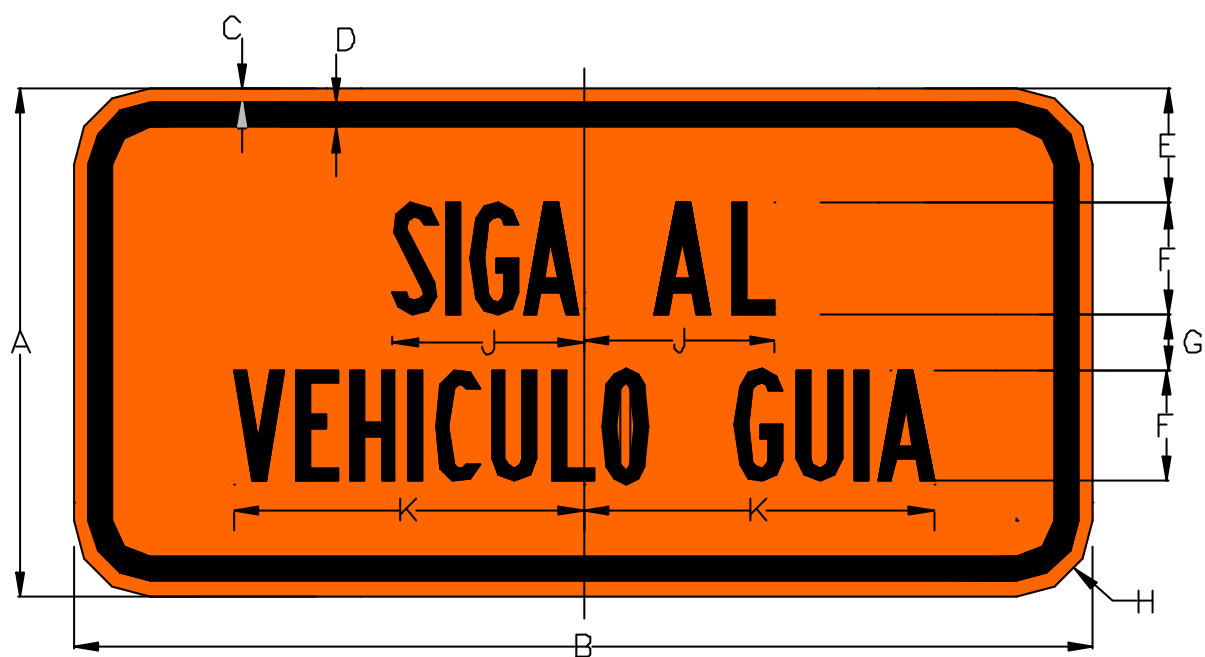
IP-4-4

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
EST.	50.8	76.2	1.3	1.8	9.3	17.5C	4.7	12.5	5.8	30.1	21.1
ESP.	61.0	91.4	1.5	2.2	11.1	20C	5.6	15.0	7.0	34.2	25.3



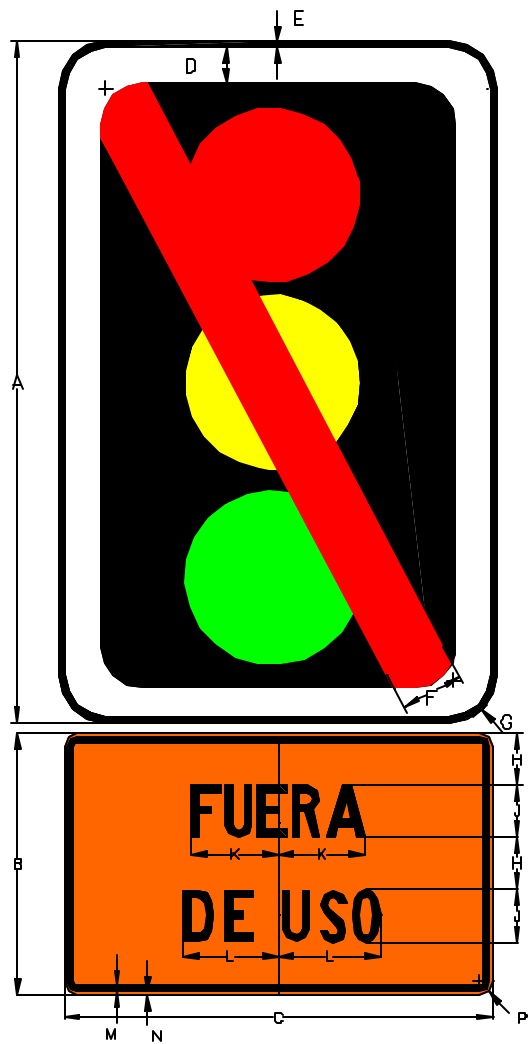
IP-5-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
EST.	61.0	0.7	1.6	10.0	15B	24.9	22.4	3.8
ESP.	76.2	0.9	2.0	12.5	17.5B	28.8	26.0	4.8



IP-5-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
EST.	38.1	76.2	1.3	1.8	9.4	7.5B	4.2	5.8	12.9	23.7
ESP.	45.7	91.4	1.5	2.2	11.3	10B	5.0	7.0	17.1	31.4

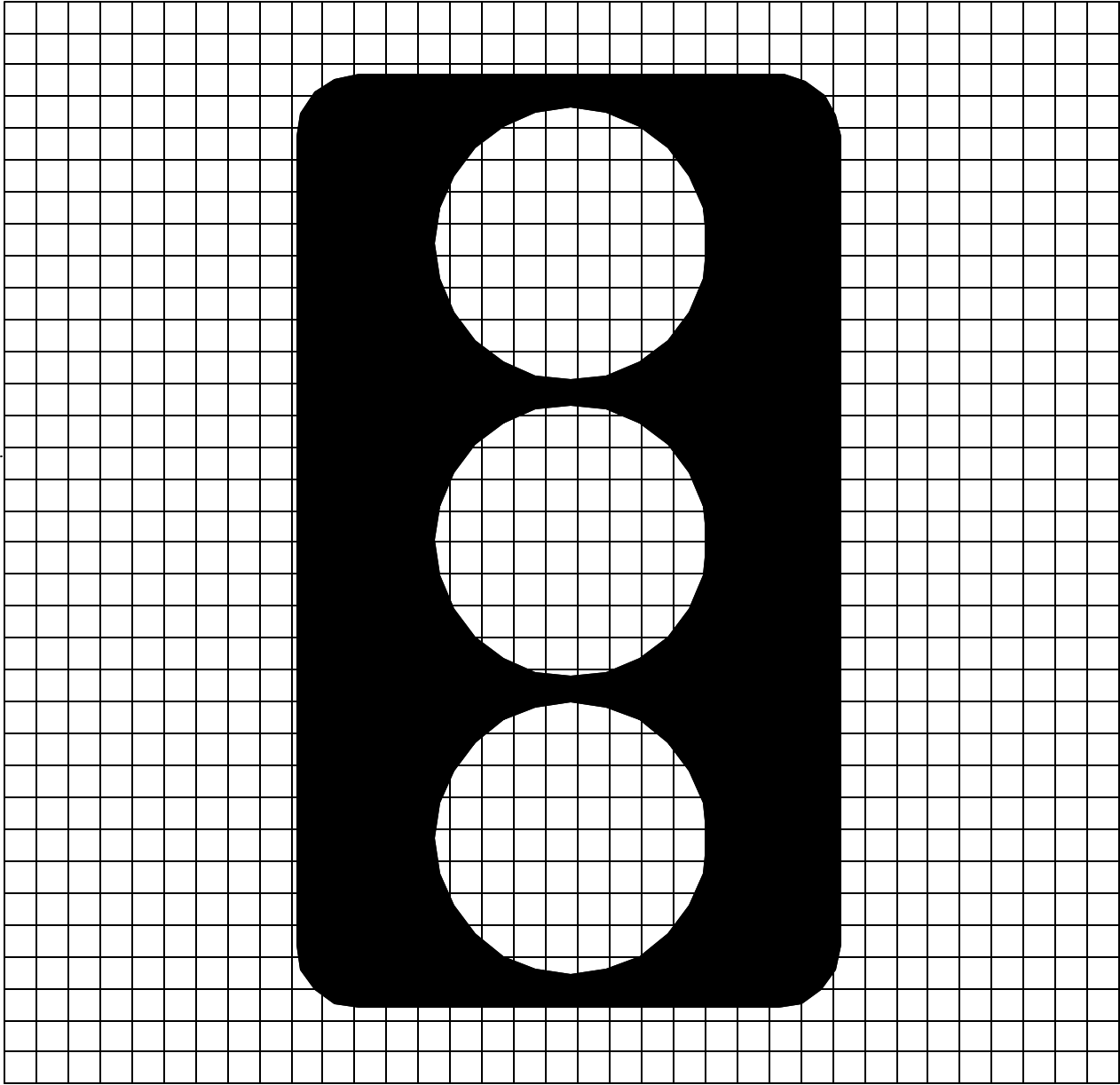


IP-5-3

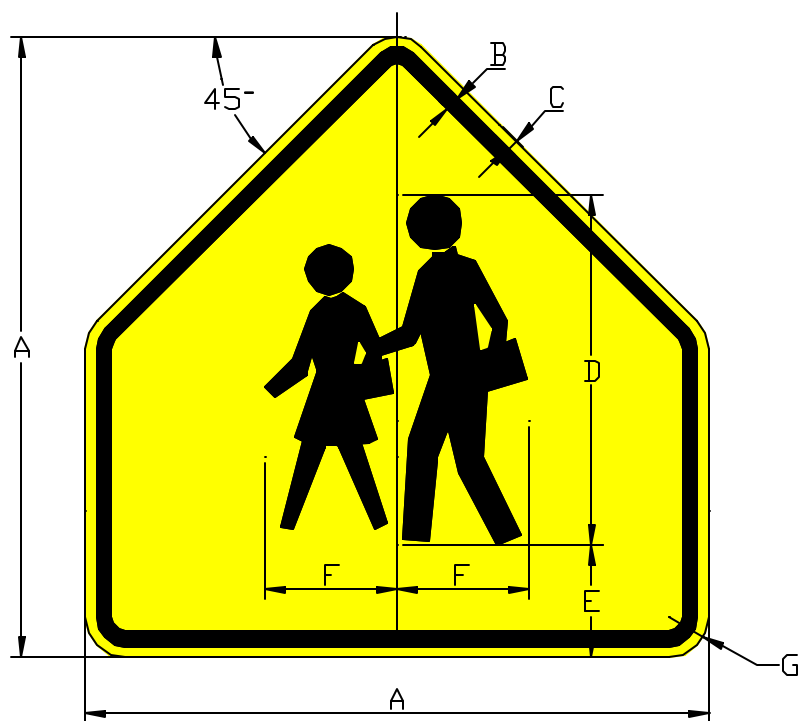
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
EST.	121.9	46.8	76.2	6.5	1.1	11.2	8.1	8.9
ESP.	146.2	56.2	91.4	7.7	1.3	13.4	9.7	10.4

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	J	K	L	M	N	P
EST.	10C	15.6	19.0	1.0	0.6	2.4
ESP.	12.5C	19.6	23.8	1.2	0.7	2.9



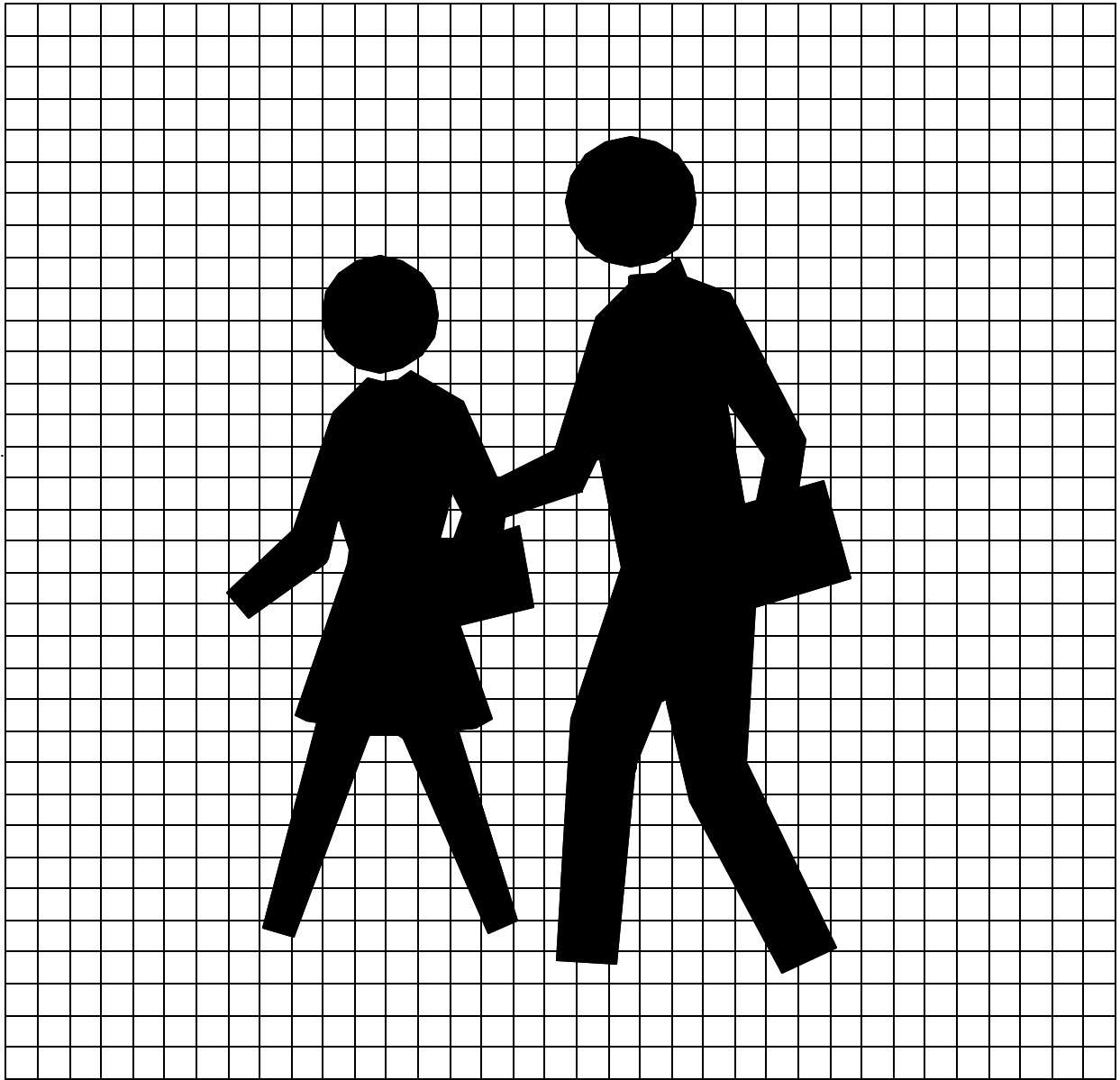


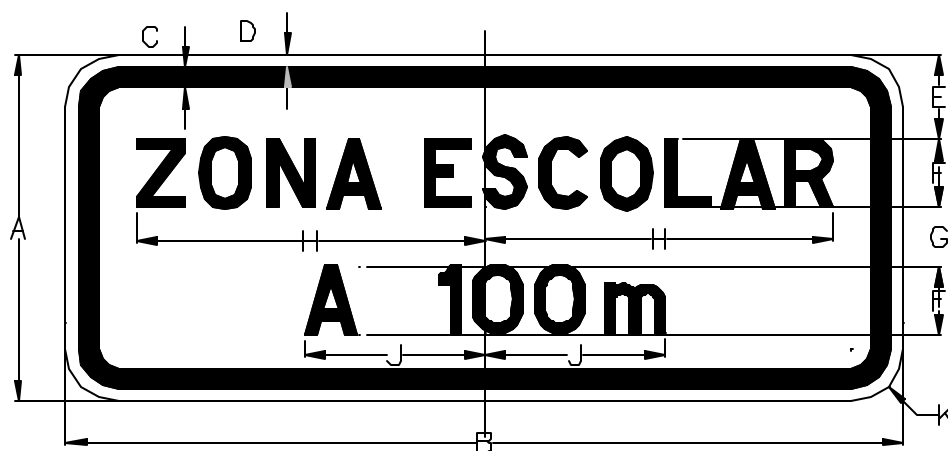
## **Señales en Zonas Escolares**



E-1-1

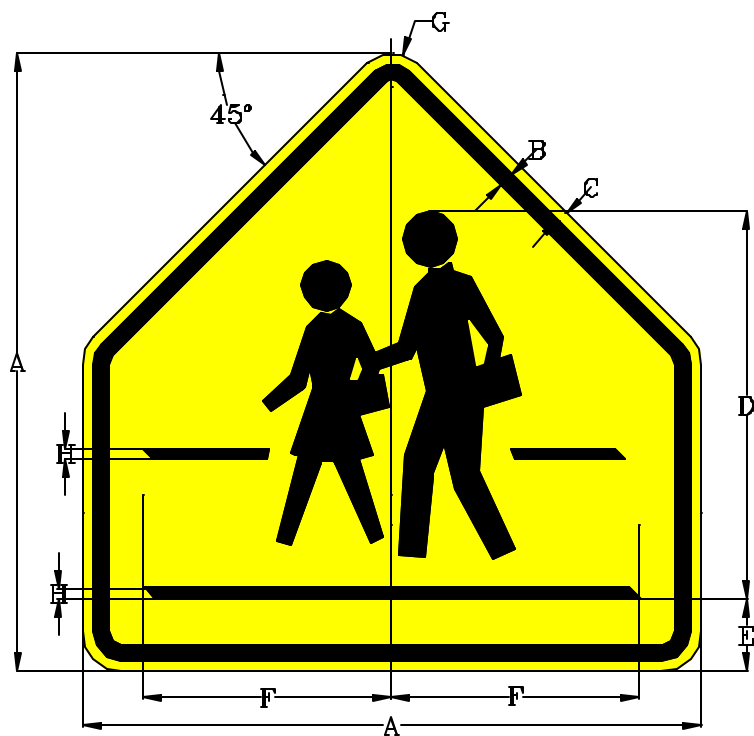
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)						
	A	B	C	D	E	F	G
EST.	76.2	1.9	1.3	42.9	13.8	16.1	3.8
ESP.	91.4	2.3	1.5	51.5	16.6	19.3	5.7





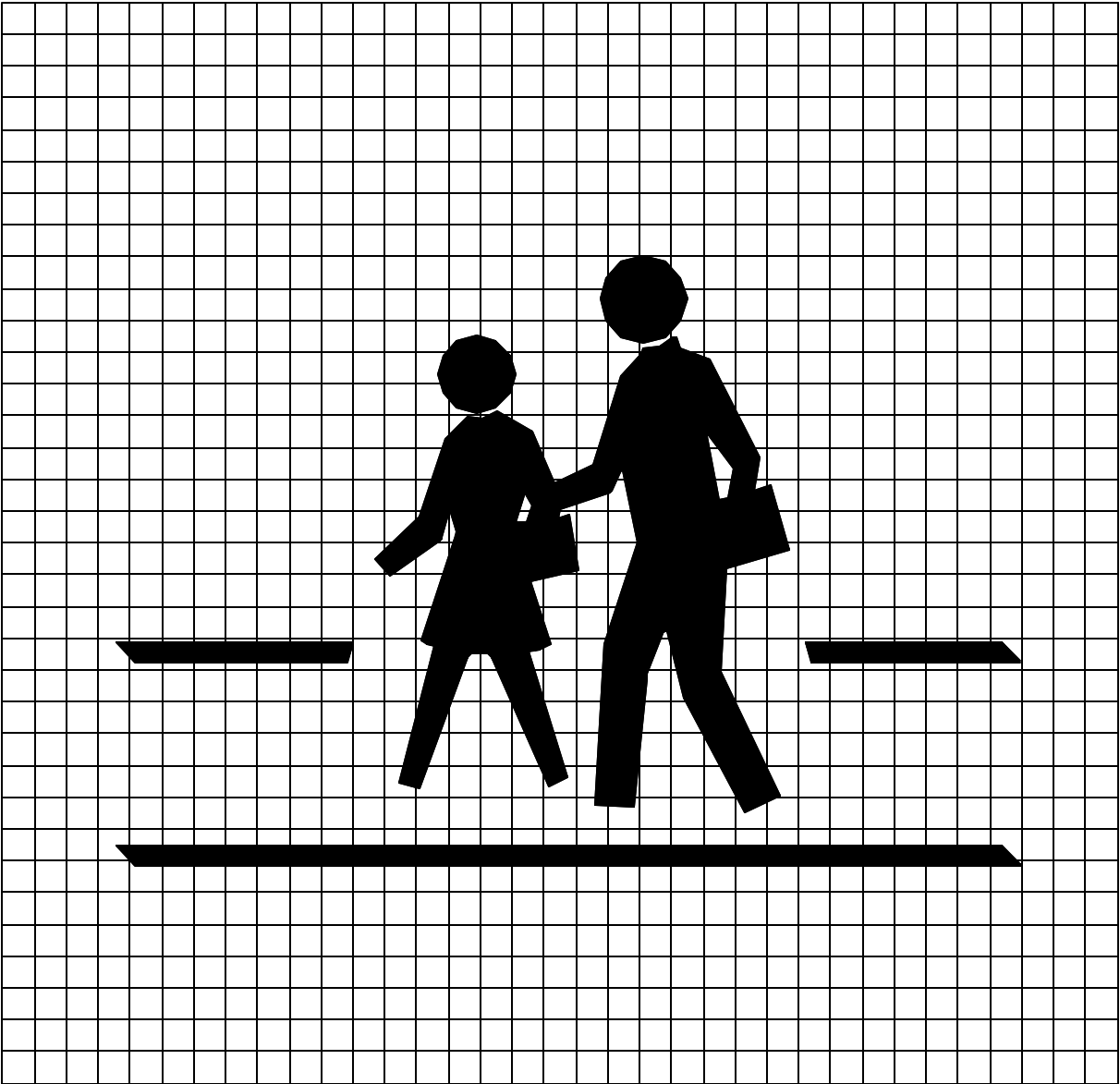
E-1-2

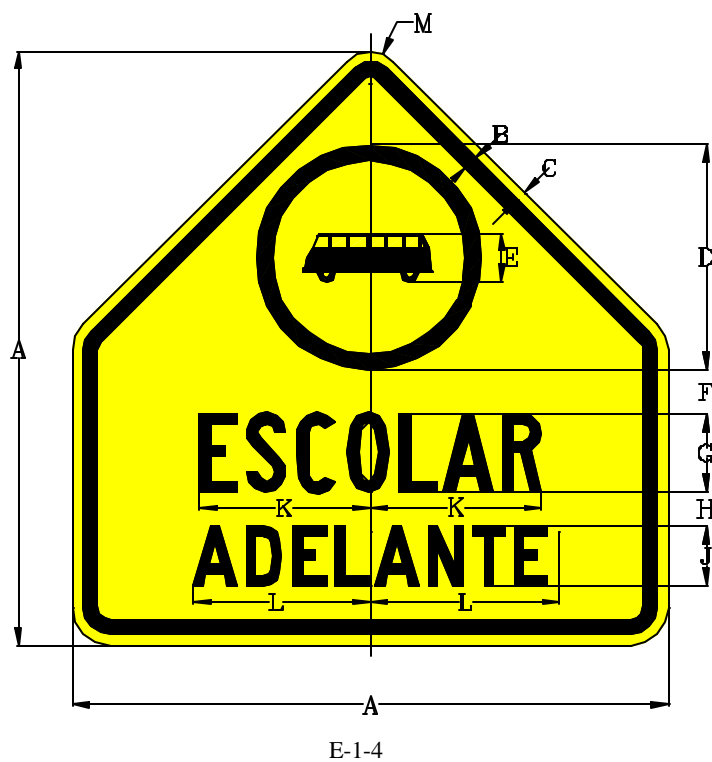
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	25.4	61.0	1.5	1.0	6.3	5D	4.2	27.3	13.1	3.8
EST.	31.7	76.2	1.9	1.3	8.2	5D	5.2	27.3	13.1	4.8
ESP.	38.1	91.4	2.3	1.5	9.5	7.5D	6.3	41.2	19.7	5.7



E-1-3

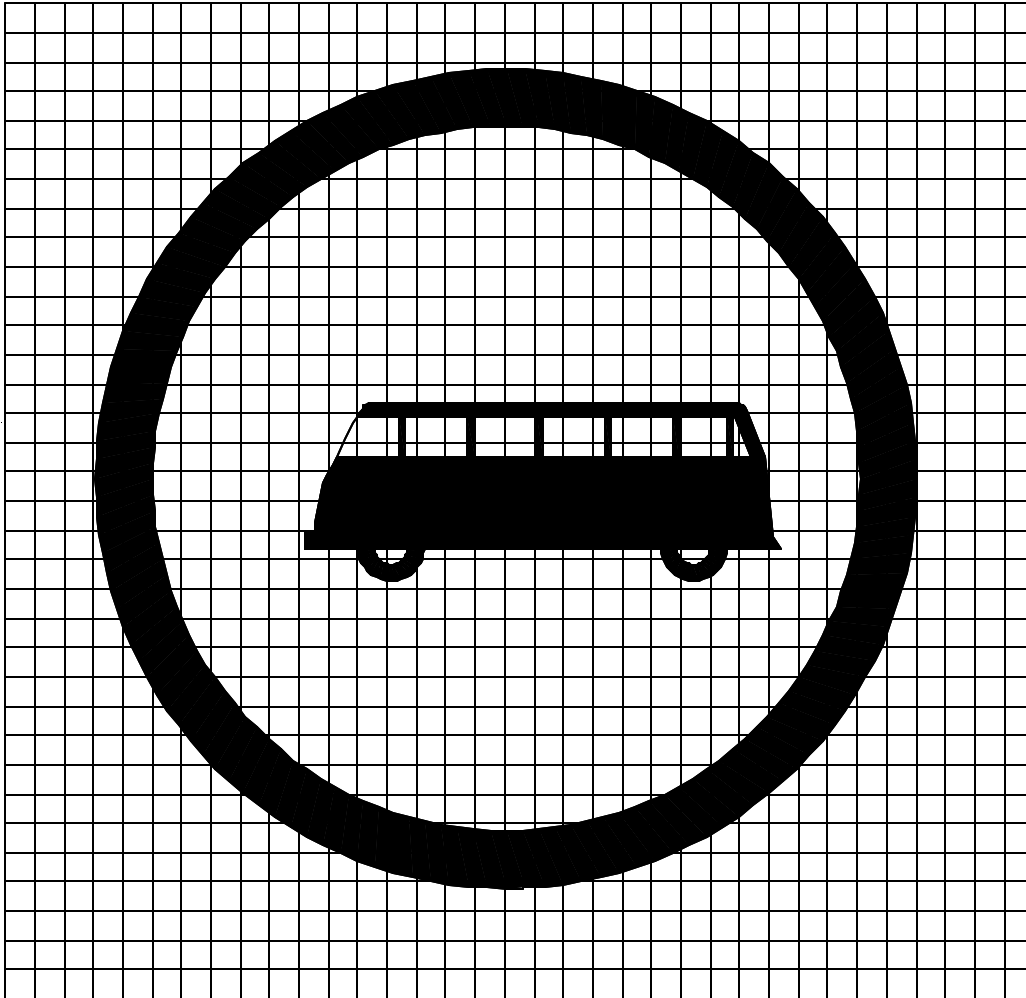
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
EST.	76.2	1.9	1.3	42.9	13.8	16.1	3.8	1.3
ESP.	91.4	2.3	1.5	51.5	16.6	19.3	5.7	1.5





	DIMENSIONES (CENTIMETROS)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
EST.	76.2	1.9	1.3	29.0	6.3	5.7	10C	4.2	7.5D	21.9	26.5	4.8
ESP.	91.4	2.3	1.5	34.8	7.6	6.8	12.5C	5.0	10D	27.4	35.1	5.7



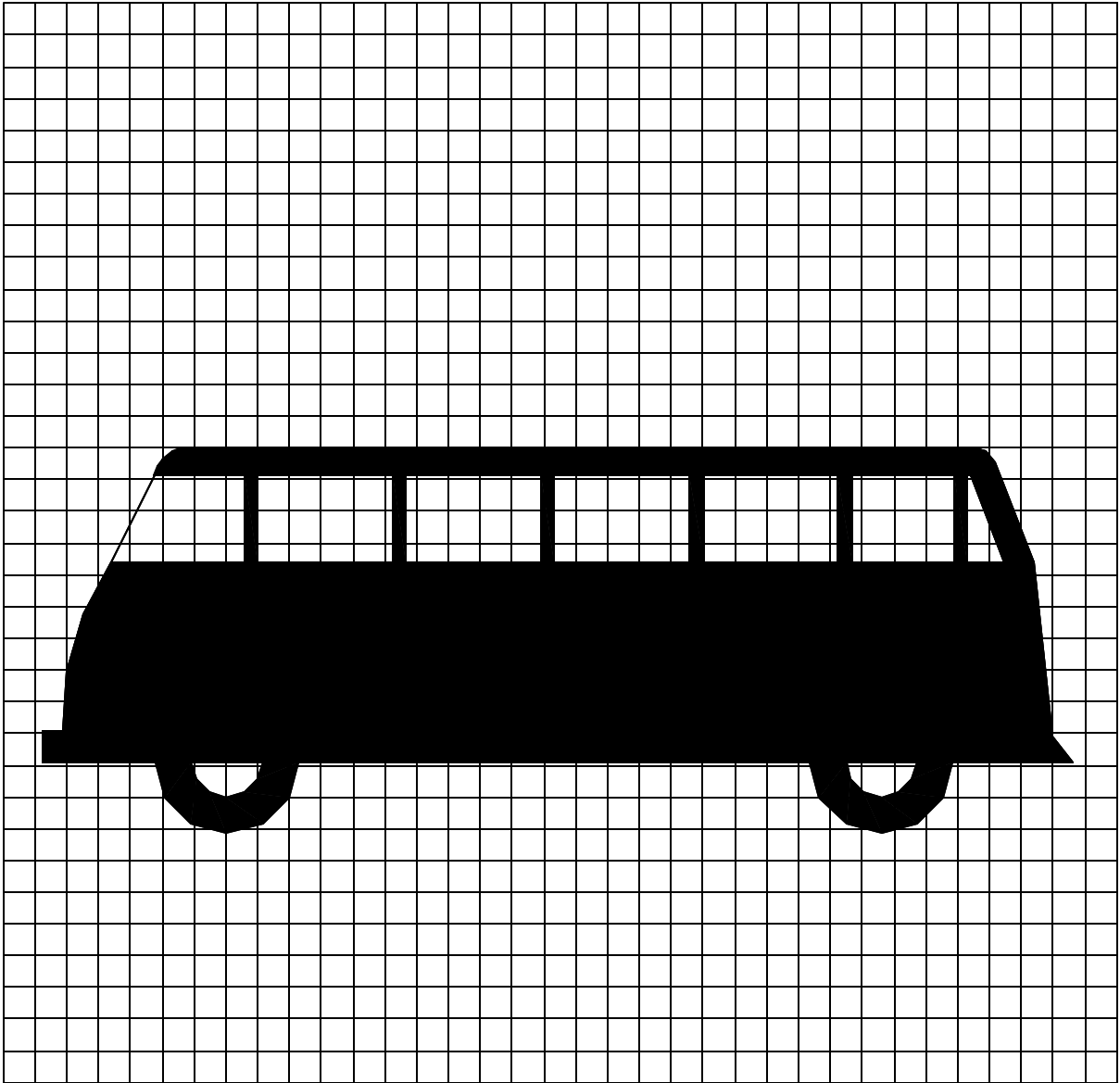




E-2-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
EST.	71.1	45.7	3.8	1.6	1.0	2.9	14.2	9.3	12.6	2.0
ESP.	91.4	61.0	4.9	2.1	1.2	3.7	18.4	12.0	16.3	2.6

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	L	M	N	O	P	Q	R	S
EST.	7.5C	7.5B	15.5	18.0	12.8	15.1	13.6	13.2
ESP.	10C	10B	20.0	23.2	16.4	20.0	18.1	17.5

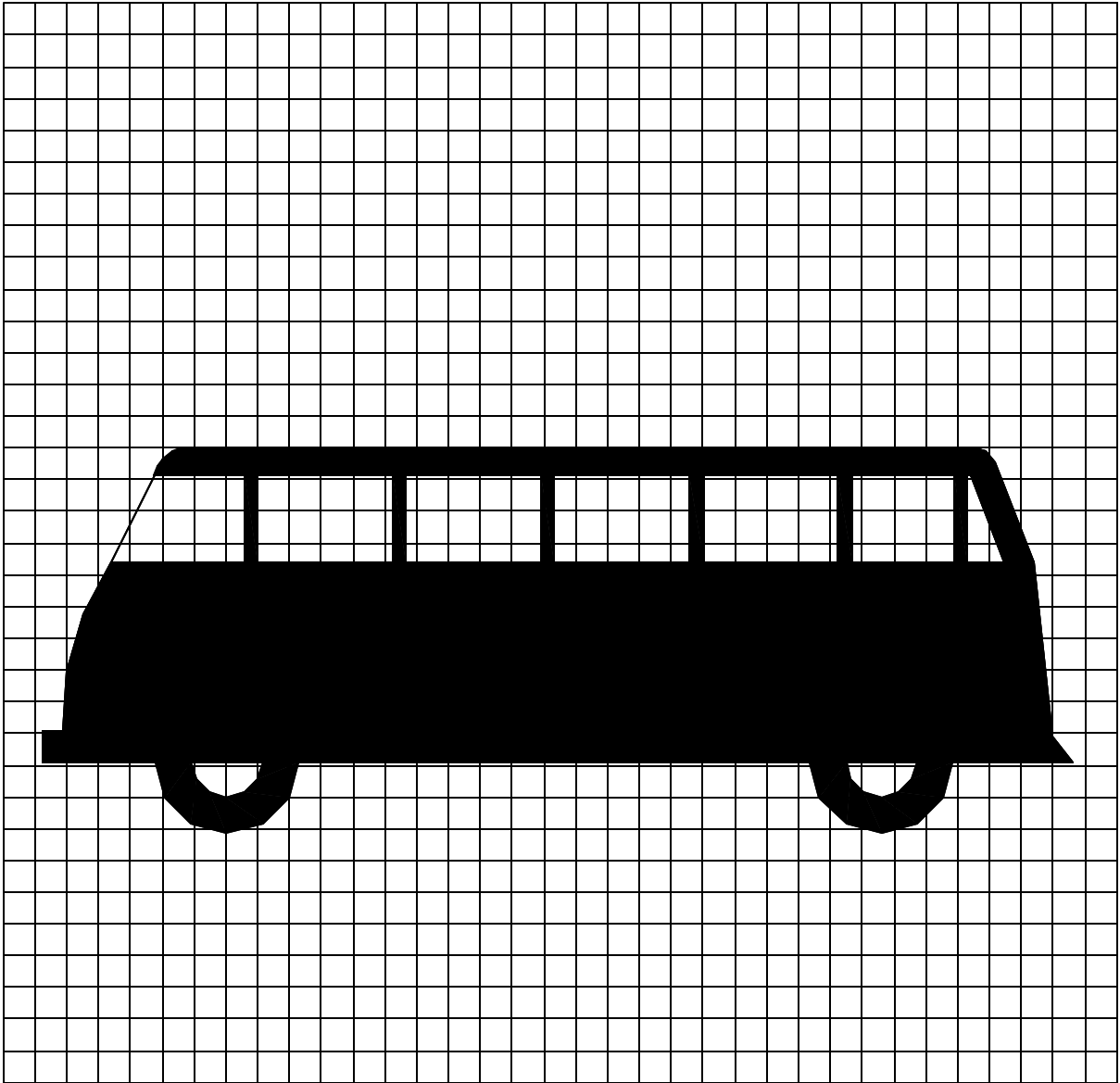




E-2-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
EST.	71.1	45.7	3.8	1.6	1.0	2.9	14.2	9.3	12.6	2.0
ESP.	91.4	61.0	4.9	2.1	1.2	3.7	18.4	12.0	16.3	2.6

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	L	M	N	O	P	Q	R	S
EST.	7.5C	7.5B	15.5	18.0	12.8	15.1	14.6	13.2
ESP.	10C	10B	20.0	23.2	16.4	20.0	19.4	17.5

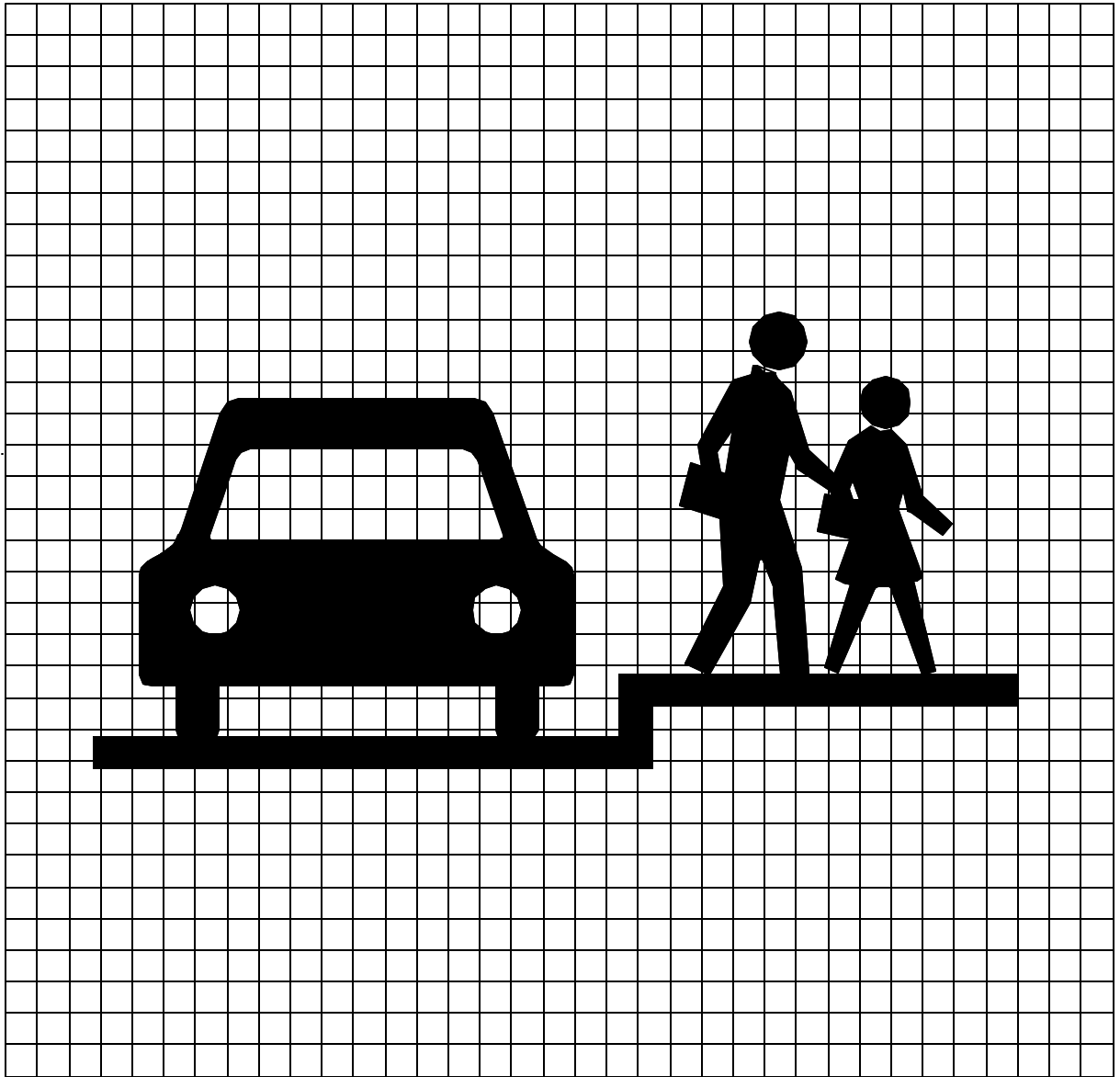


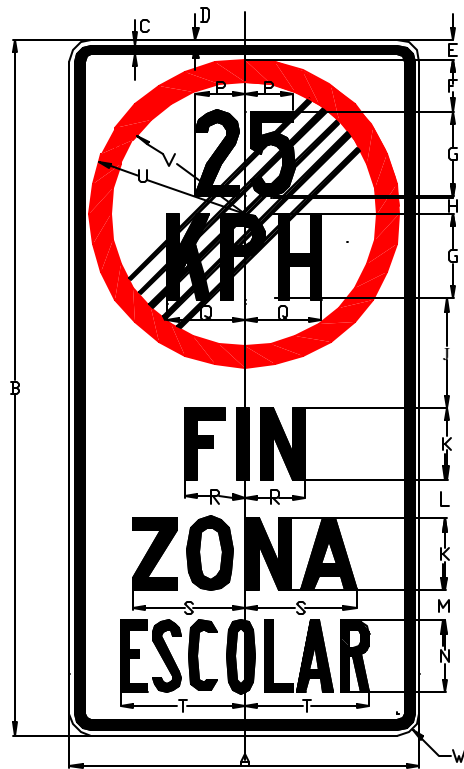


E-2-3

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
EST.	71.1	45.7	3.8	1.6	1.0	24.8	4.6	18.6	8.2	5C
ESP.	91.4	61.0	4.9	2.1	1.2	31.9	5.9	23.9	10.6	7.5C

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)					
	L	M	N	P	Q	R
EST.	5.4	12.4	10.4	15.0	18.8	17.1
ESP.	6.9	16.0	13.4	19.3	24.2	25.5



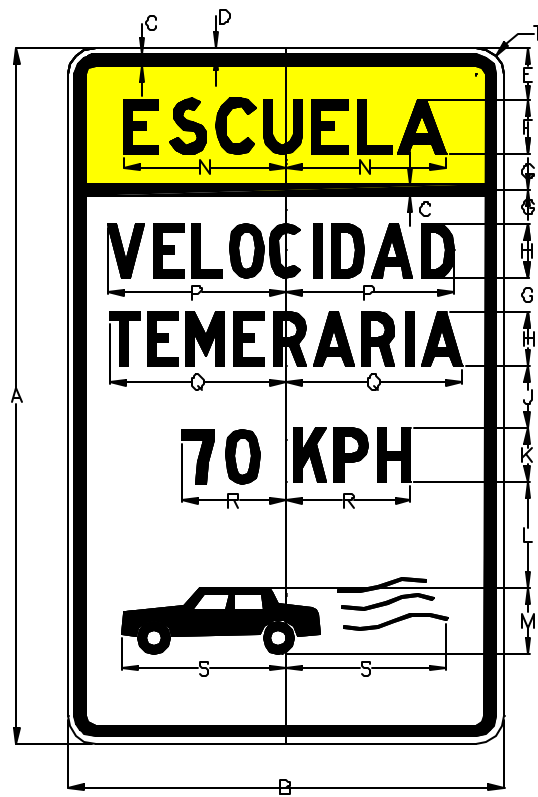


E-2-4

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
EST.	61.0	121.9	1.6	1.0	4.6	9.0	15C	3.3	16.1	12.5D	8.4
ESP.	91.4	182.9	2.4	1.5	6.9	13.5	25C	5.0	24.2	17.5D	12.6

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	M	N	P	Q	R	S	T	U	V	W
EST.	6.9	12.5B	8.7	13.3	12.1	22.7	22	25.1	21.2	3.8
ESP.	10.4	17.5B	14.5	22.1	16.9	31.7	30.7	37.7	31.8	5.7

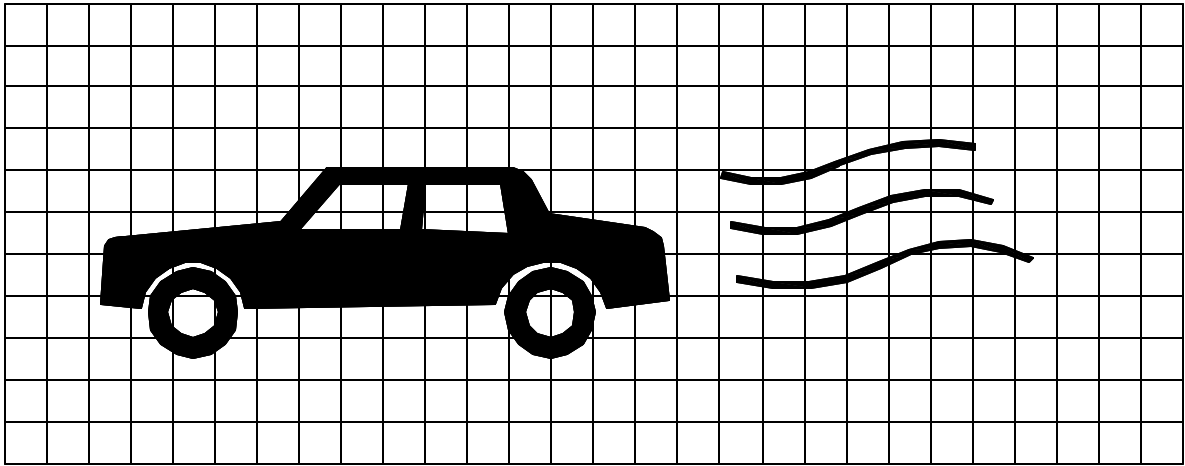


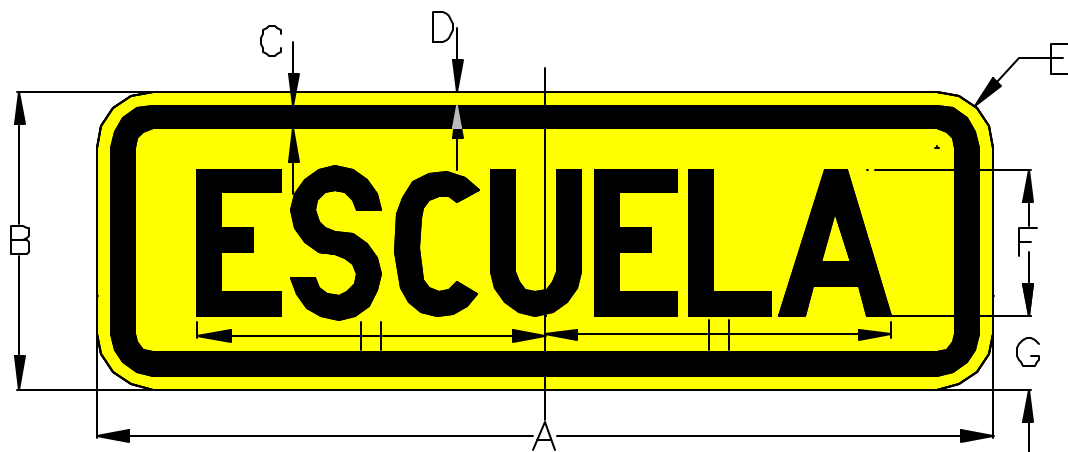


E-2-5

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	D	C	E	F	G	H	J	K
EST.	91.4	61.0	1.0	1.6	7.5	7.5D	5.0	7.5C	8.8	7.5D
ESP.	137.2	91.4	1.5	2.4	11.3	12.5D	7.5	12.5C	13.2	12.5D

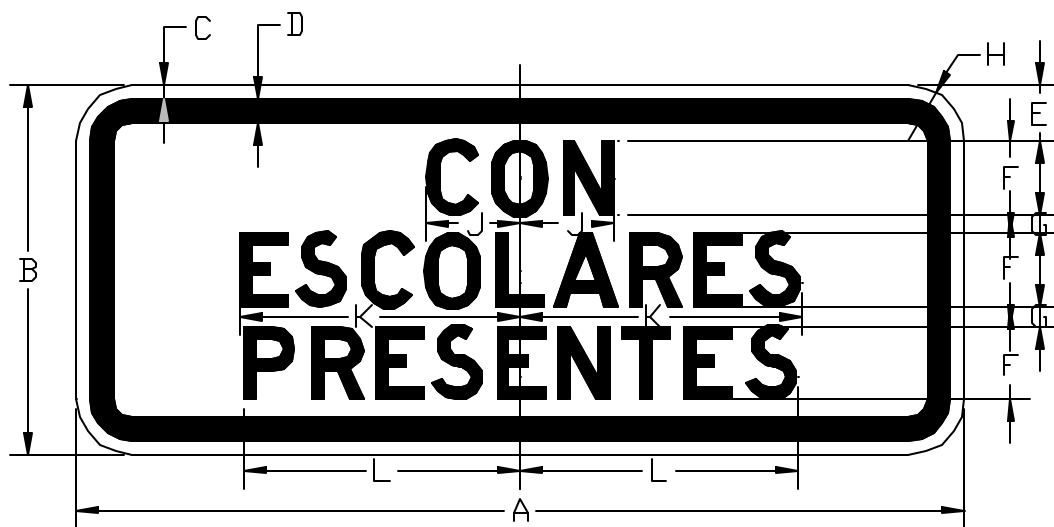
	L	M	N	P	Q	R	S	T
EST.	14.8	9.5	22.7	20.4	20.7	17.8	22.7	3.8
ESP.	22.2	14.3	37.7	33.7	34.3	29.6	34.0	5.7





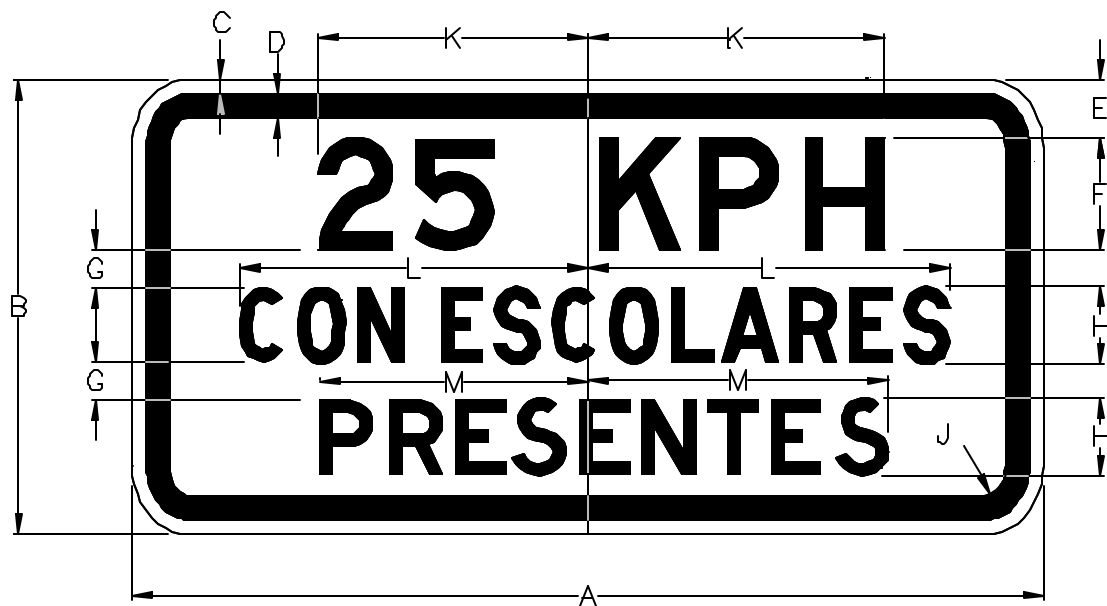
E-3-1

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
EST.	61.0	20.3	1.5	1.0	3.8	10C	5.0	21.6
ESP.	91.4	30.5	2.3	1.5	5.7	15C	7.5	32.6



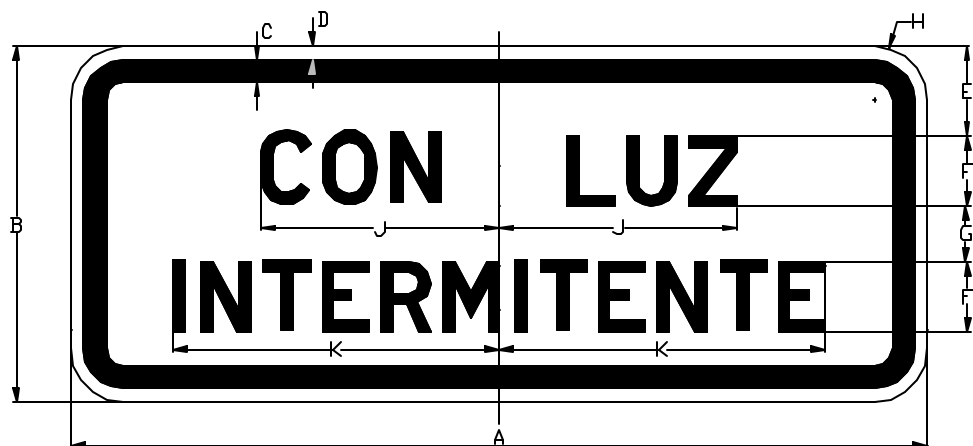
E-3-2

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
MIN.	61.0	25.4	1.0	1.6	3.9	5D	1.3	3.8	6.4	19.8	19.3
EST.	76.2	31.7	1.3	1.9	6.0	5D	2.3	4.8	6.4	19.8	19.3
ESP.	91.4	38.1	1.5	2.4	5.9	7.5D	2.0	5.7	9.7	29.7	29.0



E-3-3

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
MIN.	61.0	30.5	1.0	1.6	5.7	7.5C	1.6	5C	3.8	14.2	21.3	14.0
EST.	76.2	38.1	1.3	1.9	6.7	10C	2.4	5C	4.8	19.1	21.3	14.0
ESP.	91.4	45.7	1.5	2.4	6.7	12.5C	2.4	7.5C	5.7	23.9	31.5	20.7



E-3-4

	DIMENSIONES (CENTIMETROS)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
MIN.	61.0	25.4	1.6	1.0	6.5	5D	3.9	3.8	17.3	23.4
EST.	76.2	31.7	1.9	1.3	6.5	7.5D	3.9	4.8	25.9	35.1
ESP.	91.4	38.1	2.4	1.5	9.7	7.5D	5.9	5.7	25.9	35.1

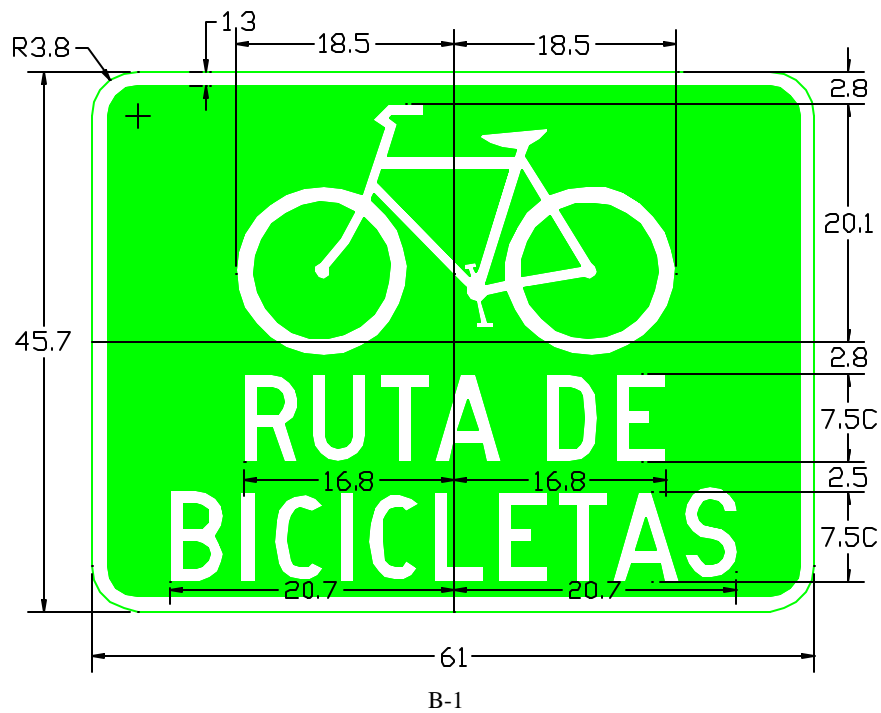


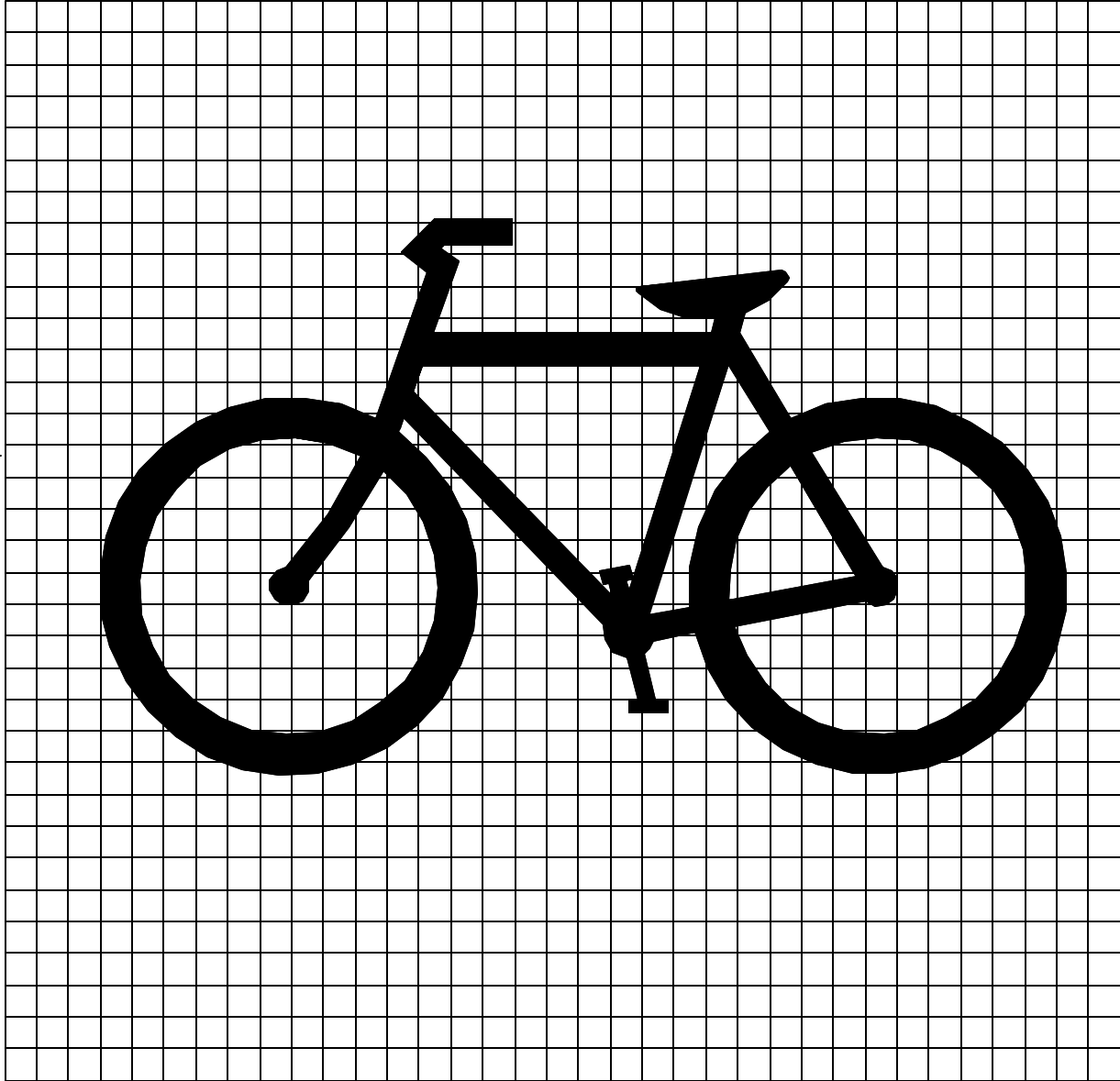
E-3-5

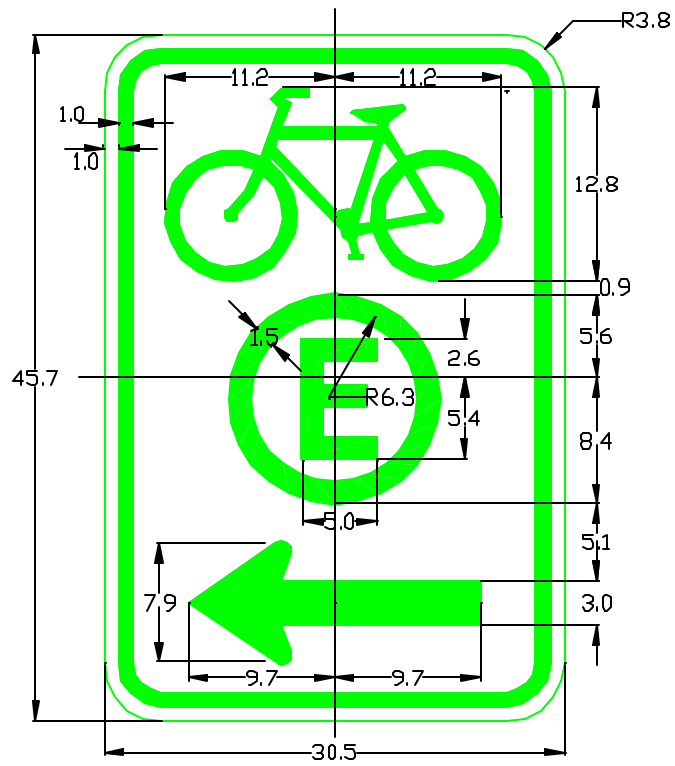
	DIMENSIONES (CENTIMETROS)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
MIN.	61.0	30.5	1.6	1.0	5.7	7.5C	1.6	5C	3.8	14.5	11.3	17.1
EST.	76.2	38.1	1.9	1.3	6.7	10C	2.4	5C	4.8	19.1	11.3	17.1
ESP.	91.4	45.7	2.4	1.5	6.7	12.5C	2.4	7.5C	5.7	23.9	16.8	25.2

## **Señales en Rutas de Bicicletas**

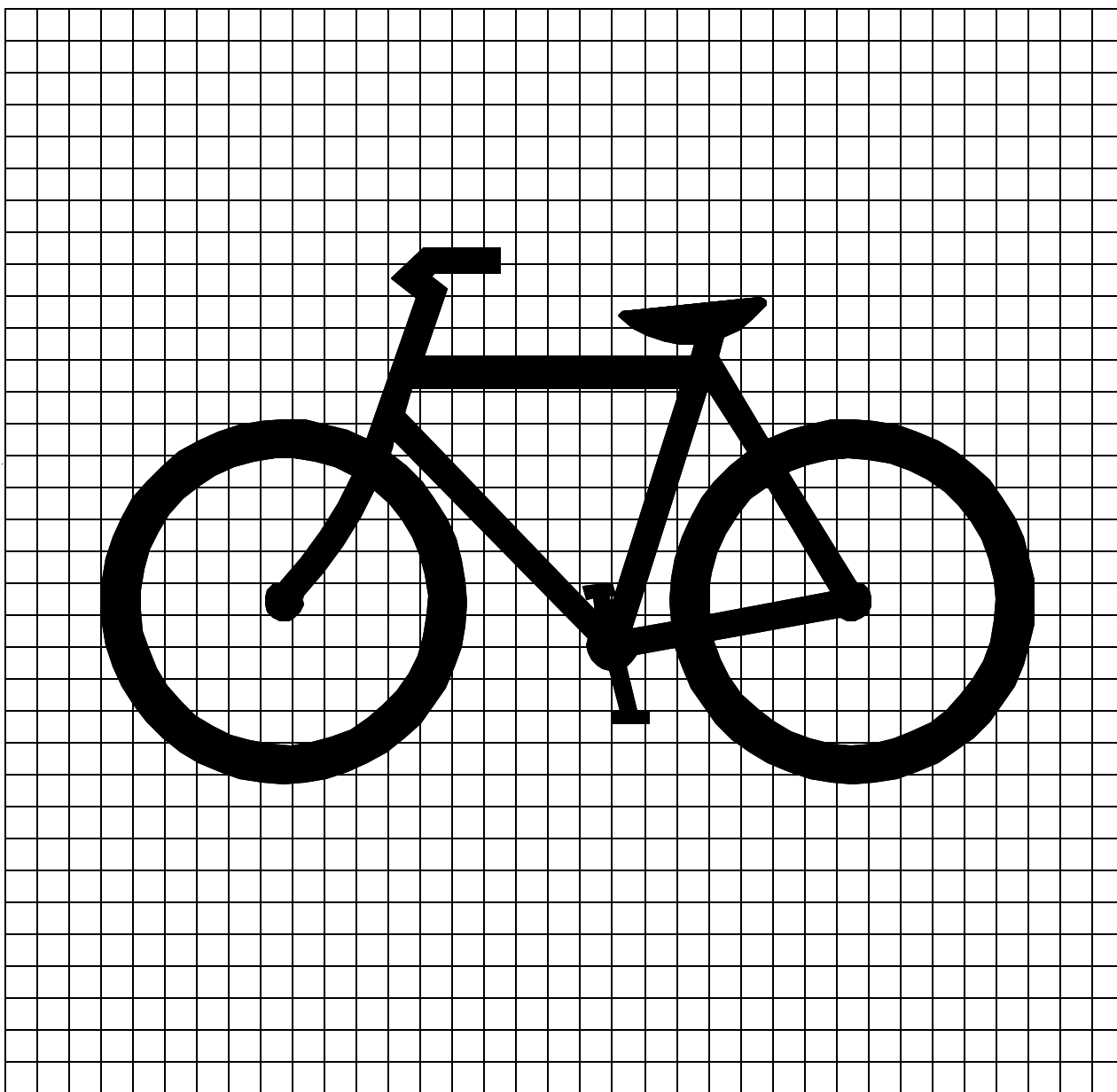


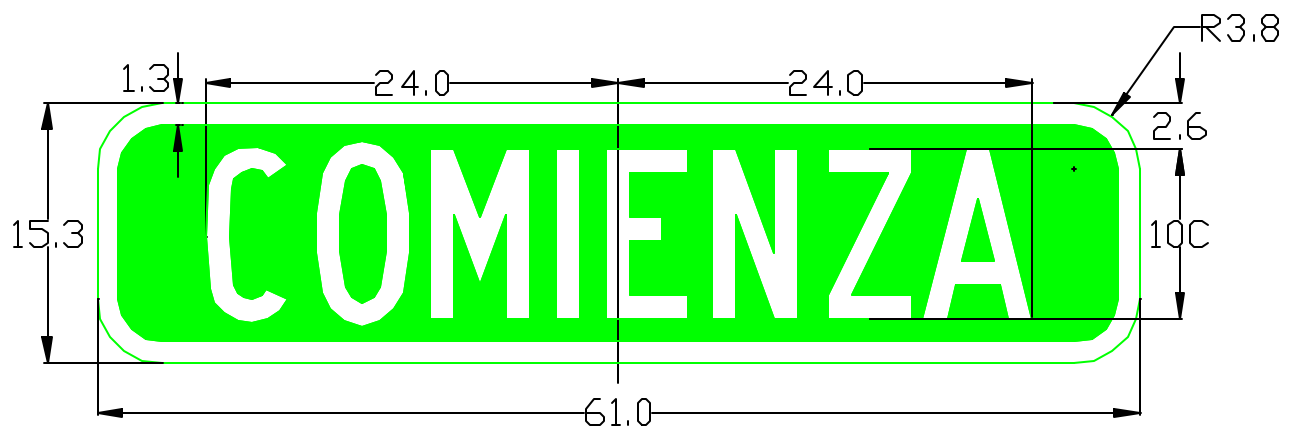




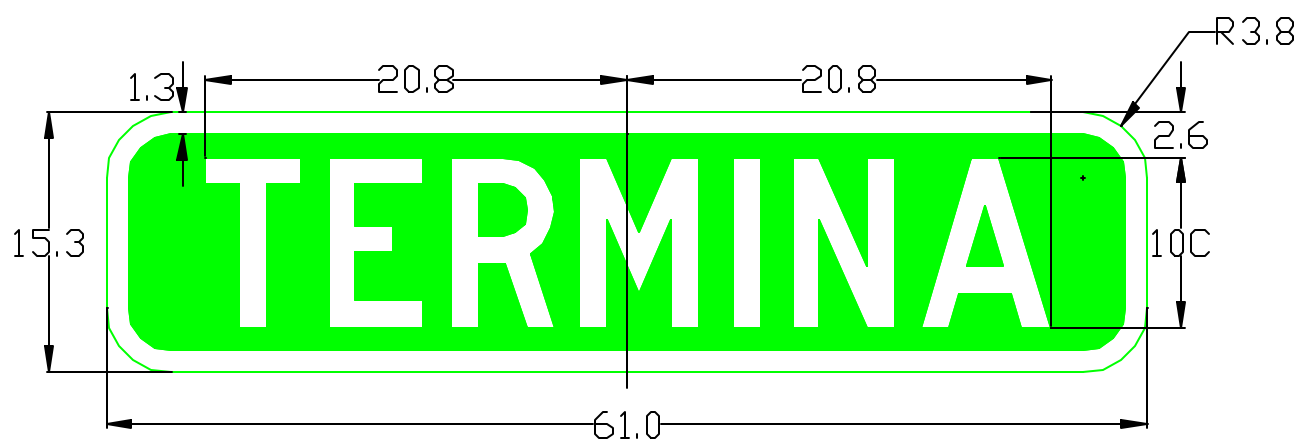


B-2



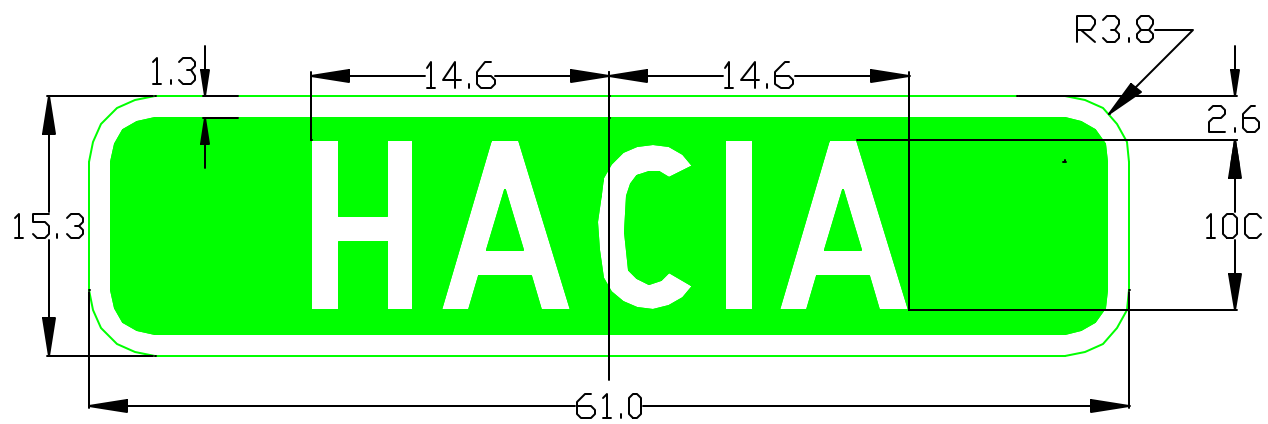


B-3-1

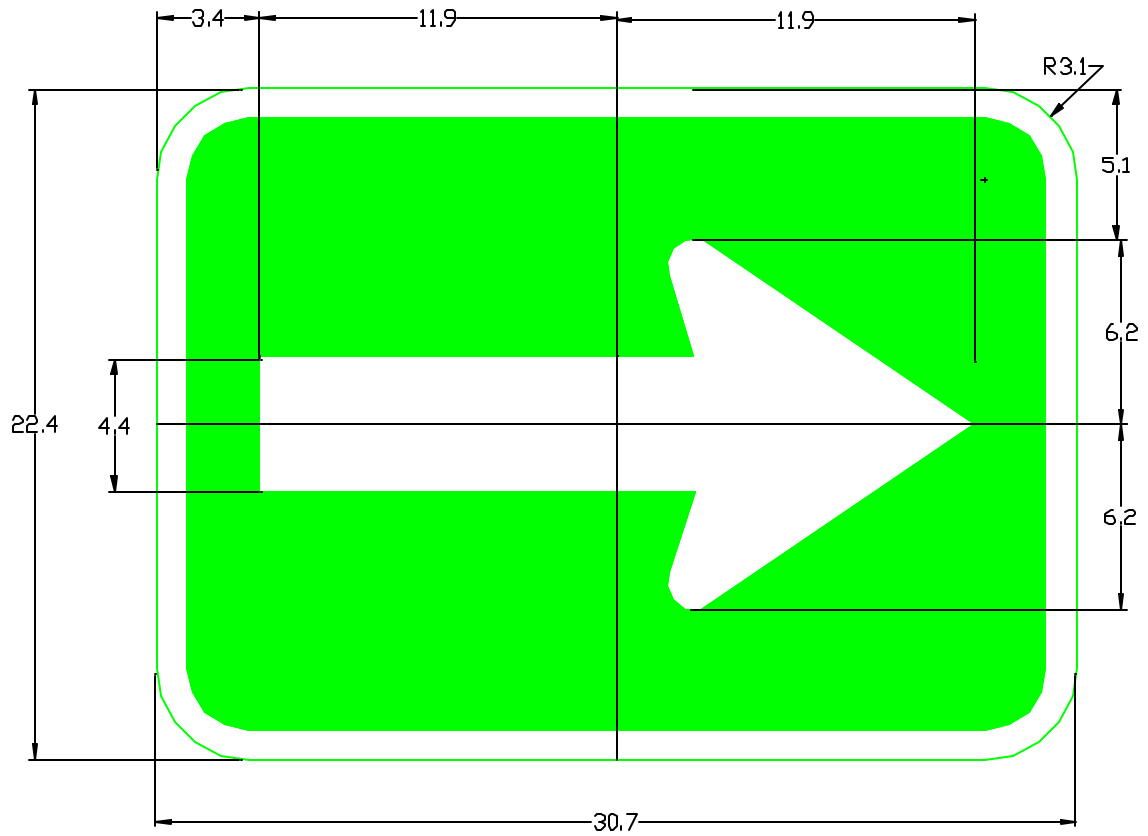


B-3-2

C.1214

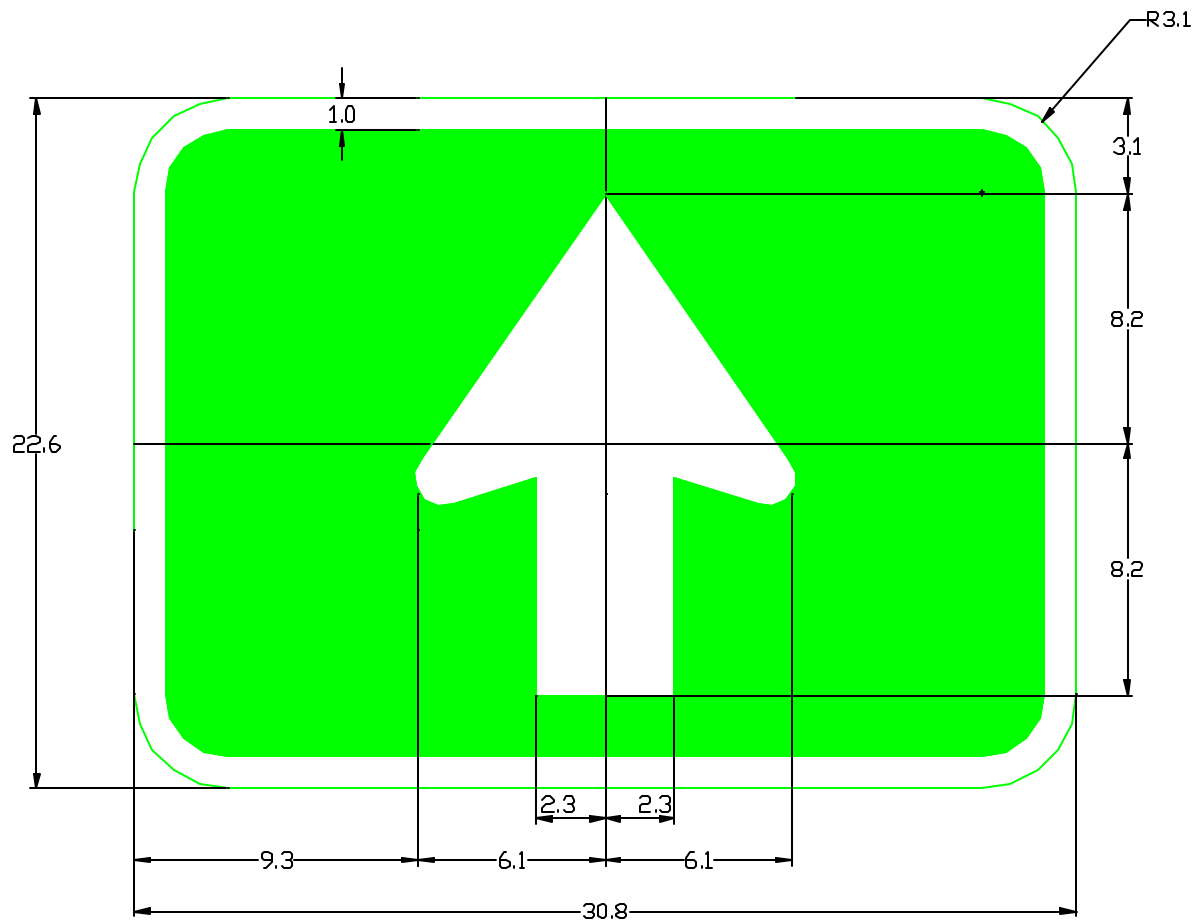


B-3-3

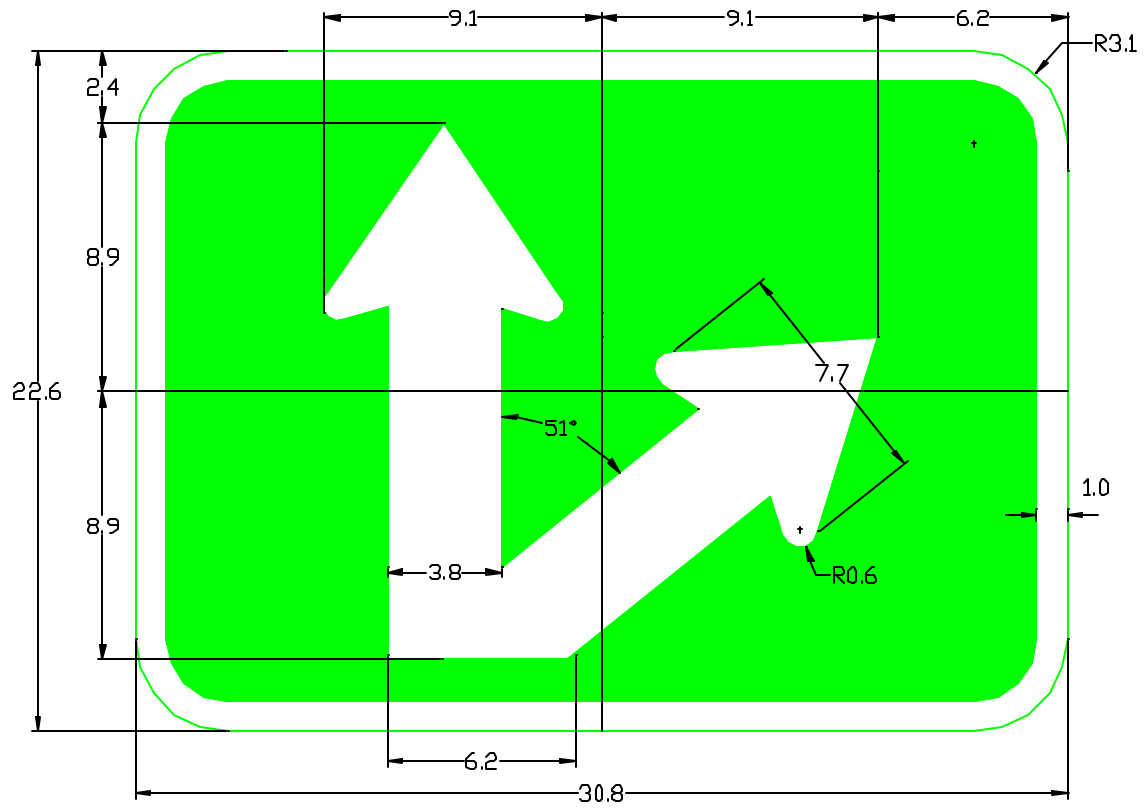


B-4-1

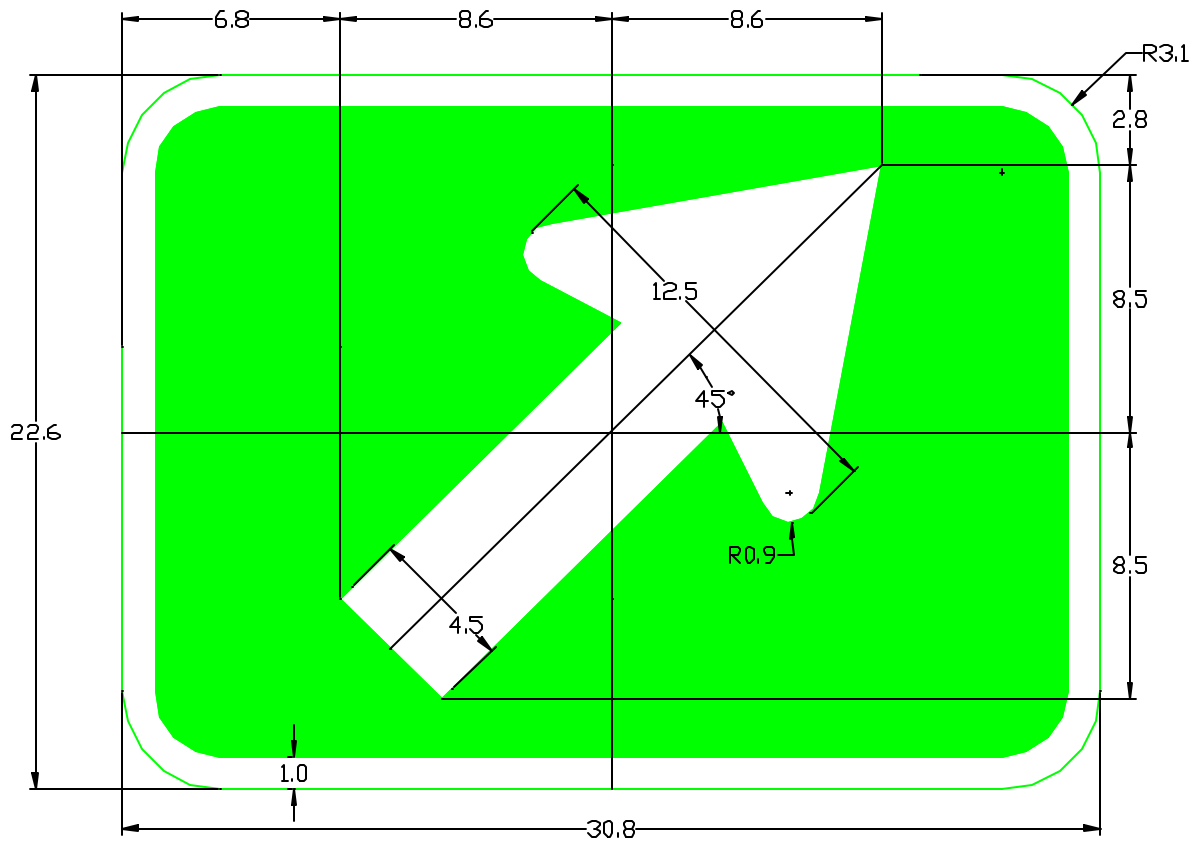




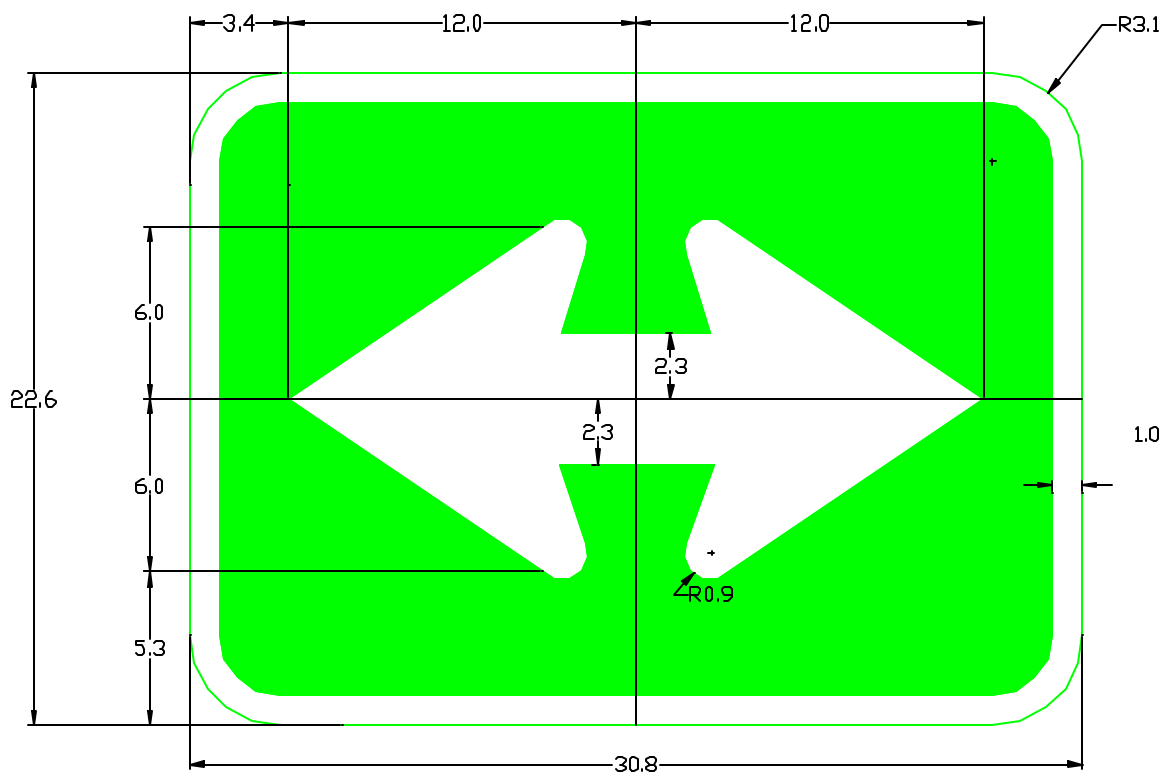
B-4-2



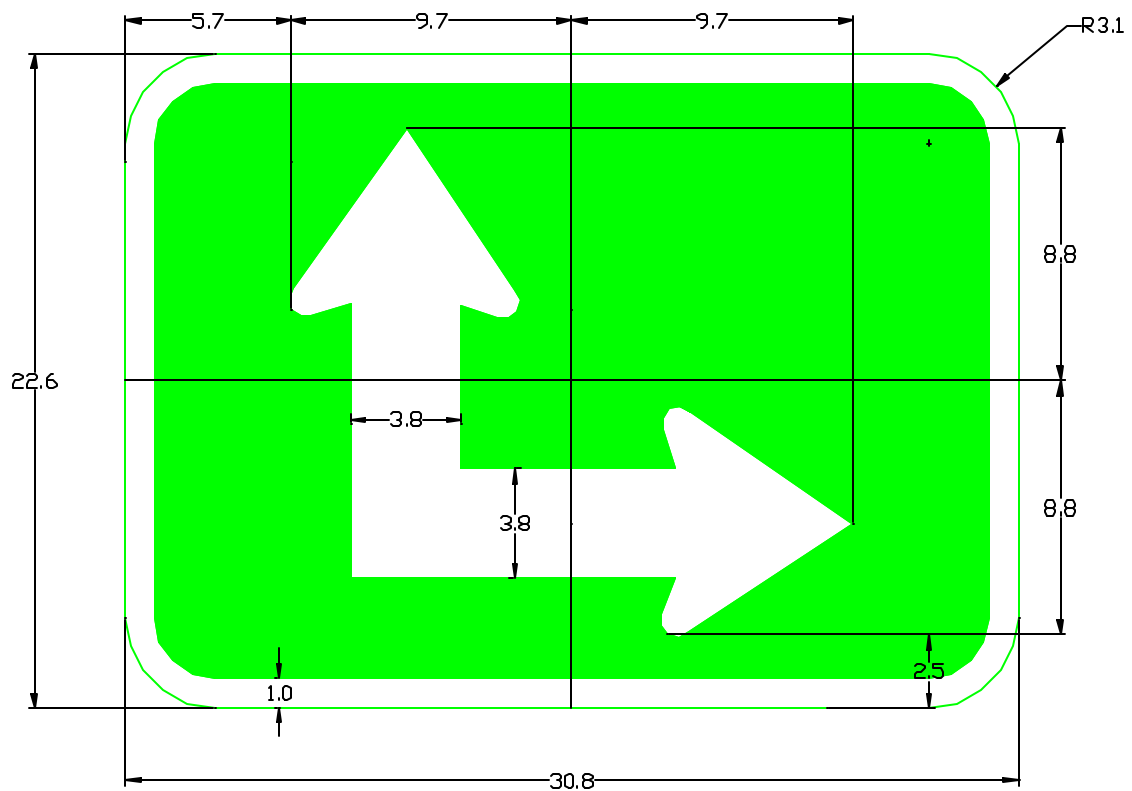
B-4-3



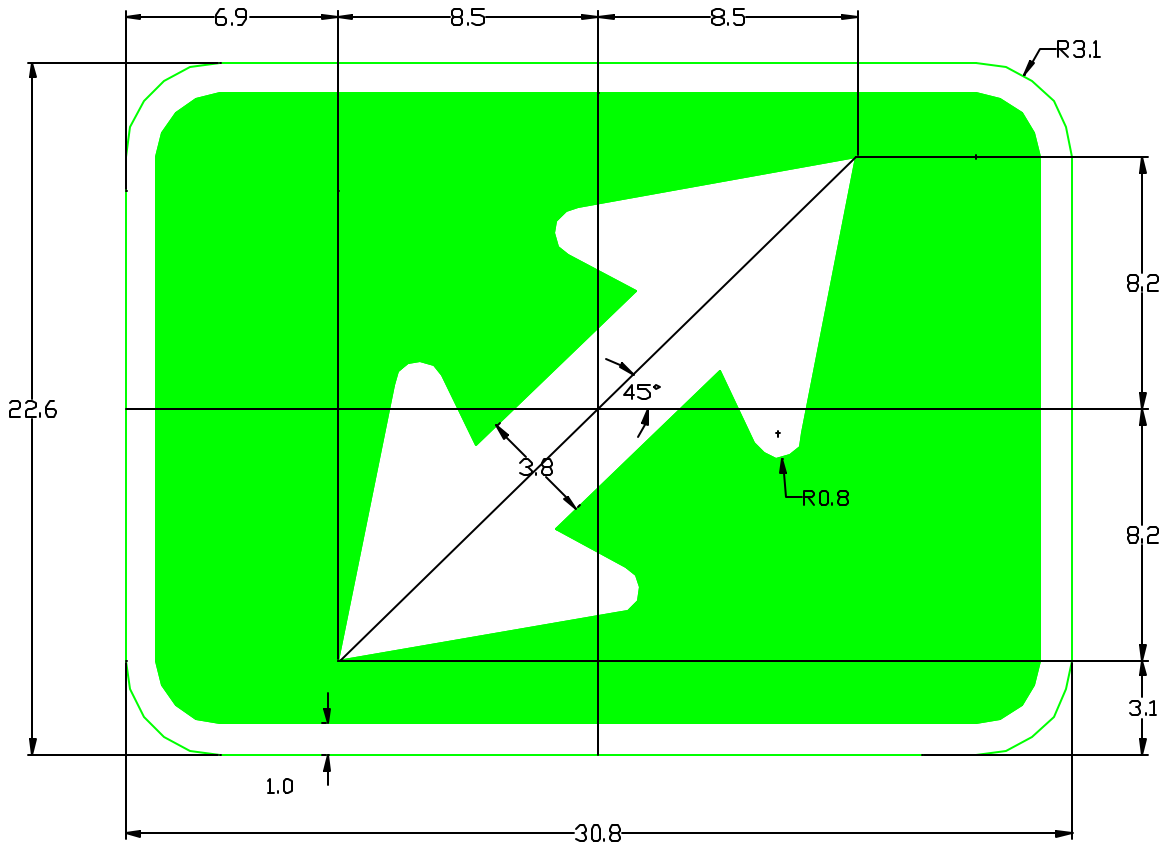
B-4-4



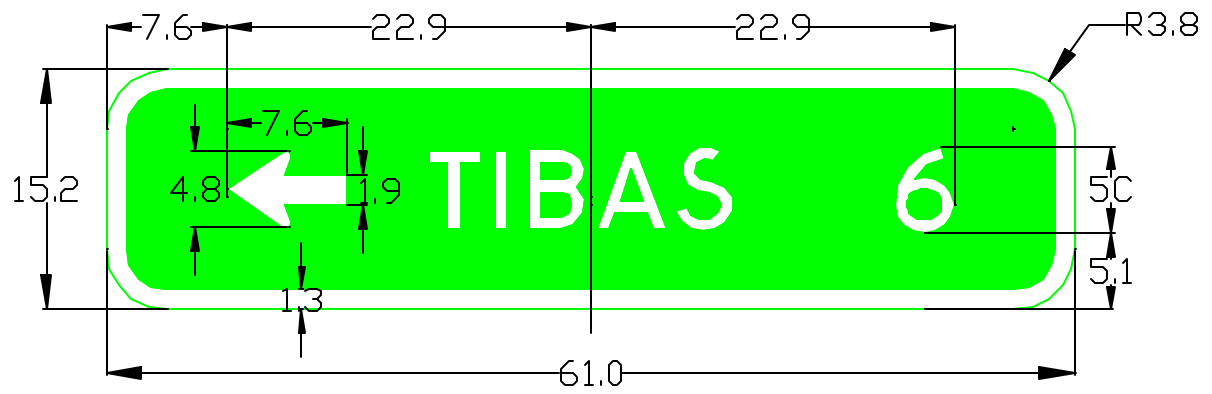
B-4-5



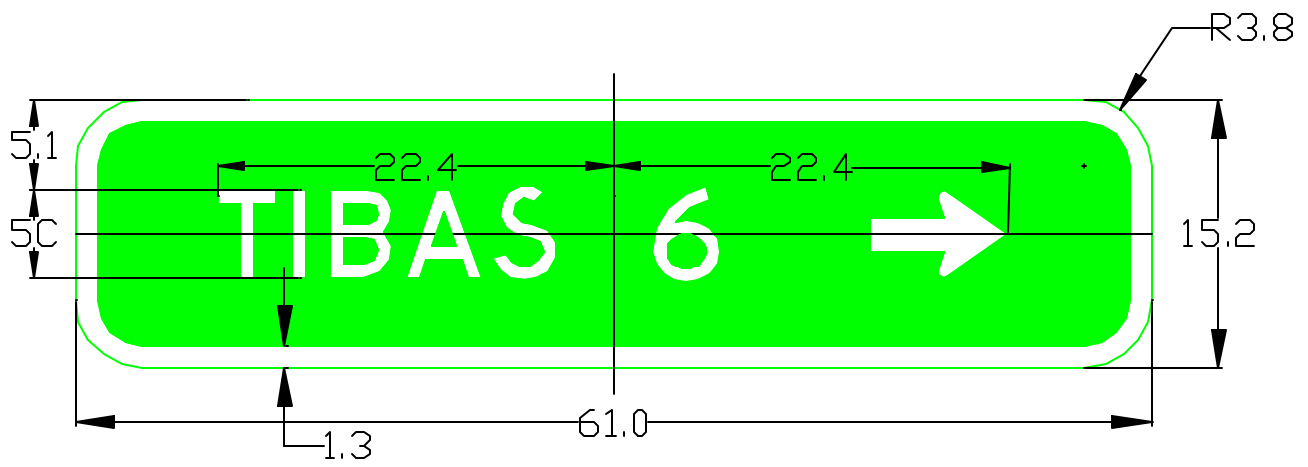
B-4-6



B-4-7

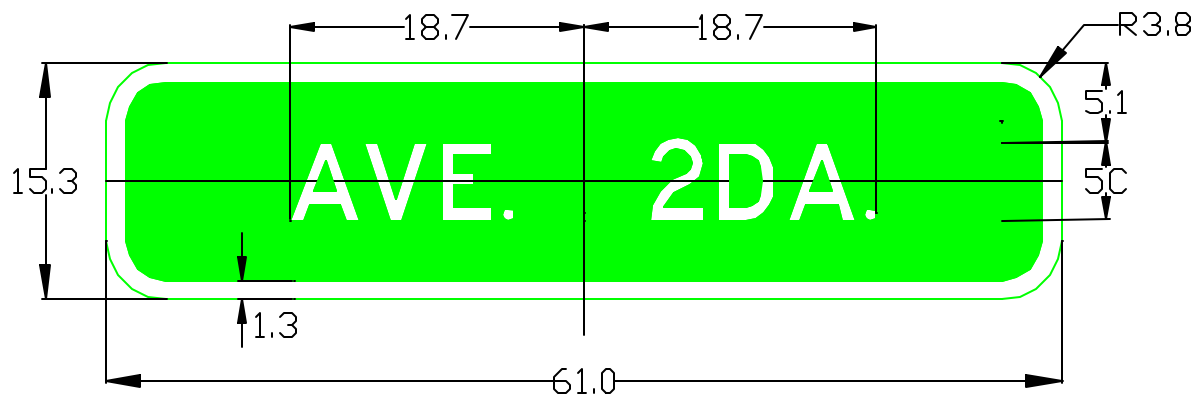


B-5-1



B-5-2





B-5-3



### C.3 Alfabeto Estándar para Demarcación en el Pavimento

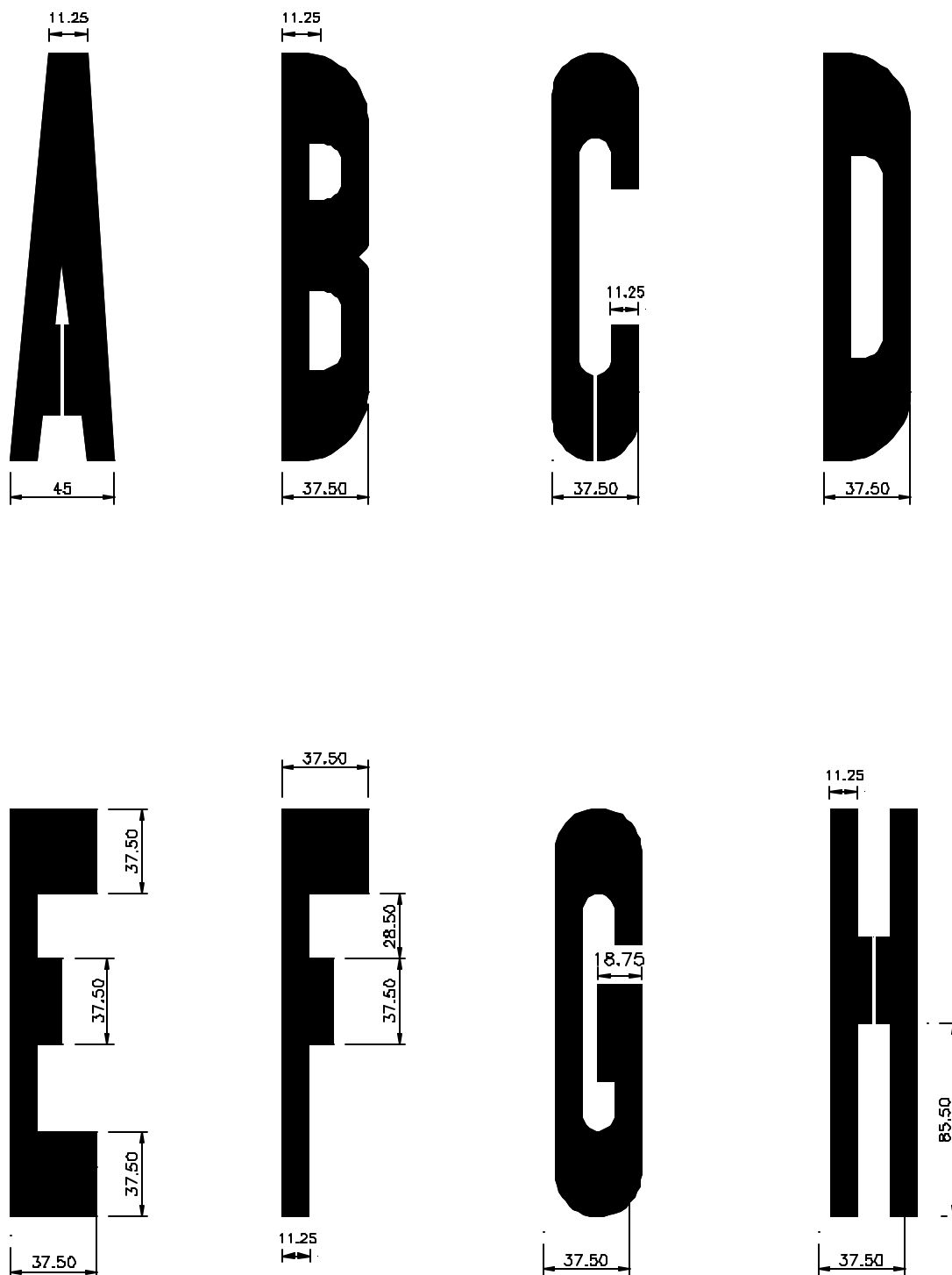


Figura C.7 Alfabeto estándar para marcas en el pavimento, velocidad menor o igual a 60 km/h

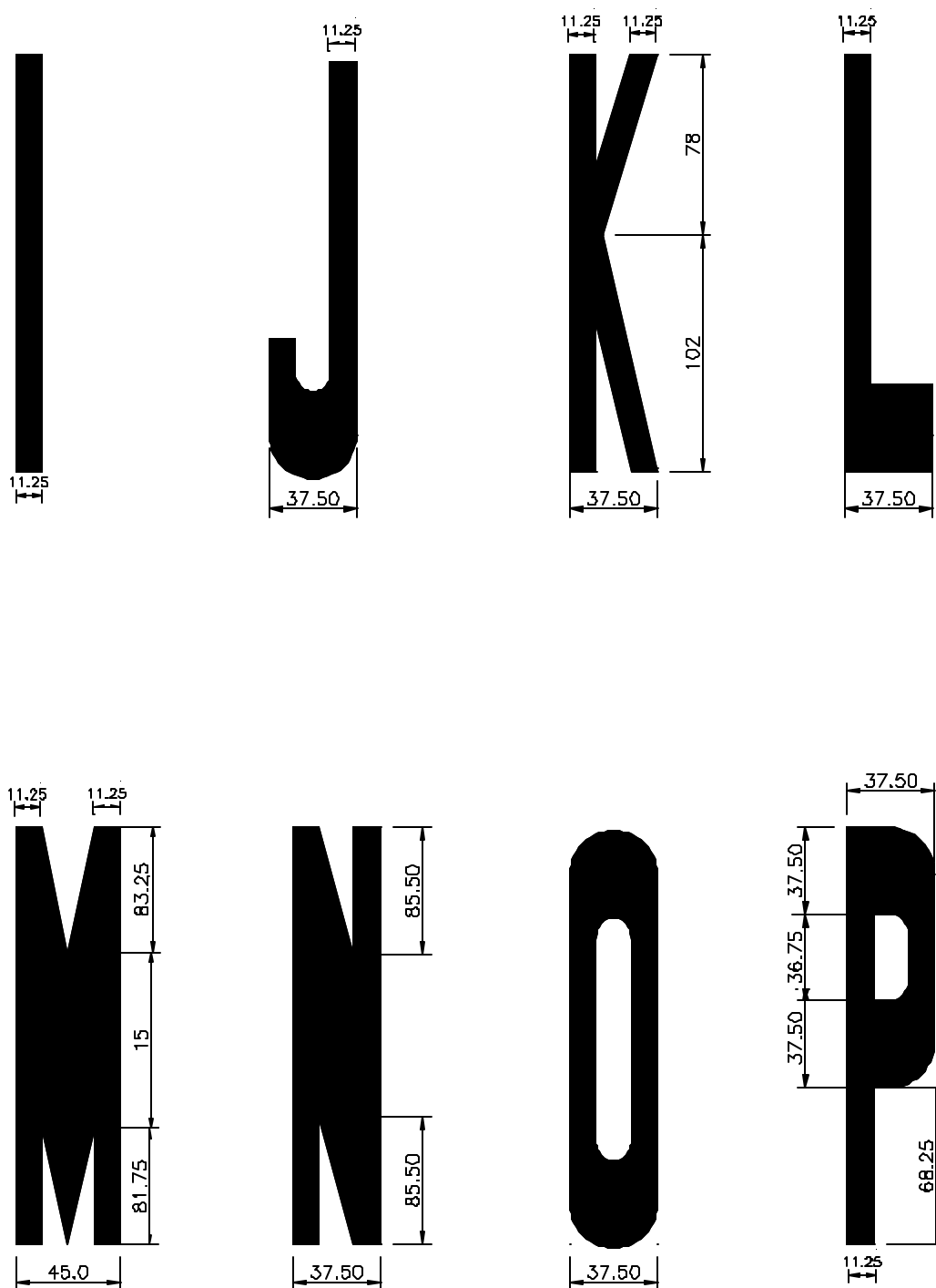


Figura C.7 Alfabeto estándar para marcas en el pavimento, velocidad menor o igual a 60 km/h.

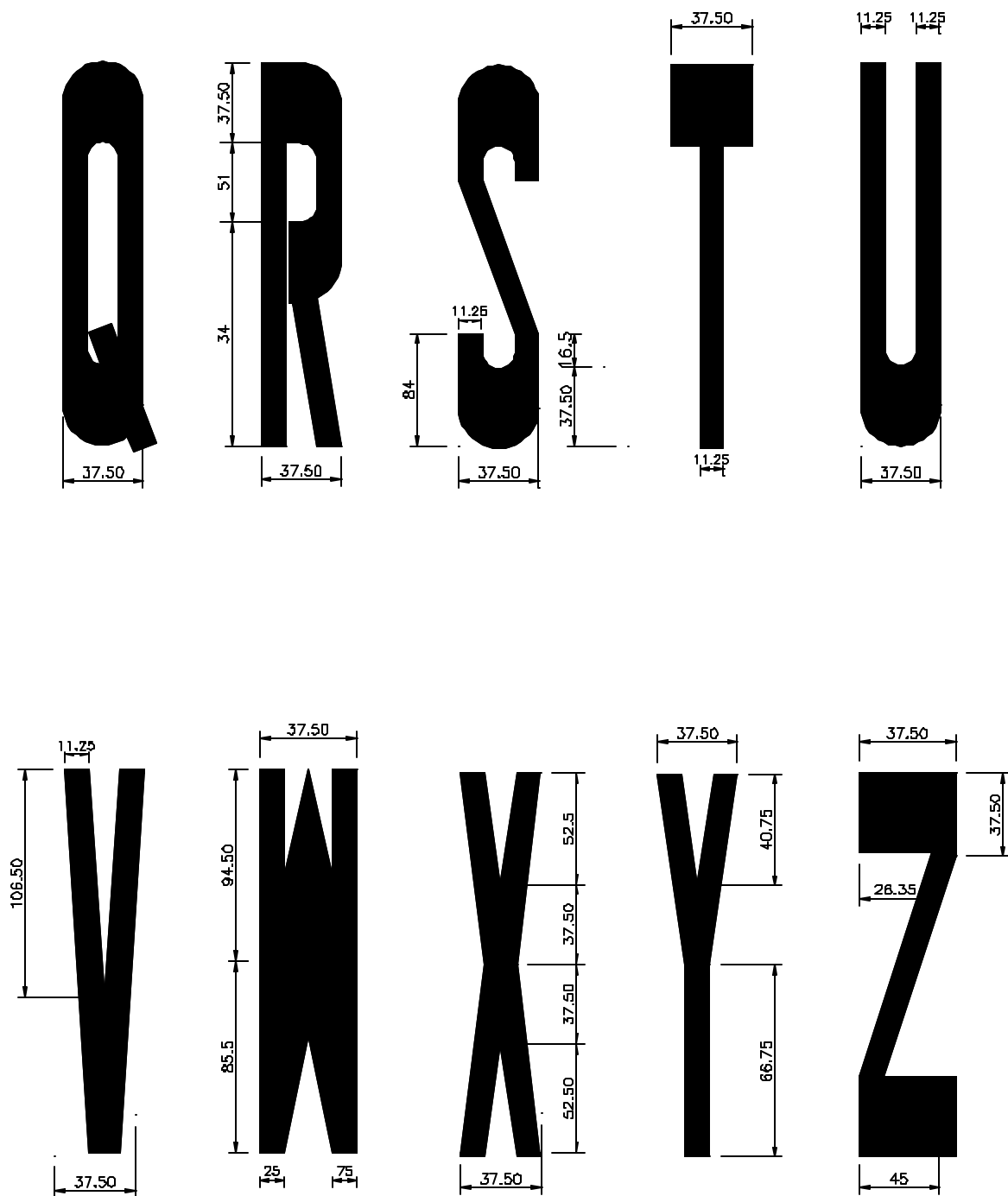


Figura C.7 Alfabeto estándar para marcas en el pavimento, velocidad menor o igual a 60 km/h.

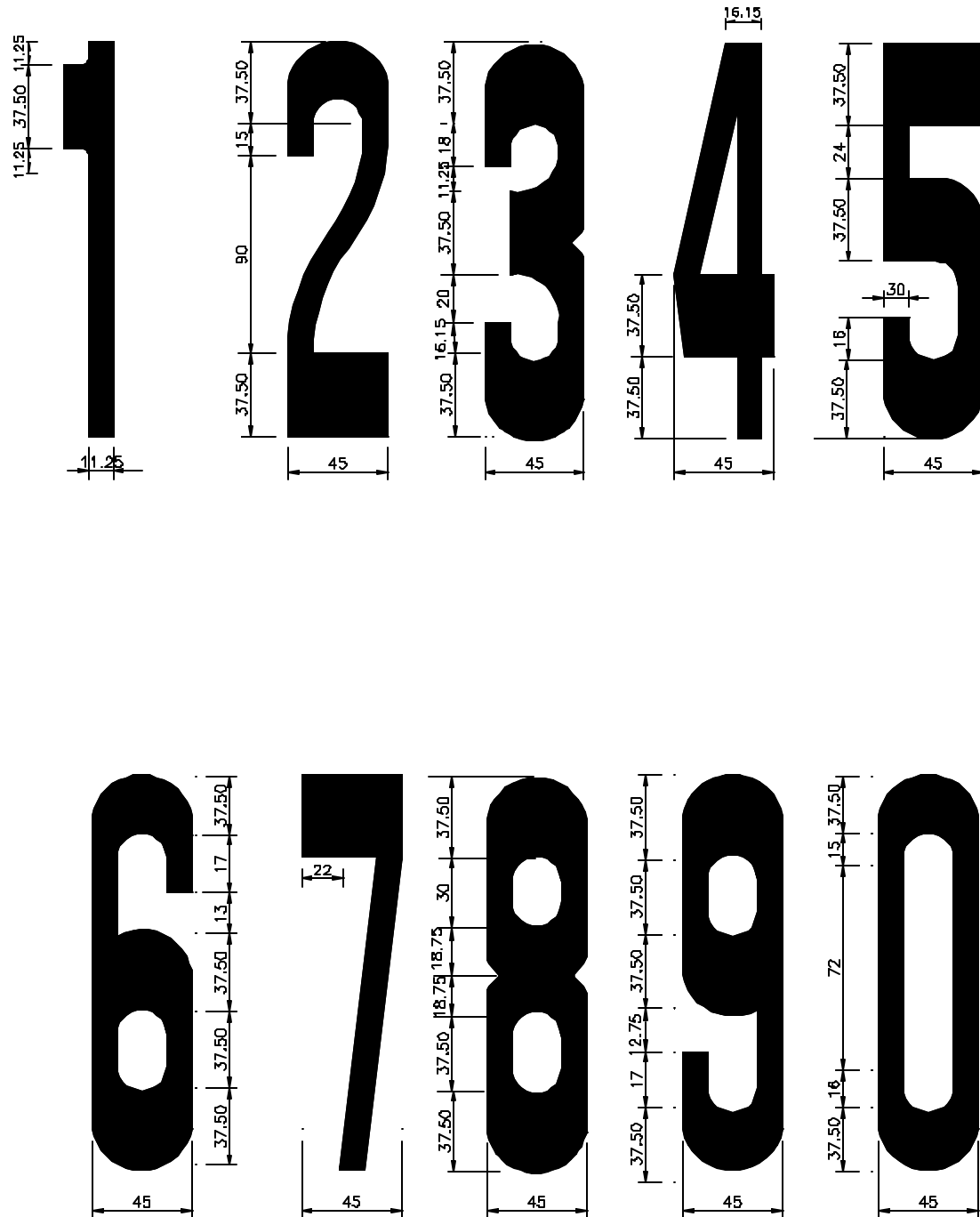


Figura C.7 Alfabeto estándar para marcas en el pavimento, velocidad menor o igual a 60 km/h.

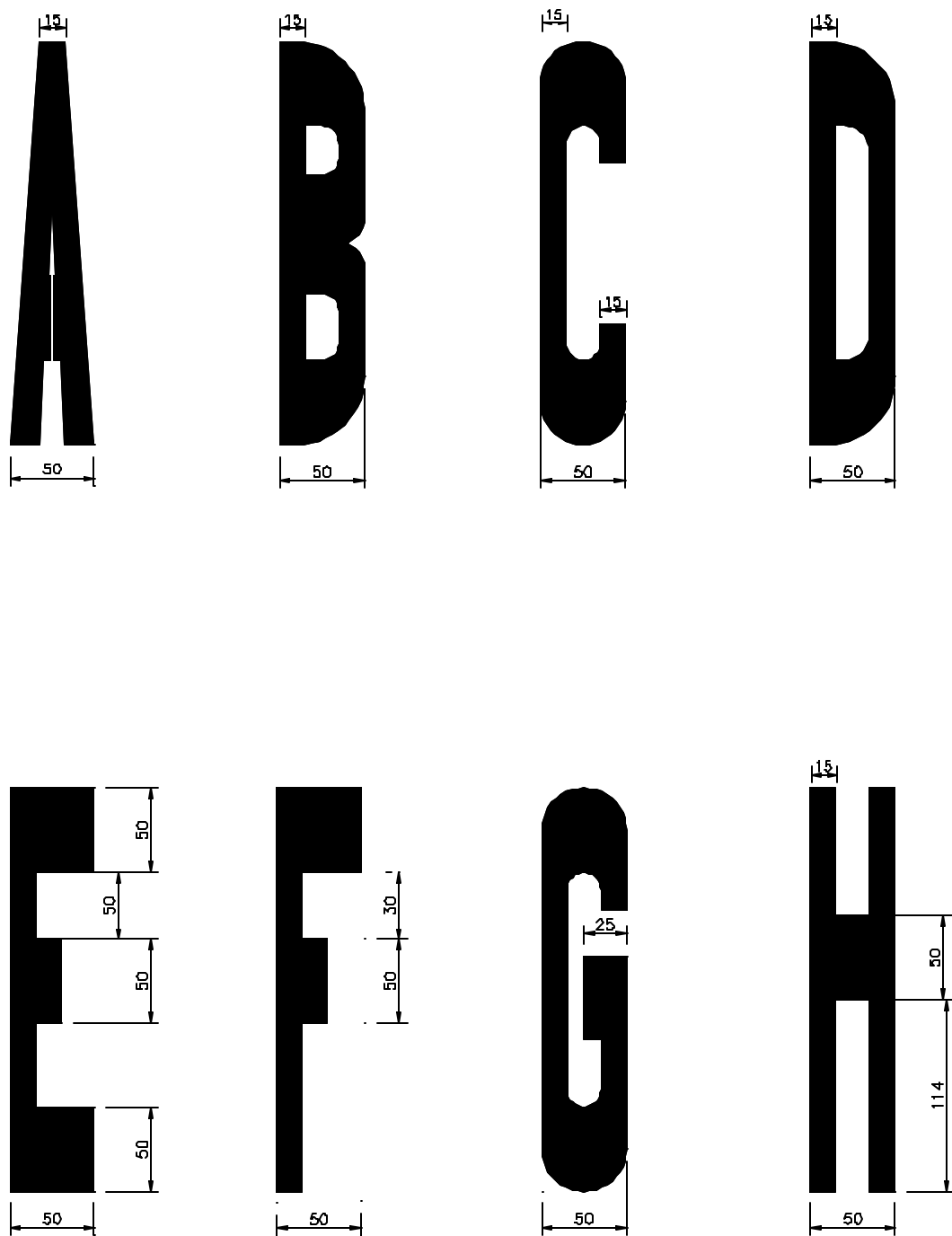


Figura C.8 Alfabeto estándar para marcas en el pavimento, velocidad mayor a 60 km/h.

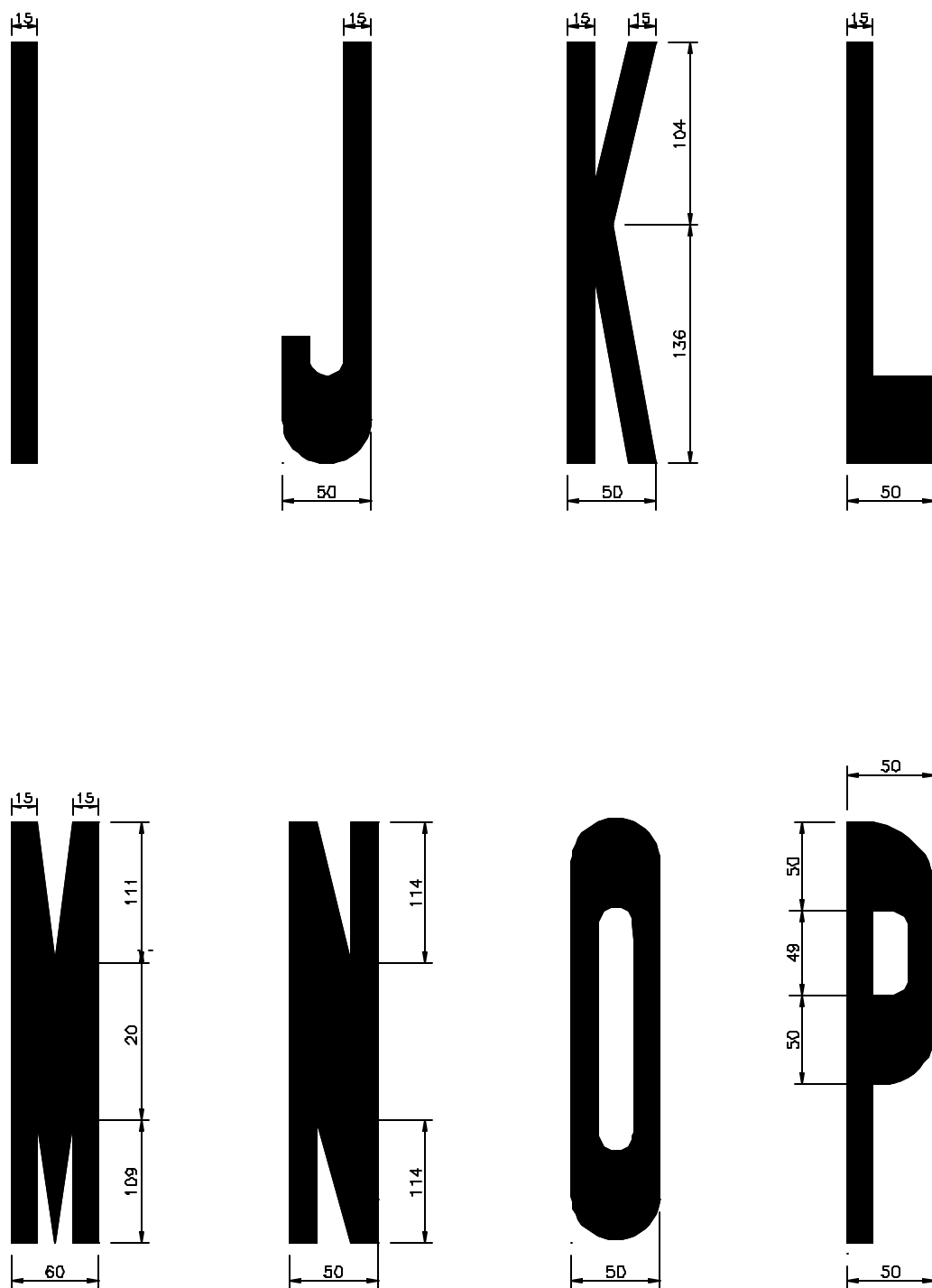


Figura C.8 Alfabeto estándar para marcas en el pavimento, velocidad mayor a 60 km/h.



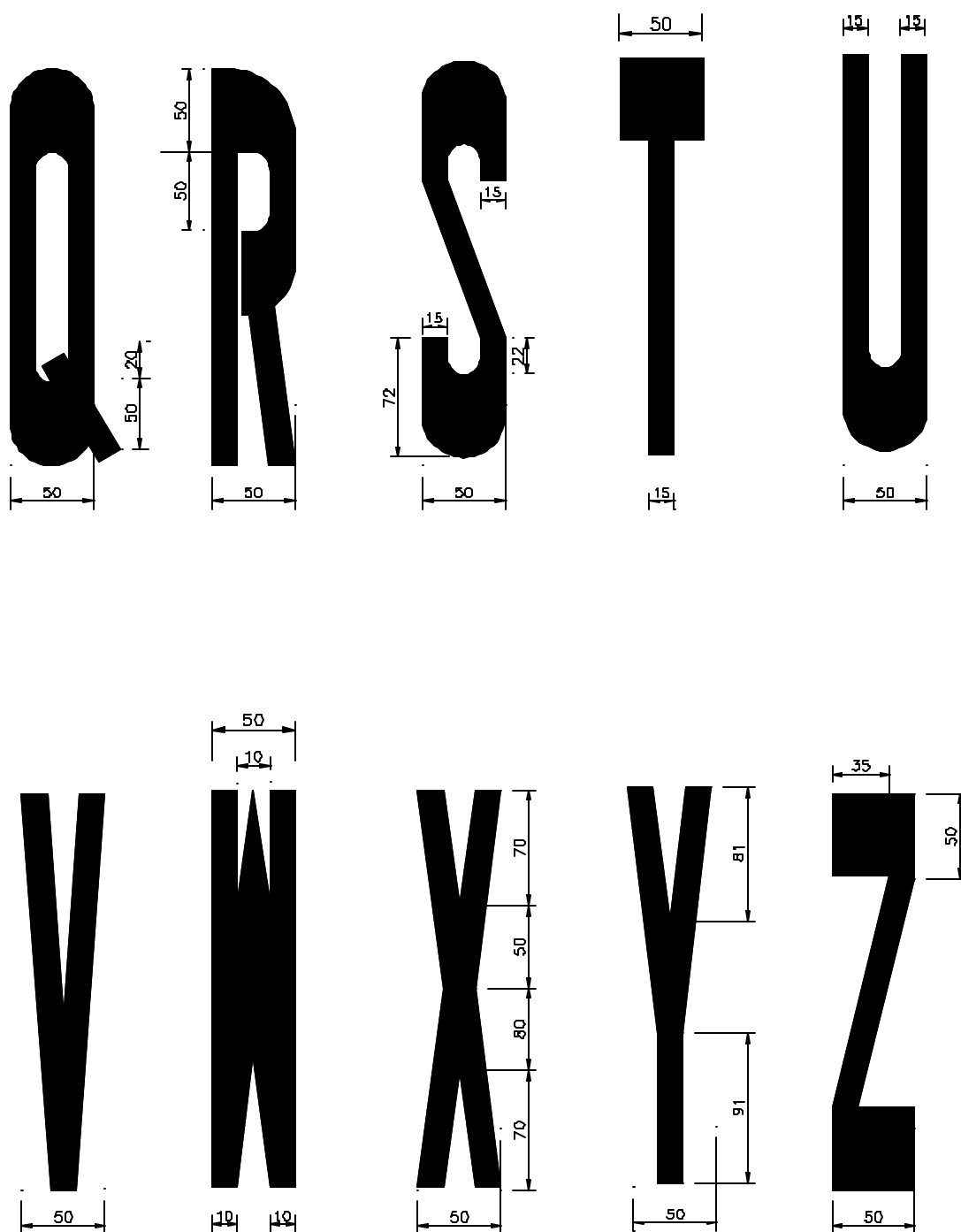


Figura C.8 Alfabeto estándar para marcas en el pavimento, velocidad mayor a 60 km/h.

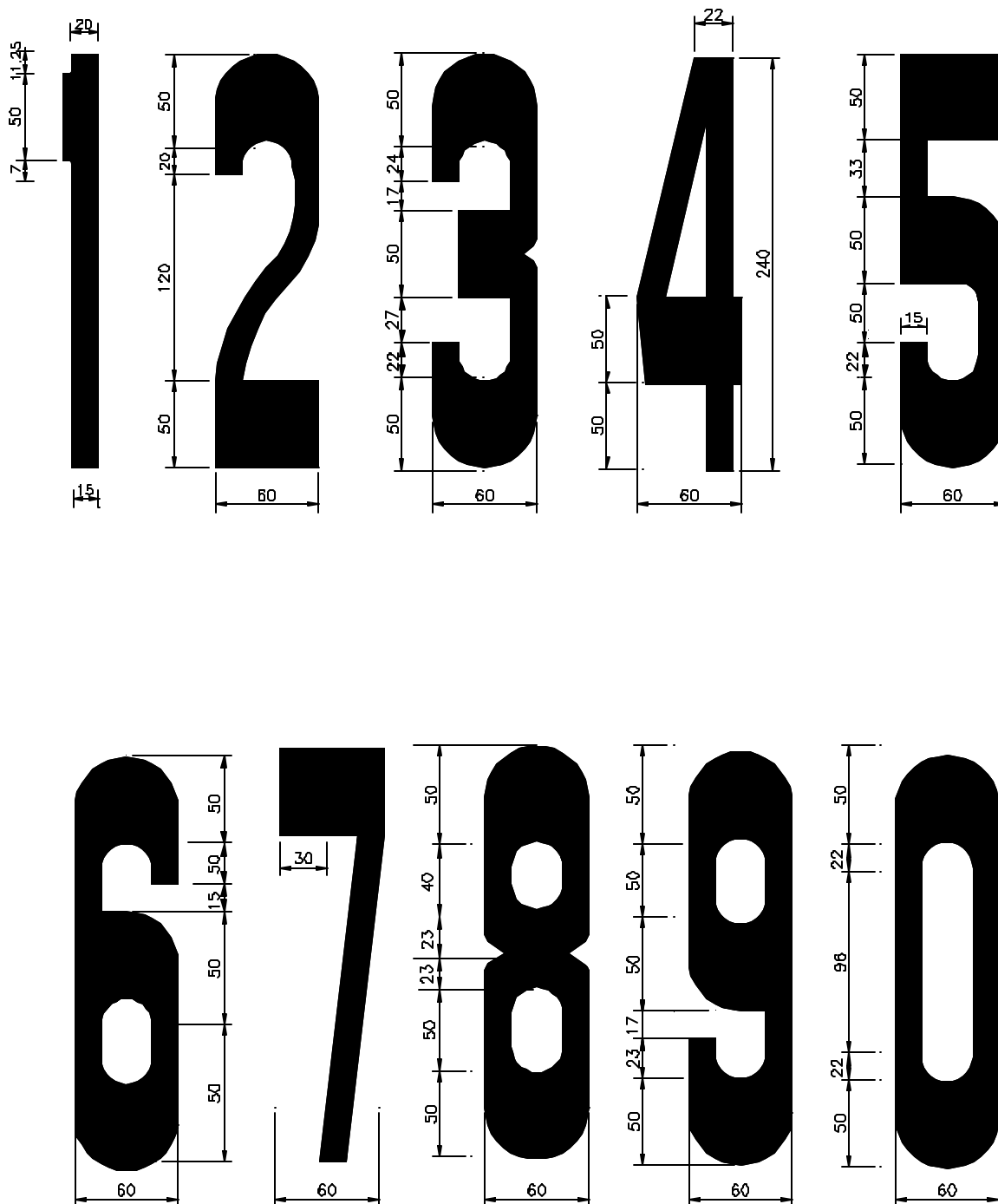


Figura C.8 Alfabeto estándar para marcas en el pavimento, velocidad mayor a 60 km/h.

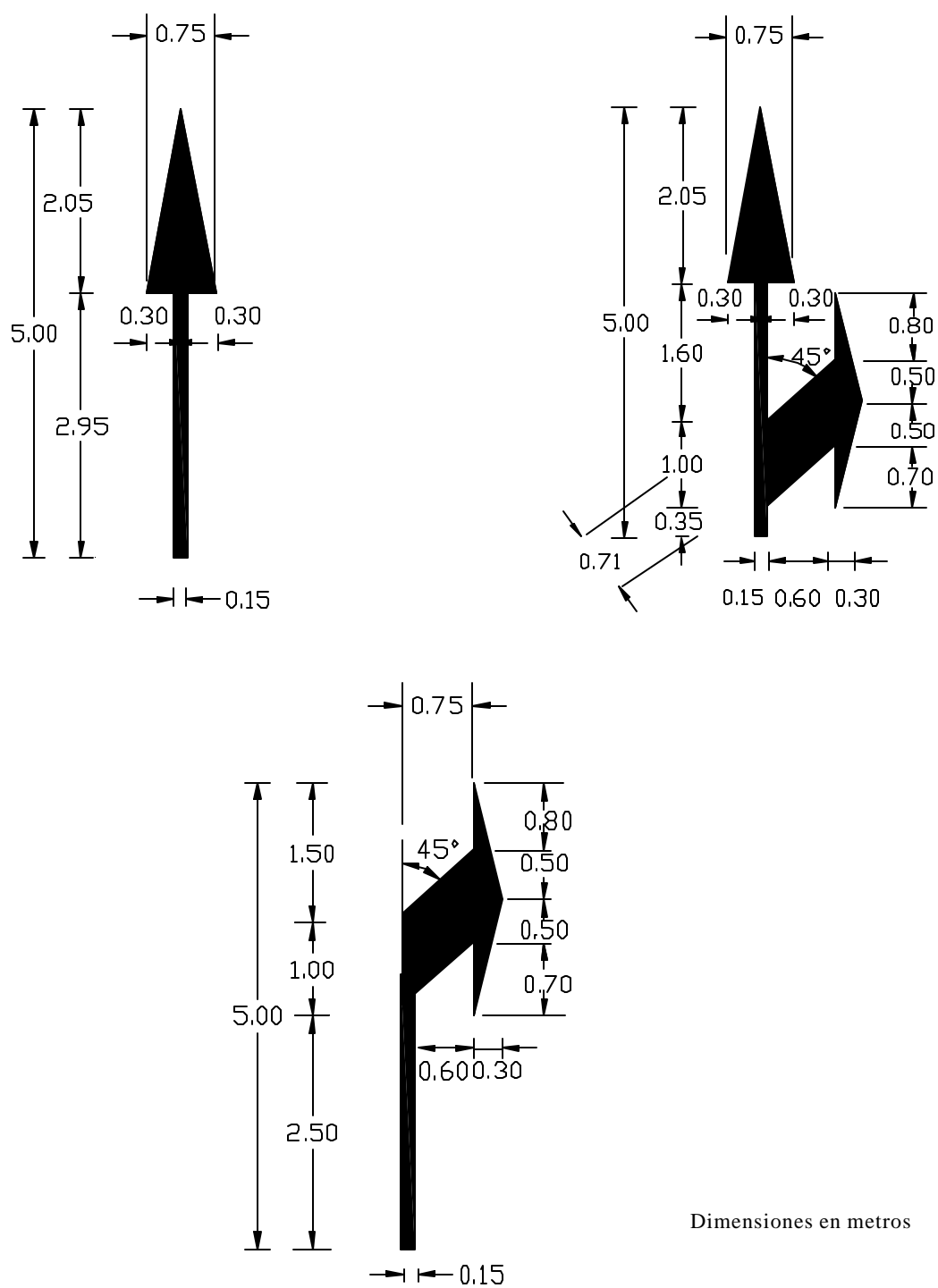
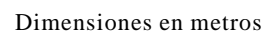
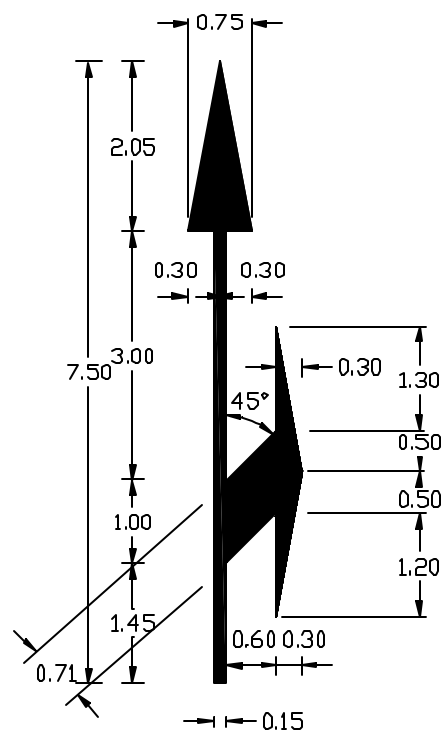


Figura C.9 Flechas para demarcación en el pavimento, velocidad menor o igual a 60 km/h.



C.1236

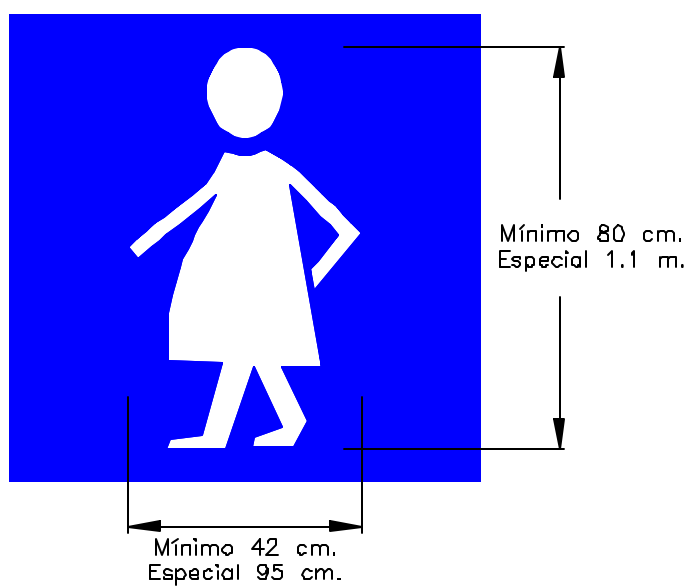
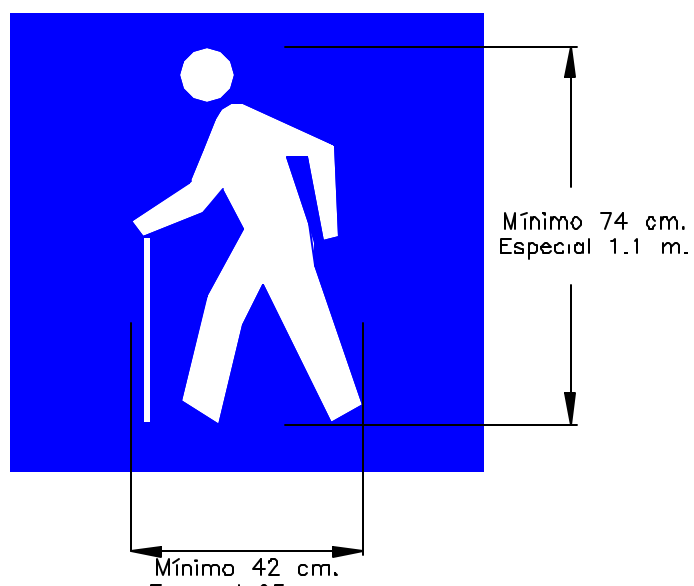
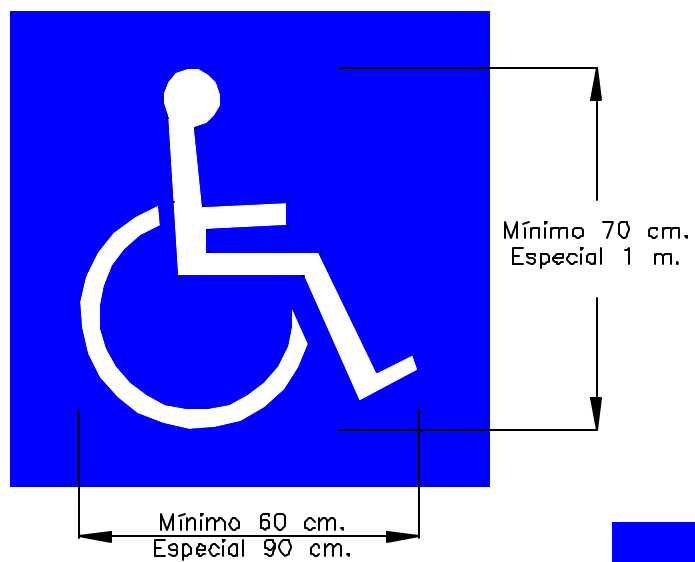


Figura C.11  
Dimensiones de los símbolos estándar para  
zonas de estacionamiento restringido.

**Anexo D**  
**Resumen Selecto de Normas y Especificaciones de Materiales**

## Anexo D

### Resumen Selecto de Normas y Especificaciones de Materiales

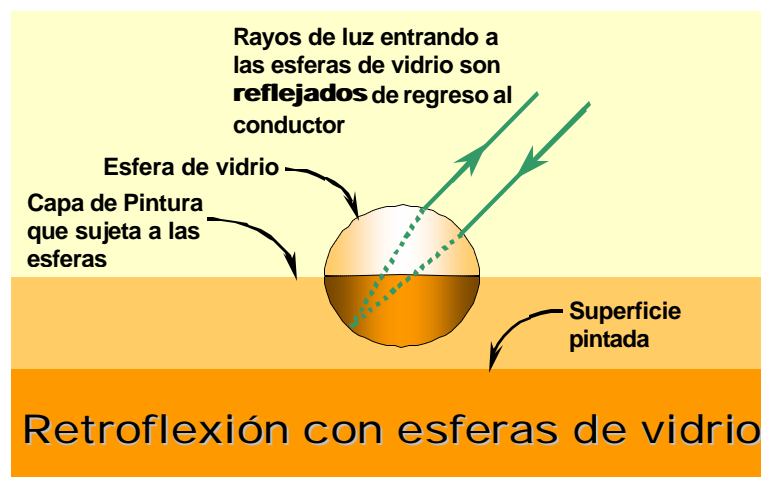
#### D.1 Materiales Retroreflectivos

##### D.1.1 Principios Básicos de Retroreflexión

El principio básico de la retroreflectividad consiste en devolver de forma paralela la luz emitida por una fuente. Esto se logra a través del uso de reflectores esféricos o reflectores con esquinas cúbicas, tal y como se muestra en la Figura . La fuente es normalmente la luz delantera de los vehículos, y su unidad de medida es la candela. La luz en la superficie de la señal se mide en unidades de lux. La luz que retorna al observador cerca de la fuente se denomina luminosidad y se mide en candelas por metro cuadrado. Luminosidad es lo que observan los conductores cuando las luces delanteras iluminan la señal.

Los materiales retroreflectivos son contruidos con vidrios microgranulares o microprismas que les brindan las propiedades retroreflectivas. El coeficiente de reflexión que se usa para distinguir los diferentes materiales retroreflectivos se representa por las letras " $R_A$ ". Este coeficiente se define como la relación entre la cantidad de luz que se refleja en el material retroreflectivo con respecto a la cantidad que sale de la fuente. El coeficiente ( $R_A$ ) se expresa en unidades de candelas por lux por metro cuadrado ( $\text{cd/lx/m}^2$ ). Cuanto mayor sea  $R_A$ , más claro es el material para el conductor.

La retroreflectividad de las láminas de material se determina con relación a la angularidad. Esta se define por el ángulo de entrada de la luz y por el ángulo de observación del conductor. El ángulo de entrada de la luz se forma entre el rayo de luz golpeando la superficie de la señal y una línea perpendicular a esta superficie, mientras que el ángulo de observación es el que forman el rayo de luz que incide en la señal y el rayo reflejado que observa el conductor. Estos ángulos varían al disminuir la distancia entre el vehículo y la señal. Además, el ángulo de entrada es función de la localización de la señal con respecto al vehículo, y el ángulo de observación es función de la altura del ojo del conductor con respecto a los focos del vehículo.



**Figura D.1**  
Ilustración del Principio de retroreflección

#### D.2

La luminosidad de la señal es más sensible cuando varía el ángulo de observación, por lo que este ángulo juega un mayor rol para determinar el coeficiente  $R_A$ . Al reflejarse la luz se forma un cono que se denomina cono de luz reflejado. Un retroreflector de alta calidad va a tener un cono muy pequeño, con la mayoría de la luz reflejada a menos de tres grados del rayo de luz que entra.

En la sección siguiente y en la norma ASTM D4956 se muestran los coeficientes mínimos de retroreflectividad para diferentes ángulos de observación y de entrada. Los ángulos de observación que se utilizan frecuentemente son: "+0.2" y "+0.5" grados, y equivalen a una distancia de observación de 150 y 60 metros, respectivamente, suponiendo que el ojo del conductor está 50 cm arriba de las luces delanteras. Los ángulos de entrada más comunes son -4 y +30 grados. Se considera que "30" grados es el mayor ángulo que puede existir entre el conductor y cualquier señal que se necesita observar. "-4" grados se utiliza para señales que están muy cerca del borde de la carretera, pero que se orientan hacia fuera de la perpendicular de la superficie de la señal, para evitar la reflexión que ocurre cuando el ángulo de entrada es cero grados. La principal característica que distingue a los diferentes tipos de láminas retroreflectivas es su coeficiente de Retroreflexión,  $R_A$ . La medición de este coeficiente se realiza de acuerdo con la norma ASTM-810, "Método Normal de Prueba para el Coeficiente de Retroreflexión de Lámina Retroreflejante".

## D.1.2 Tipos de Materiales Retroreflectivos

Los tipos de material retroreflectivos que existen en la actualidad son:

- TIPO 1 (Conocido como grado ingeniería): Hecho de pequeñas esferas de vidrio rodeadas de un sustrato pigmentado translucido. Es uno de los materiales más durables pues tiene la capacidad de resistir malos tratos o manipulaciones bruscas (vida útil de 7 años)
- TIPO 2 (Conocido como grado super ingeniería): Similar al tipo 1, con la diferencia de que usa esferas de vidrio más grandes, proveyendo aproximadamente el doble de reflectividad del tipo 1. Su costo es de 2 a 2 y 1/4 mayor que el tipo 1. (vida útil de 10 años)
- TIPO 3 (conocido como alta intensidad): Hecho de dos capas, una exterior pigmentada y translúcida y una interior compuesta por pequeños reflectores prismáticos. Las dos capas están unidas por una celosía (enrejado) hexagonal que le da su distintiva apariencia de panal de abejas. Es aprox. 4 veces más brillante y más caro que el tipo 1. (vida útil de 10 años)
- TIPO 4 (Conocido como alto desempeño): Muy similar al tipo 3, excepto que su enrejado es cuadrado y no hexagonal. Es 7 veces más brillante que el tipo 1 y su costo es similar al del tipo 3. (10 años de vida útil)
- TIPO 5 (Conocido como super alta intensidad): Hecho de material metalizado prismático. Usado en delineadores y "raised pavement markers" Su costo es 5 y 1/2 veces mayor que el tipo 1 y su vida útil es de 5 años.
- TIPO 6 (Conocido como alta intensidad elastomérico): hecho de un vinil que sostiene material microprismático. Difiere de los otros tipos en que está compuesto de material vinílico flexible. Su costo es 6 veces mayor que el tipo 1 y su vida útil es de 2 años.
- GRADO DIAMANTE (No se le ha asignado tipo): Se asemeja al tipo 3 y 4, excepto que el enrejado que une la capa de pigmento con la reflectora tiene forma de diamante. Existen dos tipos:

LDP: se usa a larga distancia y fue confeccionado para abarcar un amplio rango de ángulos de observación. Es 14 veces más brillante que el tipo 1.



VIP : Optimizado para un estrecho rango de ángulos de observación pero con un ángulo de entrada extendido.

### D.1.3 Durabilidad del Materiales Retroreflectivos

Para escoger la mejor opción a utilizar entre los diferentes tipos de material retroreflectividad se debe realizar un estudio de vida útil de funcionamiento con respecto al costo. Dicho análisis debe considerar el costo de fabricación del material de soporte y de las láminas, el costo de la instalación de las señales, la vida útil de las láminas y los beneficios que se obtendrán con cada tipo de lámina.

La durabilidad de las láminas de material retroreflectivo depende de la adecuada selección del respaldo y su preparación, el cumplimiento con los procedimientos recomendados de aplicación, el área geográfica de colocación de la señal, y las condiciones de exposición y mantenimiento.

Las señales que se montan verticalmente tienen una vida útil más larga que las señales montadas a un ángulo con respecto a la vertical. La vida útil se reduce por la exposición directa e intensa a la luz solar.

Si el material reflectivo se procesa y se aplica de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, el deterioro no debe ocurrir dentro de los siete años siguientes a su fecha de fabricación. Este deterioro debe ser por causas naturales, y la señal debe quedar al extremo de que no sea efectiva para utilizarse al ser observada desde un vehículo en movimiento bajo condiciones normales de conducción diurnas y nocturnas por una persona de visión normal, o que el coeficiente de retroreflexión, después de limpieza, sea menor al coeficiente de retroreflexión mínimo garantizado para cada tipo de lámina. Como ejemplo, en el Cuadro D.1 se muestra las garantías de algunos tipos de láminas de material retroreflectivo producidas por un fabricante.

<b>Cuadro D.1</b> <b>Garantías de algunos tipos de láminas retroreflectivas</b>			
Tipo de Lámina	Años	Reflectancia mínima (% $R_A$ )	Condiciones
Media intensidad	7	50%(Cuadro D.4)	Ángulo de observación de 0.2° y un ángulo de entrada de -4°
Alta intensidad	10	70%(Cuadro D.7)	Ángulo de observación de 0.2° y un ángulo de entrada de -4°
Grado Diamante LDP	7	50% (Cuadro D.15)	Ángulo de observación de 0.2° y un ángulo de entrada de -4°
Impacto Visual VIP	7	100% (Cuadro D.14)	Ángulos en la Cuadro D.14

Las láminas fluorescentes que se utilizan para zonas de construcción o reparación de vías, se espera que funcionen efectivamente por un mínimo de tres años. Esta lámina retroreflejante será considerada no satisfactoria si se ha deteriorado debido a causas naturales al extremo que: (1) la señal sea inefectiva para su utilización diseñada al ser observada desde un vehículo en movimiento bajo condiciones normales de conducción diurnas y nocturnas por un conductor de visión normal; o (2) el coeficiente de retroreflexión ( $R_A$ ) es menor que "100" al ser medido a un ángulo de observación de 0.2° y -4° de entrada a 90° de rotación. Todas las mediciones se harán después de la limpieza de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la lámina reflejante.

## D.4

### D.1.4 Especificaciones y Ensayos de Prueba para Materiales Retroreflectivos

Las especificaciones y ensayos de prueba que deben cumplir estos materiales se encuentran en:

- C Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects.
- C M268-Retroreflective Sheeting for Traffic Control
- C D 4956 - Standard Specification for Retroreflective Sheeting for Traffic Control

En los siguientes Cuadros se muestran los coeficientes de retroreflexión mínimos, y los límites de coordenadas de cromaticidad para las láminas no clasificadas por las normas ASTM, estas son: las láminas fluorescentes, las de impacto visual y las de grado diamante LDP. Los coeficientes de retroreflexión mínimos para las láminas clasificadas por la ASTM se muestran en la norma ASTM D4956.

<b>Cuadro D.2</b> <b>Coeficiente mínimo de retroreflexión “<math>R_A</math>” (cd/lx/m<sup>2</sup>) para Láminas</b> <b>Reflejante de Funcionamiento de Impacto Visual VIP</b>					
Ángulo de Observación	Ángulo de Entrada	Blanco	Amarillo	Azul	Verde
0.2°	-4°	430	350	20	45
0.33°	-4°	300	250	15	33
0.5°	-4°	250	200	10	25
1°	-4°	80	65	4	10
0.2°	+30°	235	190	11	24
0.33°	+30°	150	130	7	18
0.5°	+30°	170	140	7	19
1°	+30°	50	40	25	5
0.2°	+40°	150	125	6	15
0.33°	+40°	85	75	4	8
0.5°	+40°	35	30	1.5	3.5
1°	+40°	20	17	0.7	2

<b>Cuadro D.3</b> <b>Límites de Coordenadas de Cromaticidad para láminas Impacto Visual VIP</b>										
Color	1		2		3		4		Límite Y (%) de Reflejancia	
	x	y	x	y	x	y	x	y	Min	Max
Blanco	0.31	0.31	0.36	0.36	0.34	0.38	0.29	0.33	40	...
Amarillo	0.49	0.42	0.55	0.45	47	0.53	0.43	0.48	24	45

Nota: Los cuatro pares de coordenadas de cromaticidad determinan el color aceptable según el CIE 1931 (sistema de normas de colorimetría) medido con un iluminante estándar C.

<b>Cuadro D.4</b> <b>Coefficiente mínimo de retrorreflexión “R<sub>A</sub>” (cd/lx/m<sup>2</sup>) para Láminas Grado Diamante LDP</b>						
Ángulo de Observación	Ángulo de Entrada	Blanco	Amarillo	Rojo	Azul	Verde
0.2°	-4°	800	660	215	43	80
0.2°	+30°	400	340	100	20	35
0.2°	+45°	145	85	25	7.6	12
0.2°	+60°	-	23	6.6	1	2
0.5°	-4°	100	160	45	9.8	20
0.5°	+30°	75	85	26	5	10
0.5°	+45°	30	60	17	2.8	6
0.5°	+60°	-	20	6.4	2	2

<b>Cuadro D.5</b> <b>Límites de Coordenadas de Cromaticidad para láminas Grado Diamante LDP</b>										
Color	1		2		3		4		Límite Y (%) de Reflejancia	
	x	y	x	y	x	y	x	y	Min	Max
Blanco	0.31	0.31	0.36	0.36	0.34	38	0.29	0.33	40	...
Amarillo	0.49	0.42	0.55	0.45	0.47	0.53	0.43	0.48	24	45
Rojo	0.69	0.31	0.6	0.32	0.57	0.34	0.66	0.35	3	15
Azul	0.1	0.17	0.15	0.22	0.21	0.16	0.14	0	1	10
Verde	0.3	0.4	0.17	0.36	0.29	0.45	0.2	0.79	3	9

Nota: En el Cuadro D.5, los cuatro pares de coordenadas de cromaticidad determinan el color aceptable según el CIE 1931 (sistema de normas de colorimetría) medido con un iluminante estándar C.

<b>Cuadro D.6</b> <b>Coefficiente de Retroreflexión mínimos <math>R_A</math> (cd/lx/m<sup>2</sup>)</b> <b>láminas grado Diamante LDP orientación de 45°</b>		
Ángulo de Observación	Ángulo de Entrada	Amarillo
0.2°	-4°	550
0.2°	+30°	130
0.5°	-4°	145
0.5°	+30°	70

<b>Cuadro D.7</b> <b>Coeficiente mínimo de retroreflexión “R<sub>A</sub>” (cd/lx/m<sup>2</sup>) para Láminas fluorescentes</b>			
Ángulo de Observación	Ángulo de Entrada	Anaranjado	Verde - Amarillo
0.2°	-4°	200	700
0.2°	+30°	120	340
0.2°	+45°	-	80
0.2°	+50°	50	-
0.2°	+60°	-	23
0.5°	-4°	80	160
0.5°	+30°	50	85
0.5°	+45°	-	60
0.5°	+50°	20	-
0.5°	+60°	-	20

Cuadro D.8										
Límites de Coordenadas de Cromaticidad diurnos para láminas fluorescentes										
Color	1		2		3		4		Límite Y (%) de Reflejancia	
	x	y	x	y	x	y	x	y	Min	Max
Naranja (nuevo)	0.58	0.42	0.52	0.4	0.56	0.36	0.631	0.37	30	-
Naranja (sometido a la intemperie)	0.58	0.42	52	0.4	0.56	0.36	0.631	0.37	20	45
Factor radiante espectral máximo, nuevo: 110% mínimo										
Factor radiante espectral máximo, envejecido: 60% mínimo										

Cuadro D.9								
Límites de Coordenadas de Cromaticidad nocturnos para láminas fluorescentes								
Color	1		2		3		4	
	u'	v'	u'	v'	u'	v'	u'	v'
Naranja (nuevo y sometido a la intemperie)	0.58	0.42	0.52	0.4	0.56	0.36	0.63	0.37

## D.2 Paneles o Material de Soporte del Retroreflectivo

Para la fabricación de señales existen industrias totalmente automatizadas, así como talleres pequeños de limitada capacidad que se dedican a hacer leyendas a mano. La fabricación de la mayoría de las señales se encuentra entre estas dos opciones. Cada fabricante tiene su técnica de confeccionar señales, por lo que es importante familiarizarse con estas técnicas y conocer los cuidados específicos que tiene cada uno, para que no se desperdicien materiales, se brinden resultados satisfactorios y se asegure que todas las especificaciones se cumplan.

### D.2.1 Tipos de Paneles

#### D.2.1.1 Paneles Planos

Normalmente se utilizan láminas de aluminio de 1.6, 2, y 3.18 mm de espesor. Para señales temporales, el plywood de alta y mediana densidad es la opción que utilizan muchas compañías. El plywood se puede cortar con facilidad y con menor inversión que el aluminio. Además últimamente al ser más común el uso del plástico reciclado se han empezado a construir señales de tránsito con plásticos 100% reciclables, plásticos reforzados con fibra y plásticos de fibra de vidrio. Su uso todavía no es muy difundido y tiene la desventaja que en temperaturas bajas tiende a quebrarse.

#### D.2.1.2 Paneles Reforzados

Se fabrican usando una extrusión de aluminio, o una combinación entre una extrusión de aluminio con láminas planas de aluminio. Al combinar el aluminio extruido y las láminas planas se disminuye la cantidad de paneles que se necesita utilizar para una señal, además se obtiene una cara de señal más larga y se aprovecha la fortaleza de los paneles extruidos. Los paneles extruidos se pueden encontrar de diferentes anchos y tamaños.

Independientemente del tipo de panel que se utilice, este siempre se debe de preparar antes de que se le coloquen las láminas retroreflectivas. Además siempre debe estar limpio, y se le debe hacer alguna prueba que detecte si existe presencia de contaminantes. Dos de las pruebas más utilizadas para esto son: la prueba de la cinta, y la prueba del agua. La primera consiste en aplicar una cinta a la superficie y luego quitarla, si se obtiene algún residuo de material o se produce un cambio de color en la superficie, entonces no se recomienda utilizar el material. La otra prueba consiste en rociar agua a la superficie, y si no se forma una capa de agua uniforme, a la superficie no se le puede aplicar la lámina.

## **D.2.2 Materiales Utilizados en la Fabricación de Paneles**

Una gran variedad de materiales se pueden utilizar como paneles para las señales. Cada uno tiene su propio costo, ventajas y desventajas. Se puede utilizar paneles de dos tipos: planos o reforzados.

El material más común es el aluminio, por su larga vida útil y economía. La desventaja de este material es que requiere de una gran inversión en maquinarias especializadas, por lo que algunos gobiernos prefieren comprar el material cortado y tratado.

### **D.2.2.1 Aluminio**

El aluminio es el material más común en la fabricación de señales de tránsito. Las láminas para señales de tamaño mínimo deben ser aleaciones de aluminio de 1200 a 1350 con temple H14, y las láminas para los demás tipos de señales deben cumplir con las normas: FHWA's FP-96, ASTM B 209, aleación 6061-T6, 5052-H38.

Los paneles de dimensión mínima (61 cm de ancho) se deben fabricar con láminas de aluminio de 1.6 mm de espesor, y los paneles de dimensión estándar y autopista (76.2 cm y 91.4 cm de ancho respectivamente) se deben fabricar con láminas de 2 mm de espesor. Para los paneles de señales elevadas se debe utilizar aluminio de 3.2 mm de espesor. Dentro de las principales ventajas del aluminio es que es más económico, se agrieta menos y tiene una mayor adaptabilidad para fabricar señales de tamaños especiales, y dentro de sus principales desventajas se encuentra el alto riesgo al vandalismo.

Para la fabricación de las señales se deben usar hojas de aluminio que se encuentren libres de laminaciones, ampollas, huecos, hoyos, grietas o otros defectos que pueden afectar la apariencia y el uso. Además las hojas siempre deben estar planas y el espesor debe ser uniforme.

Los cortes y las perforaciones en las láminas de aluminio se deben realizar antes de que se prepare las hojas para la aplicación del material retroreflectivo. La preparación de las hojas debe seguir cuidadosamente los métodos recomendados por el fabricante.

Para paneles muy largos, en muchos casos, se utilizan láminas de aluminio extruido, al obtenerse una señal más rígida sin la colocación de elementos atiesadores. Los paneles de aluminio extruido deben cumplir con la norma ASTM B 221 y aleación de aluminio 6063-T6.

### **D.2.2.2 Acero**

El acero no se utiliza normalmente como un panel de soporte del material retroreflectivo porque presenta problemas de herrumbre, es el más pesado de los materiales, y puede ser el más costoso. En caso de que se utilice, los paneles se deben fabricar de láminas galvanizadas de 1.6 mm que cumplan con la norma ASTM A653. Se debe dar un recubrimiento de zinc (denominación G 90) de 275 micras de espesor.

Los paneles deben ser planos, no se deben doblar o pandear y se deben limpiar, desengrasar y preparar de acuerdo con los métodos recomendados por los fabricantes de las láminas.

### **D.2.2.3 Plywood**

El plywood se utiliza menos que el aluminio para señales permanentes, pero es muy utilizado para señales temporales por ser más barato y liviano que el aluminio. Además es más fácil de reparar y por su alta rigidez ocupan menos soportes que el aluminio.

La especificación FHWA's FP-96 dice: fabrique los paneles con una capa exterior de alta densidad tipo B-B de plywood o una mejor. Use plywood de 12.7mm de espesor para paneles de señales con un área de cara de 0.37m<sup>2</sup> cuadrados o menor y una dimensión horizontal no mayor que la dimensión vertical. Use plywood de 19.5mm de espesor para paneles de mayor tamaño.

Restriegue, limpie, y desengrase la cara del panel de plywood de acuerdo con los métodos recomendados por el fabricante del material retrorreflectivo. Trate los bordes del panel de plywood con un sellador de bordes aprobado.

### **D.2.2.4 Plásticos**

Este tipo de señales es más susceptible a fracturas por el impacto del viento. Las señales de plástico no son tan versátiles como las de aluminio y requieren de un mayor cuidado y atención al ser instaladas en el campo. La especificación de la FHWA's FP-96 dice:

Fabrique los paneles con láminas livianas, flexibles, de alto impacto, y de materiales de policarbonato resistentes a químicos ultravioletas, además utilice láminas que acepten adhesivos, revestimientos, y láminas de material retrorreflectivo, como lo recomienda el fabricante.

Fabrique paneles de 61cm por 61cm o más pequeños con láminas de plástico de 2mm de espesor. Fabrique paneles más largos con láminas de 3.175 mm de espesor. A las señales que son más grandes que 61 por 61 cm se les debe colocar atrás rigidizadores de refuerzo.

Los paneles deben ser planos y libres de alabeos, torceduras y otros defectos. Cuando se unen múltiples paneles, el espacio libre entre paneles adyacentes no debe ser mayor de 16 mm.

## **D.2.3 Métodos de Preparación de los Páneles**

### **D.2.3.1 Aluminio**

Para preparar hojas planas de aluminio se requiere de maquinaria especializada. Las hojas se obtienen de rollos, por lo que deben nivelarse para remover las imperfecciones del metal. Después de nivelarse, el material se corta para darle las dimensiones requeridas. Las esquinas del material se sellan para facilitar el montaje de la señal. El aluminio extruído no requiere de nivelación, y se usa normalmente con las esquinas redondeadas.

Se debe cubrir la superficie de la lámina de aluminio con una capa de aceite para prevenir la oxidación y que el aluminio se pique. Además el aluminio se debe desengrasar y dejar libre de herrumbre, para que las láminas se adhieran fácilmente. Esto debe hacerse hasta después de haber hecho todos los huecos y radios que va llevar la lámina, para prevenir que se vuelva a contaminar.

Al desengrasar el aluminio es mejor usar tanques especialmente diseñados. Para ello, se deben seguir las indicaciones de cada fabricante con respecto al tiempo de inmersión, temperatura, y concentración. El tiempo de inmersión depende de la cantidad de suciedad y el poder de la solución que se utilice. Después se debe enjuagar rociando agua limpia a alta presión.



Para preparar las láminas de aluminio se utiliza ácido, y para eso se requieren tanques de acero, madera, o plástico. Se utiliza una solución de 6 a 8 por ciento de ácido fosfórico a 38°C. Se debe de enjuagar rociando agua fría a alta presión. La otra opción es usar una concentración alcalina, siguiendo las indicaciones del fabricante en cuanto a tiempo, temperatura y concentración. En este caso, se enjuaga con agua limpia.

Para volúmenes pequeños de producción no se justifica el uso de los tanques. En estos casos la superficie del aluminio se debe limpiar intensamente, usando un limpiador abrasivo. Luego se enjuaga con agua limpia y se seca inmediatamente.

Antes de aplicar las láminas de material retroreflectivo puede ser necesario que haya que remover manchas de grasa o otros contaminantes de la superficie del aluminio. Para esto se utilizan disolventes, y se limpia la superficie intensamente.

Aunque esto es lo mínimo requerido para preparar las láminas de aluminio, un tratamiento adicional para prevenir la corrosión y el herrumbre se recomienda.

### **D.2.3.2 Plywood y Productos de Madera**

Antes de que las láminas retroreflectivas se puedan aplicar, la madera requiere de algunos tratamientos. Las superficies deben estar lisas, impermeables y deben estar probadas contra el clima. Las ranuras se deben llenar con un sellador para maderas, se deben lijar y luego se aplica un revestimiento de alta calidad.

El plywood que cumple con las norma de productos americanos PS 1-83, ya está preparado y no ocupa ser lijado ni limpiado con solventes antes de aplicar el material reflectivo. Los bordes se deben sellar con un sellador de borde de uretano aluminizado o pintura de polisilicón.

Cuando se usa plywood que cumple con la norma PS-1, se debe sellar los bordes como se expuso anteriormente para asegurar que existirá buena adhesión. La superficie se debe preparar con un tratamiento acondicionador. Además se debe eliminar cualquier residuo de material sobre la superficie. La superficie se puede limpiar con una almohadilla abrasiva de nylon saturada de solvente. Se debe asegurar que todo el solvente se evapore exponiendo el material a una circulación de aire por lo menos durante una noche.

A otros tipos de materiales de madera se les debe sellar los bordes como se describió anteriormente, y las caras del material se deben preparar y revestir con una pintura compatible.

### **D.2.3.3 Plásticos**

Debido a que los desechos de plástico tienen poco valor, su uso en señales se ha incrementado especialmente en lugares donde el vandalismo es un problema serio. Los plásticos, incluidas las láminas de fibra de vidrio reforzadas, varían en tipo y composición. Algunos al utilizarse como señales se han quebrado, y otros plásticos contienen constituyentes migratorios que pueden contaminar el adhesivo, causar decoloración o afectar a la señal negativamente. Además a algunos plásticos los afecta los ingredientes de los adhesivos de las láminas.

Trabajar con plástico, particularmente con plástico reforzado con fibra de vidrio, es fácil y no requiere aprender nuevos procedimientos. Los paneles de señales se deben almacenar en lugares secos, y sobre superficies planas sólidas. Además no se ocupan herramientas especiales para cortar y taladrar las láminas. Siempre se debe de cuidar que los operarios usen anteojos protectores al trabajar el plástico. Al plástico se le debe limpiar el polvo, para asegurar una mayor adhesión inicial.

Plásticos tratados con llama se han usado para hacer las superficies del plástico receptiva a varios tipos de adhesivos. Este tratamiento cambia la estructura molecular de la superficie a un estado polar que permite una buena adhesión con la lámina. La punta de la llama azul debe apenas tocar la superficie del material a tratar. El tiempo a tratar el material es corto, en algunos casos la exposición puede ser de 1 segundo. Para comprobar el tratamiento se vierte agua sobre la superficie y si el agua forma una fina y uniforme capa, la superficie se ha tratado correctamente.

La fibra de vidrio puede emanar gases. Para comprobarlo se utiliza una pequeña pieza y se le deja por 24 horas o se introduce a un horno a 66°C por 2 horas. Si aparecen burbujas debajo de la lámina, se está emanando gases, y la fibra de vidrio se debe curar por una semana y se debe volver a probar. No se pueden utilizar solventes para limpiar la fibra de vidrio, sólo se remueven los contaminantes de la superficie con agua y detergente, y se seca bien antes de utilizarlo.

### **D.3 Aplicación de las Láminas**

Los sistemas adhesivos para unir láminas retroreflectivas a los materiales de soporte han mejorado a través del tiempo. Los nuevos adhesivos sensibles a la presión cada día son más populares que los adhesivos tradicionales activados por calor. Cualquiera de los dos, si es aplicado correctamente, ofrece un excelente comportamiento. Los adhesivos se clasifican en la norma ASTM D-4956.

La aplicación de láminas con adhesivos activados por calor requiere el uso de lámparas de calor con control de temperatura. Este equipo consume mucha energía, por lo que no favorece los volúmenes altos de producción.

Los adhesivos sensibles a la presión se pueden aplicar a temperatura ambiente con un aplicador mecánico o manual. En este proceso, se pasan las láminas a través de los rodillos del aplicador. Los rodillos presionan a las láminas contra el material de soporte adhiriéndolo firmemente.

Cuando se utilizan dos o más láminas en una señal, se debe asegurar que el color en el día y la apariencia de la retroreflexión en la noche sean iguales en cada lámina. Si las láminas se unen verticalmente se obtienen mejores resultados que si se unen horizontalmente.

Además cuando se solicita, se debe comparar el color y el brillo de las láminas. La prueba para compararlas se realiza con un bombillo de 100-watt en un reflector mate de 18 cm sostenido a la altura del ojo desde por lo menos 15 metros. Para asegurar que la comparación entre las dos láminas sea exitosa se debe ser muy cuidadoso en el momento de seleccionar el material y en su aplicación.

### **D.4 Leyendas**

Para cada tipo de material retroreflectivo se debe consultar con el fabricante para asegurar que la tinta sea compatible con la lámina respectiva, la tinta debe tener una vida útil de funcionamiento mayor o igual a la de lámina reflejante. Además se debe cumplir que las tintas tengan una apariencia similar al ser observadas desde un vehículo tanto diurna como nocturnamente. Se debe tener el cuidado de que los colores de las tintas no se mezclen con otros colores de procesamiento, ni se deben combinar colores de diferentes fabricantes.

El proceso de aplicación de la tinta a las láminas de material retroreflectivo varía dependiendo de la tinta y de la lámina retroreflectiva. Es muy importante consultar con el fabricante el proceso de aplicación y recomendaciones respectivas.

La brillantez inicial y retenida de los colores de procesamiento aplicados sobre la lámina reflejante no se puede proveer debido a las variables en los procedimientos de aplicación de colores de procesamiento. La vida útil de funcionamiento se reducirá substancialmente al combinar los colores con el virador (tonner), o al erigir las señales procesadas en cualquier posición diferente a la vertical o casi vertical.

Se debe asegurar que la tinta sea especial para señales de tránsito y sea capaz de colocarse a la intemperie recibiendo sol y lluvia.

Los principales problemas que se deben cuidar en la serigrafía de las señales se mencionan a continuación:

- 1) Cubrimiento incompleto de colores (áreas en donde el color no fluye apropiadamente, ojos de pescado y puntos no húmedos).
- 2) Copias manchadas.
- 3) Falta de registro en colores múltiples.
- 4) El color hace excesivas burbujas.
- 5) “Cáscara de Naranja”.
- 6) Color aplicado parece moteado.
- 7) El color se seca en la malla.
- 8) “Telarañas” de color en los bordes de la impresión.
- 9) Excesivo recogimiento de polvo
- 10) Rayas o marcas en área de serigrafía.
- 11) Bordes borrosos en el área de serigrafía.
- 12) El color serigrafiado no esconde el fondo de la lámina retroreflectiva, o el color es demasiado claro.
- 13) Colores que no se secan al aire apropiadamente.
- 14) Resquebramientos de las áreas de serigrafía.
- 15) Lámina Grado Ingeniería: las hojas se curvan (en bucle) hacia el respaldo protector del adhesivo.
- 16) Lámina Grado Ingeniería: las hojas se curvan hacia la cara retroreflectiva.
- 17) Lámina Grado Ingeniería: las hojas no permanecen planas en el estante.
- 18) Lámina Grado Ingeniería: lomos en las hojas en la línea de pre-cortado del respaldo.
- 19) Lámina Grado Ingeniería: patrón de diseño (stencil) ondulado en la superficie de la lámina o en los bordes.
- 20) Lámina Grado Alta Intensidad: las hojas se curvan.

## **D.4.1 Aplicación de la Leyenda**

Hay varias opciones para aplicar la leyenda en la señal. Su aplicación es rápida y las tintas ofrecen la ventaja de que normalmente tienen una vida útil mayor a la del material retroreflectivo.

### **D.4.1.1 Impresión Utilizando una Pantalla de Seda**

Imprimir en material retroreflectivo requiere el uso de pantallas finas de tela poliéster de alto grado. El tamaño de las aberturas en la tela varía entre PE 157 y 200, dependiendo de la tinta. La tela se debe de tensar firme y uniformemente, y se debe sujetar a un marco rígido de madera o de metal. El marco debe ser lo suficientemente largo para que hayan por lo menos 15cm entre el marco de metal y la impresión.

Las tintas tradicionales son películas de solventes básicos y solubles en agua. Si se usan materiales estéciles directamente, se deben usar los que resisten cetonas y solventes de barniz para prevenir que se separe de la pantalla. La escobilla debe ser un caucho duro y afilado, o una cuchilla de plástico suficientemente larga para que cubra el área proyectada y que tenga libres un mínimo de 5cm en cada extremo. La tabla de impresión que se utiliza debe ser plana, y

no debe de tener rasguños. Si se quiere imprimir láminas que no estén unidas a su material de soporte, estas se sostienen usando una tabla vacía o una capa delgada y uniforme de adhesivo sensible a presión de baja calidad de adhesión.

Aplique cintas guías a lo largo de los bordes adyacentes de las láminas. Revise la posición de las láminas antes de empezar y durante el proceso para asegurar la precisión del registro. El color que se aplica debe imprimirse en la posición adecuada de la lámina para que los colores siguientes se puedan registrar con precisión. Esto se logra incluyendo marcas de registro en el arte original e incluyéndolas en la pantalla cuando se hace cada estencil.

Se colocan varios bloques de espuma debajo del marco de la pantalla para prevenir que la pantalla entre en contacto con el área de impresión. Vierta un poco de tinta en el depósito en el gozne de la pantalla y pase la escobilla de goma por la pantalla. Baje la pantalla sobre los bloques de espuma sin tocar la lámina, y luego haga una impresión pasando la escobilla hasta los goznes.

La escobilla debe presionarse firmemente sobre la pantalla, acercándola hacia adelante para que sólo el borde de la cuchilla entre en contacto con la superficie de la pantalla. No pase la escobilla rápidamente porque esto revuelve la tinta e introduce burbujas de aire.

Después de la impresión se colocan las señales en mesas de secado. La temperatura de secado se encuentra entre 15 a 38 grados centígrados con una humedad relativa de 20 al 50 por ciento. Las temperaturas recomendadas varían dependiendo de las normas del fabricante, asimismo se debe consultar al fabricante por instrucciones específicas.

Luego de que todos los colores se han secado se debe empacar la señal apropiadamente. La tinta en la pantalla se debe de limpiar inmediatamente con solventes indicados por el fabricante.

La utilización de tintas ultravioletas se recomienda porque no emite compuestos orgánicos volátiles que en ciertos casos son restringidos por las regulaciones del aire. Este tipo de tinta también se imprime de la manera descrita anteriormente. Después de la impresión de la señal, esta se coloca en una faja que viaja abajo de un sistema de lámparas ultravioleta. El curado es inmediato, y la señal queda lista para empacarse o para utilizarse. Este sistema tiene la ventaja que los tiempos de producción se disminuyen y se ocupa un menor espacio en el taller.

#### **D.4.1.2 Copia Aplicada Directamente**

Las letras, números y otros símbolos especiales se pueden cortar usando una variedad de técnicas. Además se deben cortar del tipo y color de lámina-retro reflectiva especificada y se aplica al material de soporte de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Las herramientas que se utilizan al cortar se deben de mantener filosas y limpias en todo momento para minimizar la posibilidad de daño en las láminas.

#### **D.4.1.3 Copia Abotonada**

Este tipo de señal se usa típicamente en señales elevadas. Los caracteres se fabrican con aluminio en relieve de 1mm y se cubre con un acabado de porcelana que produce un contraste con el fondo de la señal. Elementos retroreflectivos circulares se insertan en el marco de aluminio.

Al quedar alineada la leyenda se taladra huecos en el fondo y se atornilla el aluminio a la señal. Cuando van a ser empacados se debe proteger la cara de la señal. Este tipo de copia al estar atornillada permite ser variada en el futuro.

#### **D.4.1.4 Copia Desmontable**

Las láminas retroreflectivas blancas se aplican a láminas gruesas de aluminio de 1mm. Varias láminas se pueden acomodar y pegar juntas para cortarlas simultáneamente. A la hora de cortar las letras y números el uso de un enfriador de aire se prefiere para disipar el calor producido al cortar. Cuando las figuras se colocan en su lugar, se elimina cualquier irregularidad en el aluminio utilizando lijas. La leyenda se coloca en su lugar igual que en la copia abotonada, y se permite además variaciones en la leyenda en el futuro.

#### **D.4.1.5 Películas Cortables Electrónicamente**

La señal se hace utilizando un programa especial de cómputo y los resultados se envían a una cortadora computadorizada. Los mensajes se pueden cortar usando un fondo adhesivo, película retroreflectiva o no retroreflectiva de vinil, o se puede cortar reversiblemente con una película de color transparente.

Después de que el mensaje se ha cortado es necesario remover la película del papel de atrás que no forma parte de la señal final. Después se cubre la película resultante con cinta transparente, y se posiciona la película sobre el soporte de la señal. Usando un rodillo de caucho se pasa firmemente a presión constante para transferir la película a la señal. Se debe de evitar atrapar aire entre la película y el soporte.

#### **D.4.1.6 Copia Estampada con Troquel**

Varias láminas de vinil retroreflectivo o no retroreflectivo se pueden apilar y cortar usando reglas cortadoras de acero. Un tipo de cortador se requiere para cada estilo y tamaño de fuente. Letras cortadas y empacadas para los tamaños más frecuentes se pueden encontrar de varios fabricantes. Este método es muy popular por la simplicidad de la producción y la habilidad para utilizar materiales sobrantes. Se debe tener cuidado al colocar las letras en el material de soporte. Temporalmente se sostienen las letras en su lugar con cinta, luego remueve el papel protector para exponer el adhesivo. Se presionan las letras en su lugar usando un rodillo, cuidando de que no entre aire.

### **D.4.2 Especificaciones de la FHWA para Letras, Números, Flechas, Símbolos y Bordes en Señales**

Los colores se deben especificar en el contrato y deben cumplir con los colores expuestos en la norma D4956.

Las letras, números deben ser de un sólo ancho de brazada con bordes lisos. La superficie debe ser plana y libre de alabeos, ampollas, arrugas, y astillas. Cumpla lo siguiente:

(a) Tipo L-1 (proceso de impresión). Aplique letras, números, flechas, símbolos y bordes en la lámina retroreflectiva o en un fondo opaco en la señal por proceso de impresión con pantalla directo o inverso. Aplique mensajes y bordes de un color más oscuro que el fondo a la pintura o a la lámina retroreflectiva por proceso directo. Produzca mensajes y bordes de un color más claro que el fondo de la señal por un proceso de impresión inverso.

Use colores transparentes u opacos, tintas y pinturas en el proceso de impresión en pantalla del tipo y la calidad recomendadas por el fabricante de la lámina retroreflectiva.

Realice la impresión en la pantalla de una manera que resulte en un color y tono uniforme, con los bordes de las leyendas definidos detalladamente y sin manchas en el fondo de la señal que afecte su uso.

Seque al aire o en un horno las señales después de la impresión de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para proveer un acabado liso y duro. Señales con ampollas o manchas se rechazan.

(b) Tipo L-3 (caracteres aplicados directamente). Corte las letras, números, símbolos, bordes y otras características del mensaje de la señal del tipo y color de la lámina retroreflectiva especificada y aplíquelas al fondo de la lámina retroreflectiva de acuerdo con las instrucciones del fabricante de las láminas. El coeficiente mínimo de retroreflectividad ( $R_A$ ) debe cumplir con la norma ASTM D-4956.

## **D.5 Postes para Señales**

Para que las orillas de los caminos sean seguras, se debe mientras sea posible minimizar el número de señales. Por lo tanto se debe considerar las siguientes opciones, en orden de preferencia: (1) eliminar la necesidad de la señal; (2) localizarla señal donde tenga poca probabilidad de que la golpeen; (3) usar soportes que cedan o se quiebren cuando se golpean o (4) colocar una barrera en frente de la señal. Normalmente las opciones 2 y 3 son las más comunes, especialmente la tercera. Siempre se deben utilizar postes quebradizos, aún cuando se coloque una barrera en frente de la señal.

El montaje de las señales se clasifican generalmente en: montaje de señales con postes pequeños, montaje de señales con postes largos, y señales elevadas.

El montaje de señales con postes pequeños se utiliza para señales de menos de  $4.65 \text{ m}^2$ . La mayoría de las señales de regulación, prevención y otras señales a lo largo de autopistas, son ejemplo de este tipo de montaje. Estas señales se montan normalmente en uno o dos postes.

El montaje de señales con postes largos se utiliza para señales con un área mayor a  $4.65 \text{ m}^2$ . Las señales más comunes de este tipo son las señales de guía que se colocan a lo largo de autopistas. Estas señales normalmente se montan en dos o más postes largos.

Las señales elevadas tienen diferentes tamaños, por lo que se necesitan estructuras de soporte más elaboradas.

### **D.5.1 Criterios de Ruptura**

Para reducir golpes a los ocupantes de los vehículos y daños a los vehículos, los soportes de señales deben ceder o quebrarse al ser golpeados por los vehículos. El reporte 350 del NCHRP se ha adoptado como guía por el FHWA. Este reporte recomienda que los soportes se prueben con un vehículo de 810 kilos, o equivalente, viajando a 35 KPH y 100 KPH. Entre otros parámetros, en el momento del impacto, la velocidad teórica del ocupante golpeando el parabrisas no debe ser mayor de 5 m/s.

Para evitar rasguños y golpes debajo del vehículo, los restos del poste no se debe proyectar más de 10cm arriba de una cuerda de 1.5m alineada perpendicularmente al borde de la calle entre un punto en la superficie del suelo de un lado del soporte a otro punto en el suelo al otro lado del soporte.

<b>Cuadro D.10</b> <b>Postes de señales comunes</b>	
Descripción	Máximo No. de postes en 2.1m
Canal U, acero 80Ksi	
Poste de 4.45 kg/m o menos, enterrado directamente	2
Poste de 4.45 kg/m o menos con traslapes de 6" y 2 tornillos grado 9	3
Poste de 5.95 kg/m o menos con traslapes de 6" y 2 tornillos grado 9	2
Tubos cuadrados de acero, 33ksi	
Poste de 4.45cm de lado con un soporte cuadrado de calibre-12	3
Poste de calibre 12 y 5cm de lado o menos, con soporte del siguiente tamaño	2
Poste de calibre 10 y 6.35cm de lado o menos, con soporte del siguiente tamaño	1
Poste de calibre 10 y 6.35cm de lado o menos, con base deslizante triangular	3
Tubos cuadrados de acero, A570, calibre 12 ó 14	
Poste de calibre 14 con 5cm de lado o menos, con soporte calibre 12	2
Poste de calibre 14 y 6.35cm de lado, con soporte calibre 12	1
Base Deslizante	
Postes de acero S7x15.3, base deslizante inclinada, y fundación de concreto	1
Tubo de acero de 20 x 10 x 0.48cm de espesor, base deslizante inclinada, y fundación de concreto	1
Poste de acero de W6x12, base deslizante y fundación de concreto	1
Acoplaminetos quebradizos	
66 kg/m o menos, y un peso de 270 kilos debajo del gozne	1
26.5 kg/m o menos, y un peso de 270 kilos debajo del gozne	2

Los postes que satisfacen los criterios mínimos de acuerdo con el reporte 350 del NHCRP se identifican como postes quebradizos y se pueden colocar sin barrera de protección. Los postes normalmente se prueban sólo para un suelo estándar. Si el suelo es muy arenoso o arcilloso puede ser que ocupen placas y fundaciones especiales.

El ancho promedio de un vehículo es alrededor de 1.8m. Sin embargo, debido a que las señales normalmente no se golpean de frente, el criterio de ruptura del FHWA es para una distancia de 2.1 m. Los postes que se encuentran a menos de 2.1 m entre ellos se debe considerar que se golpean al mismo tiempo. Por lo tanto, el número de postes en una distancia de 2.1m no debe exceder la aprobación del FHWA.

En el cuadro E10 se muestran los tipos de postes quebradizos más populares, y el máximo número de postes que se pueden colocar en una distancia de 2.1m. Los postes que no han sido aprobados por el FHWA no se deben usar a menos que se coloquen fuera de la distancia de deflexión de una barrera o fuera de la zona donde se pueda golpear.

Se debe verificar que el poste se coloque de la misma manera en que fue probado. Cuando se utilizan sistemas patentados se deben seguir las instrucciones del fabricante cuidadosamente. Mientras sea posible asegúrese de que no se coloquen postes en las aceras o en las cunetas.

## D.5.2 Montaje de Señales con Postes Pequeños

Los postes para señales pequeñas generalmente se instalan insertando el poste en el suelo, excavando y después llenando cuando el poste se ha colocado en su lugar, o sentando el poste en una fundación de concreto. Si el suelo es excesivamente arenoso o suave y no provee el soporte adecuado, fundaciones en concreto o placas pueden ser necesarias para sostener la señal y satisfacer el criterio de ruptura.

En zonas urbanas, los postes para señales se necesita que se instalen en las aceras. Mucho trabajo se puede ahorrar si se piensa bien la instalación del poste antes de rellenar con concreto. Por ejemplo, para postes cuadrados de acero se pueden colocar agarres cuadrados de acero antes de colocar el concreto. Si existe concreto, perfore a través del mismo para instalar los postes.

Algunos postes aprobados no tienen mecanismos especiales de ruptura, estos postes generalmente son sólo para señales muy pequeñas. Sin embargo, en muchos postes se utilizan conexiones especiales.

Algunos de los factores al seleccionar postes quebradizos son:

- C Los postes de madera se deben tratar a presión para prevenir que se pudran.
- C Los postes de madera requieren que se perfore un par de huecos a los lados, perpendicularmente al centro de la carretera, para satisfacer los criterios de ruptura. Los huecos son generalmente de 10 cm y están 45cm arriba de la cuerda de 1.5m.
- C No se ocupa que la fundación de concreto sea tan profunda como lo que se debe insertar un poste sin fundación. Esto es especialmente importante en áreas con suelo rocoso o donde hayan tuberías subterráneas.
- C Los postes de acero normalmente tienen huecos abiertos previamente que facilitan el montaje de las señales.
- C Los postes diseñados para quebrarse muy cerca del suelo, permiten que se ahorre tiempo de reinstalación, al poderse reusar los soportes.
- C Postes rectangulares o cuadrados facilitan la colocación de señales en más de un lado.
- C Los postes cuadrados de acero vienen en diferentes tamaños, y los tamaños consecutivos se acoplan fácilmente para facilitar la extensión de los postes.
- C Las secciones cuadradas de acero se pueden acoplar fácilmente entre los diferentes tamaños.
- C Los postes de sección de canal se pandean con el viento, y en algunos casos pueden rotar y safarse del suelo. Una placa apenas abajo del nivel del suelo puede eliminar esta situación especialmente en suelo blando.
- C Los empalmes para alargar postes en forma de canal deben ser lo suficientemente fuertes para prevenir separación con un impacto. Se recomienda que el tralape en el empalme sea de por lo menos 45cm, con la sección superior atrás de la sección inferior. El traslape en el empalme debe estar completamente arriba de 40cm o completamente abajo de 50 cm, pero nunca debajo del nivel de suelo. Un mínimo de cuatro tornillos galvanizados A449 de 5/16 de pulgada de diámetro o tornillos A325 se deben usar, dos a cada extremo del traslape.



- C Cuando se instalan señales con huecos hechos previamente en un poste, si el poste también tiene huecos hechos con anterioridad, los postes se deben separar adecuadamente, y los huecos en los postes deben estar a la misma elevación en todos los postes. Un nivel es indispensable en esta situación.
- C Cuando se instalan señales rectangulares sin huecos hechos previamente, el espaciamiento ideal entre los postes es alrededor de tres veces la distancia entre el borde de la señal y el poste. Por ejemplo, el espaciamiento ideal entre postes es como 3/5 del ancho del poste para instalaciones de dos postes y de 3/8 el ancho de la señal para instalaciones de tres postes.
- C Si se requiere de más de un poste para sostener la señal, asegúrese que el número de postes permitidos en un espacio de 2.1m no se exceda.
- C Las señales se pueden sostener con postes de señales existentes, postes de luz, etc., si los soportes están en el lugar adecuado y se obtiene la aprobación requerida.
- C Un abrazo cruzado ayuda a estabilizar instalaciones de varios postes.

### D.5.3 Montaje de Señales con Postes Largos

Los postes de señales muy largas generalmente se fabrican de vigas con secciones W o S, y tienen un número de características únicas. Para cumplir con el criterio de ruptura todos los postes deben tener bases frágiles. Además, se debe tener un gozne inmediatamente abajo de la señal para permitir que la sección inferior del poste rote hacia arriba cuando es golpeada por un vehículo. Según la guía de diseño AASHTO el peso combinado de postes en una distancia de 2.1m, abajo de los goznes pero arriba de las bases quebradizas, no debe exceder 270 kilos. La FHWA también determina que el peso máximo de los postes en la distancia de 2.1m no debe exceder 66kg/m para un poste o 26kg/m para dos postes.

Existen dos tipos de bases frágiles: las bases resbaladizas, y las bases acopladas. La base resbaladiza requiere que los tornillos tengan un torque preciso para asegurar que la base va a resbalar al golpearse, pero sólo en ese momento. Estos tornillos normalmente tienen requisitos de torque bajos. Sin embargo, si el torque es muy bajo, el poste va a tener una tendencia a caminar debido a la vibración producida por el viento, por lo que se debe colocar una placa especial para reducir esta tendencia. Los tamaños de los tornillos y los valores de torque se muestran en el cuadro E11.

Cuadro D.11 Especificaciones para bases deslizantes		
Tamaño de poste (kg/m)	Diámetro de tornillos (cm)	Torque (cm-kg)
1.48-11.8	127	109-162
13.3-29.5	159	258-394
31-44.3	191	422/633
44.3+	254	526/840

Para determinar el tamaño del poste, se debe asegurar que el poste de la señal sea capaz de transferir las fuerzas de cortante del impacto a la base sin deformarse. Teóricamente, los sistemas de soportes quebradizos trabajan en un rango largo de tamaños de postes.

## D.5.4 Señales elevadas

Las señales elevadas son deseables:

- C Cuando el mensaje de la señal aplica para un carril particular, y una señal elevada hace que el mensaje sea más fácil de entender.
- C Al existir: problemas de visibilidad, intersecciones muy cercanas, la presencia de tres o más carriles que van en la misma dirección, tráfico muy fuerte, o un alto porcentaje de vehículos pesados.
- C No existe espacio a los lados de la carretera.
- C La información de la señal es de mayor importancia debido a la presencia de tránsito entrando o saliendo, especialmente en intersecciones de autopistas, salidas por la izquierda y fin de carriles.
- C Cuando la mayoría de las otras señales son elevadas.
- C Cuando adelante hay muchas distracciones como rótulos de tiendas, luces de las calles, etc.

Las señales elevadas se montan sobre columnas, armazones para señales, estructuras elevadas sobre la carretera o cables extendidos. Excepto por algunas columnas de bajo peso, las estructuras de señales elevadas normalmente no cumplen con los requisitos de ruptura; por lo que se deben colocar fuera de la zona peligrosa o se deben proteger con barreras antichoques.

Cuando sea posible, instale las señales elevadas en estructuras elevadas existentes, como son los puentes. Esto reduce costos y el número de riegos. Además, cuando las estructuras están altamente espaciadas, unir las señales a las estructuras existentes maximiza la distancia de visión de las señales.

Normalmente las señales elevadas se instalan verticalmente. Sin embargo, algunos fabricantes de láminas retroreflectivas de alta calidad recomiendan que se dirija la señal un poco hacia arriba para evitar el resplandor a los conductores.

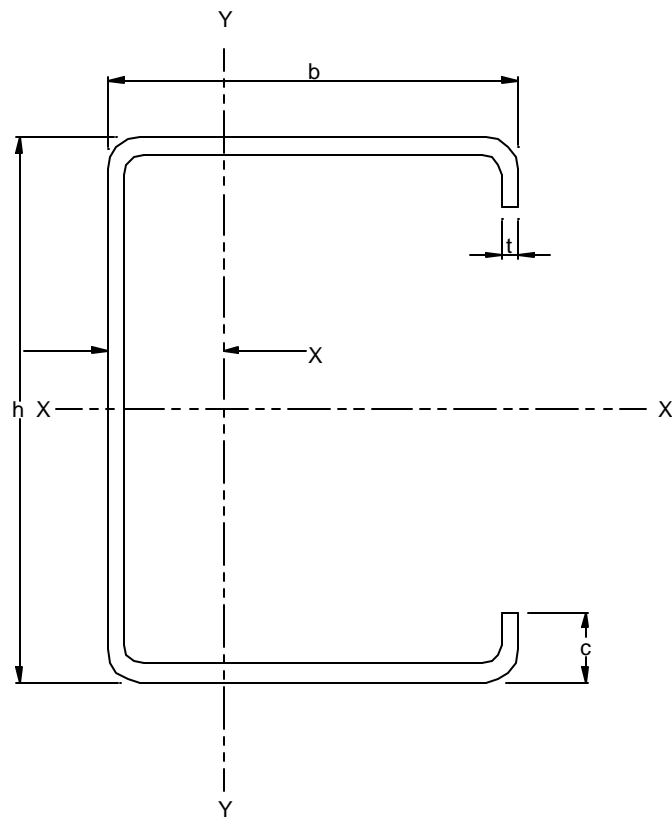
## D.5.5 Selección del Tamaño de los Soportes de Señales

Para seleccionar el tamaño apropiado de poste, se debe considerar la velocidad de diseño del viento, el área de la señal, la altura de montaje y detalles del diseño de las cargas de viento para cada poste.

Tome como base la velocidad del viento y presión de viento resultante en un mínimo de 50 años de intervalo de recurrencia y de otros factores recomendados por la AASHTO. Sin embargo, debido a la severidad de una falla de las señales elevadas, las presiones de viento para ellas se deben basar en un mínimo de intervalo de recurrencia de 100 años.

El diseño se debe realizar de acuerdo con las normas de diseño vigentes en cada país. Por ejemplo, para una señal situada en la ciudad o en lugares de rugosidad comparable, con claro vertical de 1.5m y con unas dimensiones de 61 x 61 cm, se puede utilizar un poste RT 1-13. Para señales con un claro vertical mayor, de un área de cara mayor, o que se coloque en campo abierto, se debe realizar el diseño respectivo.

En la Figura D.2 se muestra la sección transversal típica del llamado “canal atiesado”, o poste RT comúnmente usado para la colocación de señales viales. Además, en el Cuadro D.12 se indican las propiedades para diseño de este tipo de postes.



Tipo de Acero: A 570-33  
Punto de Fluencia: 2.310 kg/cm<sup>2</sup>  
Módulo de Elasticidad: 2.1 x 10<sup>5</sup> kg/cm<sup>2</sup>

**Figura D.2**  
Canal Atiesado

Cuadro D.12  
Propiedades para diseño del Canal Atiesado

TIPO	DIMENSIONES			ESPESOR	PESO	AREA	EJE XX			EJE YY		X
	h mm	b mm	c mm	t mm	kg/ml	cm <sup>2</sup>	I cm <sup>3</sup>	S cm <sup>4</sup>	r cm	I cm <sup>3</sup>	r cm	cm
RT 1-16	100	50	15,8	1,58	2,66	3,43	54,94	10,98	4,00	11,97	1,86	1,71
RT 1-13	100	50	15,8	2,38	3,95	5,09	79,99	16,00	3,98	17,26	1,84	1,73
RT 3-16	160	50	15,8	1,58	3,50	4,38	165,53	20,69	6,14	14,24	1,80	1,37
RT 3-13	160	50	15,8	2,38	5,16	6,51	242,21	30,27	6,09	20,27	1,76	1,37
RT 4-16	200	50	15,8	1,58	3,90	5,01	281,98	28,19	7,49	15,12	1,73	1,21
RT 4-13	200	50	15,8	2,38	5,75	7,47	413,97	41,39	7,44	21,45	1,69	1,21
RT 4-11	200	50	15,8	1,58	7,25	9,84	538,89	53,89	7,39	27,09	1,66	1,22

## **D.5.6 Especificaciones de la FHWA para Soportes de Señales**

Postes de Señales: suministre postes para señales de acero, o aluminio como se especifica a continuación:

Postes de acero: suministre postes de acero que cumplan con la norma ASTM A 499. Perfore un hoyo de 10 mm en los postes por la línea de centro del alma antes de galvanizarlo. Empiece a perforar a 25 mm de la parte de arriba y proceda cada 25 mm a todo lo largo del poste. Galvanice el poste de acuerdo con la norma ASTM A 123.

Postes de aluminio: suministre formas y espesores que cumplan con las normas ASTM B 221 aleación 6061-T6, 6351-T5, 6063-T6, ó 6005-T5.

Postes como delineadores y marcador de objetos: suministre postes de acero, aluminio o plástico.

Postes de acero: suministre postes de acero con sección de canal que pesen al menos 3 kilogramos por metro y que cumplan con la norma ASTM A36. Galvanice los postes de acuerdo con la norma ASTM A 123.

Postes de aluminio: suministre postes de aluminio de forma estándar de 3 mm de espesor y que cumplan con la norma ASTM B 221 y aleación 356.0-T6.

Postes de plástico: suministre postes delineadores flexibles hechos con material polímero de alto impacto.

Otros materiales: para los tornillos, arandelas, angulares, platinas, abrazaderas, y tuercas se debe utilizar acero galvanizado y aleaciones de aluminio.

Los tornillos de acero, tuercas y arandelas, deben cumplir con alguna de las siguientes normas AASHTO M164 o AASHTO M253. Los materiales de acero galvanizados deben cumplir con la norma ASTM A153.

Los tornillos, tuercas y arandelas de aleación de aluminio deben cumplir con la norma americana ANSI B18.2.

## **D.6 Demarcaciones en el Pavimento**

### **D.6.1 Pintura de Tránsito**

#### **6.1.1 Características Generales**

Las pinturas para demarcación conocidas también como pinturas para tráfico, expuestas al ataque de condiciones ambientales variables, contaminantes de todo tipo y abrasión severa, conservan durante mucho tiempo su adherencia, resistencia al desgaste y visibilidad diurna y nocturna.

#### **6.1.2 Características de Almacenamiento**

Almacenadas en lugares frescos, secos y limpios, en envases bien tapados y alejados de toda fuente de calor las pinturas para tráfico conservan sin alteraciones significativas su color, la viscosidad y la uniformidad e la mezcla de sus componentes. La estabilidad del color garantiza la, visibilidad diurna y nocturna de las señalizaciones propiedad fundamental en éste tipo de pinturas. La viscosidad sin cambios notorios en el tiempo, permite al usuario una aplicación fácil del producto, obteniendo con menos trabajo el espesor apropiado de capa y el cubrimiento requerido.

### **6.1.3 Características de Aplicación**

Las pinturas para demarcación se aplican fácilmente con brocha, pistola o máquina aplicadora, dependiendo de la longitud de la señales, produciendo una capa uniforme de alto espesor por mano.

El secamiento oscila entre 30 y 90 minutos, dependiendo del tipo de pintura (acrílica, alquid-caucho), como también de las condiciones ambientales (temperatura ambiente, temperatura de la superficie y humedad relativa).

### **6.1.4 Características de la Pintura Aplicada**

Según la Sociedad Americana para Análisis y Materiales (ASTM) el éxito de las pinturas para demarcación de pavimentos depende en un 40 % de la visibilidad, en un 30 % de la durabilidad y en un 30 % de la apariencia. Durante el día la visibilidad depende del color (amarillo o blanco) y realmente no existen problemas al respecto. En la noche, la visibilidad se dificulta especialmente en zonas con iluminación deficiente. En esas condiciones se mejora la visibilidad agregando a la pintura microesferas de vidrio reflectivo (ver numeral 2.6)

### **6.1.5 Recomendaciones de Aplicación**

Las propiedades de aplicación de las pinturas para la demarcación están regidas por la viscosidad y consistencia del producto en el momento de la aplicación.

En la práctica se ha encontrado que una viscosidad de 70 a 80 Unidades Krebs (KU) en un viscosímetro Stormer es satisfactoria para cualquier tipo de aplicación. Si la pintura es más viscosa se dificulta la aplicación a un espesor uniforme, dando como resultado cubriendo disparejo. Esto puede provocar un desgaste mayor en las zonas donde las señales quedan con un espesor más delgado. Por el contrario, si la viscosidad es baja (muy líquida) los bordes de la demarcación son indefinidos por excesiva nivelación de la pintura aplicada.

Estos problemas se pueden corregir eligiendo bien las boquillas, presión y velocidad del equipo de aplicación. Actualmente se dispone en el mercado de equipos para aplicación de alta viscosidad.

Las superficies más comunes en la aplicación de pinturas para demarcación de pavimentos son: los concretos nuevos o antiguos y los asfaltos. Sobre cualquiera de ellos la pintura debe tener buena adherencia y no debe experimentar modificaciones del color por reacción con los asfaltos (sangrado).

Cuando se aplican sobre superficies de concreto nuevo, se recomienda dejarlo fraguar, durante 28 días mínimo, luego se aplica una solución de 10 partes de volumen de ácido muriático (clorhídrico) con 90 partes por volumen de agua corriente, se lava con abundante agua y se deja secar. Luego aplique la pintura.

### **6.1.6 Preparación de Superficie**

La mugre adherida y el polvo suelto afectan la vida de servicio de las pinturas porque impiden el contacto directo y la penetración de la pintura en la superficie.

Estas circunstancias provocan fallas de adherencia y desprendimiento prematuro de las señalizaciones.

Algunos métodos prácticos para lograr una buena limpieza son: agua a presión, escobas manuales o mecánicas, cepillos, aire a presión y la combinación de ellos.

La superficie debe estar limpia y seca

### **6.1.7 Operación de Máquinas**

La experiencia del operador para encontrar el flujo correcto de la pintura durante éste tipo de aplicación es un factor muy importante, debe saber controlar la viscosidad de la pintura, la presión y velocidad del equipo de aplicación.

### **6.1.8 Protección de Líneas Aplicadas**

Para evitar que las señalizaciones se dañen con el tráfico, se debe proteger con vallas o conos hasta que alcancen su secamiento pleno. El secamiento real al tráfico de 30 a 90 minutos.

Con relación al último secamiento de las pinturas para demarcación es importante destacar la influencia de la temperatura ambiente y del espesor de capa de pintura. Teniendo en cuenta que las pinturas para demarcación de pavimentos secan por evaporación del material volátil, a mayor temperatura ambiente más rápido será el secamiento y a mayor espesor de pintura será más lento.

Otro aspecto importante para determinar la duración de las pinturas de señalizaciones es el tráfico; así, en vías muy congestionadas o con circulación de vehículos pesados la protección de la superficie pintada se debe prolongar razonablemente para evitar el deterioro de las señales.

### **6.1.9 Condiciones Atmosféricas Inmediatas**

Las condiciones atmosféricas antes, durante y después de la aplicación afectan la durabilidad de las pinturas para el tráfico. La lluvia, especialmente cuando se presenta antes de comenzar la señalización o cuando la lluvia está recién aplicada, afecta la adherencia y retarda el secamiento; aparte de que dificulta el trabajo; por consiguiente, la señalización debe programarse cuando se prevea que no se presentarán lluvias durante la aplicación o en el periodo de secamiento. En caso contrario se debe aplazar el trabajo.

### **6.1.10 Condiciones Locales del Suelo:**

Aunque normalmente no es un factor que determine el comportamiento de las pinturas para demarcación, se pueden presentar situaciones externas que afecten la durabilidad; por ejemplo, suelos muy rígidos que se agrietan y suelos sometidos a materiales abrasivos o a productos químicos.

### **6.1.11 Tipos de Pinturas para demarcación**

Los tipos de pintura se clasifican en:

Pintura de tránsito convencional. Suministre una pintura mezclada previamente para uso en pavimentos de asfalto y de concreto que cumplan la norma FSS TT-P-115F.

Pintura de tránsito de agua. Suministre una pintura previamente mezclada acrílica a base de agua para usar en pavimentos de concreto y asfalto que cumpla con lo siguiente:

(a) Composición. Suministre pintura compuesta de sólidos de resina de un 100% de polímero de acrílico con una fórmula exacta determinada por el fabricante. Debe cumplir lo indicado en el Cuadro D.13.

<b>Cuadro D.13</b> <b>Especificaciones de la composición de pintura a base de agua</b>	
Pigmento, % por masa, ASTM D 3723	45% a 55%
Vehículo no volátil, % por masa, FTMS 141	40% min
Plomo, cadmio, bario, o cromo	0%
Compuestos orgánicos volátiles	250g/L max
Masa de pintura, ASTM D 1475	1.44 kg/L min

(b) Viscosidad. ASTM D 562: 75-90 unidades Krebs.

(c) Tiempo de secado de acuerdo con el Cuadro D.14.

<b>Cuadro D.14</b> <b>Tiempo de secado para pintura a base de agua</b>	
Secado a no levantado, ASTM D711	10 minutos max.
Secado a no rastro, 0.7 kg/L tipo 1 esferas de vidrio contra agua, 0.38 +/- 0.03 mm espesor de la película mojada a 54°C	90 segundos max.

(d) Flexibilidad. FSS TT-P-1952B: sin grietas ni descascamiento.

(e) Opacidad de secado. FTMS 141, razón de contraste a 0.25 mm.

(f) Color según el Cuadro D.15.

<b>Cuadro D.15</b> <b>Color de la pintura a base de agua</b>	
Blanco	FHWA blanco estándar para autopistas
Amarillo	FHWA amarillo estándar para autopistas

(g) Reflección en el día (sin glass beads) de acuerdo con lo indicado en el Cuadro D.16.

<b>Cuadro D.16</b> <b>Reflección en el día de la pintura a base de agua</b>	
Blanco, método 6121 FTMS 141	84% relativo a la norma de óxido de magnesio
Amarillo, método 6121 FTMS 141	55% relativo a la norma de óxido de magnesio

(h) Razón de sangrado. FSS TT-P-1952B: 0.96 min

(i) Resistencia a estregar. ASTM D 2486: 300 ciclos por min.

(j) Estabilidad al congelamiento y descongelamiento. FSS TT-P-1952B (Ver Cuadro D.17).

Cuadro D.17 Estabilidad al congelamiento y descongelamiento	
Cambio en la viscosidad	+/- 5 unidades Krebs max
Disminución de resistencia a la estregada	-10% max

(k) Estabilidad al almacenamiento. Durante un período de almacenamiento de 12 meses, debe cumplir con lo siguiente:

Cuadro D.18 Estabilidad de almacenamiento
Sin excesivo endurecimiento, o incremento en viscosidad
Agitado a una consistencia para usarse en el equipo de líneas

## D.6.2 Demarcaciones Epóxicas

Suministre un sistema de dos componentes tipo de 100 por ciento sólidos para la aplicación de rocío caliente conforme lo siguiente:

(a) Pigmentos. Componente A. Porcentaje por masa.

(1) Blanco

Cuadro D.19 Porcentaje por masa, componente A, color blanco, demarcación epóxica	
dióxido de titanio (TiO <sub>2</sub> ), ASTM D 476, tipo II (16.5% min a 100% de pureza)	18% min
resina epóxica	75 a 82%

(2) Amarillo

Cuadro D.20 Porcentaje por masa, componente A, color amarillo, demarcación epóxica	
cromo amarillo (PbCrO <sub>4</sub> ), ASTM D211, tipo III (20% min a 100% de pureza)	23% min
resina epóxica	70 a 77%

(b) Contenido epóxico. Componente A. Masa por equivalente de epóxico, ASTM D1652: Valor objetivo del fabricante +/- 50.



- (c) Valor amino. Componente B, ASTM D 2074: Valor objetivo del fabricante +/- 50.
- (d) Toxicidad. Gases tóxicos a la aplicación de temperatura: ninguno.
- (e) Color: película con espesor de 0.38 mm.

<b>Cuadro D.21</b> <b>Color, demarcaciones epóxicas</b>	
Blanco: FHWA blanco de autopista estándar	
Amarillo: FHWA amarillo de autopista estándar	

- (f) Reflejancia direccional (sin glass beads)

<b>Cuadro D.22</b> <b>Reflejancia direccional, demarcaciones epóxicas</b>	
Blanco, método 6121 FTMS 141	84% relativo a la norma de óxido de magnesio
Amarillo, método 6121 FTMS 141	55% relativo a la norma de óxido de magnesio

- (g) Tiempo de secado. Película de espesor de 0.38 mm con beads

<b>Cuadro D.23</b> <b>Tiempo de secado, demarcaciones epóxicas</b>	
Laboratorio a 22°C, ASTM D711	30 minutos máximo hasta la condición de no poder cogerlo
Campo a 25°C, vista desde 15 m	10 minutos máximo hasta la condición de no poderlo rastrear

- (h) Resistencia a la abrasión. Índice de uso con una rueda CS-17 abajo de una carga de 1000g por 1000 ciclos, ASTM C501: 82 max.
- (i) Dureza. Dureza de borde D con 72 a 96 horas de curado a 22°C, ASTM D 2240: 75 a 100
- (j) Almacenamiento. Cuando se almacena por 12 meses, los componentes epóxicos individuales no requieren mezclas antes de su uso.

### D.6.3 Demarcaciones de Poliester

Suministre un sistema de dos componentes que cumpla con lo siguiente:

(a) Reflejancia direccional (sin glass beads)

<b>Cuadro D.24</b> <b>Reflejancia direccional demarcaciones en poliester</b>	
Blanco, método 6121 FTMS 141	80% relativo a la norma de óxido de magnesio
Amarillo, método 6121 FTMS 141	55% relativo a la norma de óxido de magnesio

(b) Color:

<b>Cuadro D.25</b> <b>Color, demarcaiones direccionales</b>
Blanco: FHWA blanco de autopista estándar
Amarillo: FHWA amarillo de autopista estándar

(c) Viscosidad. Poliester no catalizado a -4°C, ASTM D562: 70 a 90Krebs max.

(d) Sangrado. ASTM D969: 6 mínimo

(e) Tiempo de secado en campo. Visto desde 15 m: 45 minutos máximo a condición de que no se pueda rastrear.

### D.6.4 Demarcaciones Termoplásticas

Deben cumplir con la norma AASHTO M249.

#### 6.4.1 Usos

Las demarcaciones termoplásticas tienen los mismos usos básicos y pautas de aplicación relacionadas con los colores, anchuras, patrones, etc., de las demarcaciones pintadas. Específicamente los materiales termoplásticos pueden ser utilizados como líneas centrales, líneas de carriles, líneas de borde, líneas de parada, leyendas de símbolos regulatorios sobre las calles.

#### 6.4.2 Propiedades

Los materiales termoplásticos de aplicación caliente son generalmente definidos como resinas sintéticas que suavizan cuando son calentadas y se endurecen cuando son enfriadas sin cambiar las propiedades inherentes del material.

La formulación de las demarcaciones del pavimento termoplásticas incluyen tres componentes básicos: plástico y plastificante (aglutinante), pigmento y rellenos, y las esferas de vidrio. La composición química exacta varía considerablemente.

### **6.4.3 Aplicación**

Las distintas categorías de las instalaciones termoplásticas requieren técnicas de aplicación muy diversas. Al seleccionar los materiales termoplásticos más apropiados, el procedimiento de aplicación para cada categoría debe ser cuidadosamente considerado desde el punto de vista de los requerimientos físicos para lograr una adhesión adecuada, así como el equipo y los requerimientos de mano de obra.

El tipo de instalación (marcaciones transversales o longitudinales), tipo de carretera (urbana o rural), tipo de pavimento (concreto asfáltico o concreto Portland), magnitud y otras características del proyecto influirán en el método de aplicación.

### **6.4.4 Espesor de aplicación**

Las demarcaciones más espesas en la escala de 2.3 a 3.1 mm (90 a 124 milésimas de pulgada) brindan mejor visibilidad en noches húmedas. El proceso de extrucción es más compatible en las aplicaciones espesas, especialmente si 3.1 mm (125 milésimas de pulgada) son deseados. El proceso de atomización es más adecuado para la aplicación de 90 milésimas de pulgada (2.3 milímetros) o menos.

### **6.4.5 Acondicionamiento de la superficie**

Donde no existen previas demarcaciones, la carretera debe ser marcada con líneas guías, utilizando los mismo métodos para la aplicación de pintura. A la carretera se le deberá secar la humedad, rocío y condensación atmosférica. La temperatura ambiente deberá ser sobre los 10/C (50/F) o la temperatura recomendada por el fabricante.

El tipo y la condición de la superficie del pavimento durante la instalación es un factor crítico para asegurar la mejor adhesión posible entre la película de termoplástico y la carretera. La preparación de la superficie puede involucrar la limpieza y/o aplicación de un primer sellador para promover la adhesión.

Las técnicas para remover la suciedad suelta (pintura vieja, aceites, etc), incluyen el soplado de arena, soplado de aire, soplado de agua, barrido, esmerilado, etc). La técnica más adecuada depende de la condición de la superficie y si alguna pintura residual debe ser removida.

Es recomendable utilizar un primer sellador antes de aplicar la demarcación termoplástica. El espesor de la película húmeda de los primarios oscila de 0.05 a 0.13 mm (2 ó 5 milésimas de pulgada) y está normalmente basada sobre la recomendación del fabricante.

Los materiales termoplásticos deberán ser aplicados cuando el primario está todavía viscoso. Una especificación requiere que la aplicación atomizada de primario debería ser de un tipo que se mantenga pegajoso por lo menos 10 minutos a 23/C (73/F).

## **D.6.5 Demarcaciones Plásticas Preformadas**

Cumplan con la norma ASTM D4505 tipo I, V, VI, o VII, grado A, B, C, D, o E.

## **D.7 Esferas de Vidrio**

La cantidad de esferas de vidrio a aplicar sobre la pintura húmeda deberá ser de 0.72 kilo por cada litro de pintura. Las esferas de vidrio, que se utilizarán en la pintura de tráfico para producir una marcación reflectorizada en el pavimento, deberán cumplir con los requisitos descritos a continuación y con la norma AASHTO M247:

Las esferas de vidrio debe ser y estar transparentes, limpias, incoloras, lisas y tener forma de esferas, deben estar libre de marcas blancas, picaduras, y de un exceso de burbujas de aire.

El muestreo de las esferas de vidrio debe ser aleatorio en la siguiente razón 45 kg de muestra por cada 4535 kg de embarque.

Existen dos tipos de microesferas de vidrio:

- **Microesferas de vidrio tipo “Drop-On”:** fabricadas con vidrio óptico de alta resistencia al desgaste, las microesferas tipo “drop-on” tienen un índice de refracción entre 1.50 y 1.60, su tamaño de partícula es relativamente grande (por malla número 30 pasan de 75 a 95%), se aplican mediante sembrado o rociado con equipos especiales, sobre la pintura aplicada y húmeda, en proporción de 300 a 450 gramos por metro cuadrado de pintura.
- **Microesferas de vidrio tipo “Premix”:** estas microesferas se utilizan directamente con la pintura antes de aplicarla y se adaptan perfectamente a las máquinas aplicadoras convencionales. Se utilizan alrededor de 600 gramos por litro de pintura, quedando incorporadas a la capa de pintura aplicada al pavimento. La película delgada que cubre cada esfera de vidrio se desgasta rápidamente con el tráfico dando lugar a una superficie reflectante. Este tipo de esferas tienen un índice de refracción de 1.50 a 1.60, son más pequeñas que las tipo “drop-on” pues el 85% pasa por la malla número 80 y su granulometría está muy bien seleccionada para que puedan aplicarse con pistola con boquillas 11/64 o mayores.

### D.7.1 Requisitos Generales

a) Resistencia a la pulverización: La resistencia a la pulverización de las esfera de vidrio puede ser determinada de acuerdo con la designación ASTM D-1213. Un tamiz de 18.15 kilos (40 libras) de peso muerto a 20 ó 30 esferas, deberá ser el promedio de resistencia de las esferas aprobadas.

b) Redondez: La redondez de las esferas de vidrio deberá cumplir con la designación ASTM D-1155. Deberá seleccionarse una muestra de 50 g de las esferas de vidrio a ser probadas en su redondez, las partículas irregulares deberán separarse mecánicamente de acuerdo a cualquiera de los métodos definidos en designación correspondiente de las verdaderas esferas. Al total de la muestra, un 70% a 80% deberán ser esferas de vidrio verdaderas, es decir libre de imperfecciones de todo tipo, incluyendo película, rayas, picaduras, grumos, opacidad, y una forma no esférica.

c) Índice de Refracción: El índice refractorio deberá estar en el rango de 1.50 a 1.60 definido para las esferas de vidrio utilizadas con propósitos de marcado reflectivo. El índice de refracción se debe probar por el método de inmersión en líquido a una temperatura de 25 +/- 5°C.

d) Graduación: Un análisis portamizado de las esferas de vidrio deberá efectuarse de acuerdo con la designación ASTM-1214. Las esferas deberán ser tamizadas manualmente a través de tamices estándar, comenzando el tamizado con la mayor abertura especificada y progresando sucesivamente a través de los tamices especificados en orden decreciente del tamaño de la abertura, y computando el peso de las esferas de vidrio y el porcentaje que pasa a través de cada uno de los tamices. Para pintura de tipo chorreado deberá cumplirse con la siguiente granulometría.

e) Resistencia Química: Las esferas de vidrio deberán resistir la inmersión en el agua y los ácidos sin experimentar una corrosión notoria, u oxidación y no serán oscurecidas ni descompuestas notoriamente por los sulfitos. Las pruebas de resistencia química deberán consistir en una hora de inmersión en agua y en soluciones de agentes corrosivos, seguido por una inspección microscópica.

<b>Cuadro D.26</b>		
<b>Graduación de las esferas de vidrio</b>		
97%	pasan al tamiz	#20
80 a 95%	pasan al tamiz	#30
15 a 35%	pasan al tamiz	#50
0 a 10%	pasan al tamiz	#100
0 a 2%	pasan al tamiz	#200

Una porción de 3 a 5 gramos de la muestra será colocada en cada uno de los tres pyrex, vasos de análisis de vidrio, o platos de porcelana, una muestra deberá cubrirse con agua destilada, una con una solución de 3 N de ácido sulfúrico y la otra con una solución del 50 % del sulfito de sodio.

Después de una hora de inmersión, las esferas de vidrio de cada muestra deberá ser examinadas microscópicamente, para la evidencia de oscurecimiento y escarcha.

Nota: Las pruebas descritas en las especificaciones militares de los Estados Unidos TT-P-85b, artículos 4.4:13, 4.4:14, 4.4:15 y 4.4:16, pueden ser sustituidas por la prueba descrita anteriormente.

f) Propiedades de flujo: Las esferas de vidrio deberán fluir libremente a través del equipo dispensador, en cualquier clima adecuado para la delineación.

El uso de aditivos o tratamientos especiales en la producción de las esferas de vidrio deberán utilizarse en aquellos casos que se experimente una humedad relativa alta, en temporada de delineación.

Si tales aditivos o tratamientos de silicón son requeridos, cualquiera de las siguientes pruebas u otras, pueden ser utilizadas para asegurar que las esferas fluirán libremente, aún en los períodos de alta humedad.

i) Pruebas del desecador: 100 gramos de esferas de vidrio deberán ser distribuidas en forma pareja en un plato de cristalización Corning 3140 o similar, con diámetro de 100 mm por 50 mm de profundidad. Coloque el plato en desecador Corning 3080 o similar de diámetro interno de 250 mm por 330 mm de altura total y 130 mm de profundidad de concavidad, y se debe llenar con ácido sulfúrico (densidad 1.10, aproximadamente con humedad de 94 por ciento) hasta un punto 25.4 mm abajo de la parte de más arriba de un Plato de desecador tamaño 5 Coors 60003 o similar. El desecador deberá permanecer cerrado 4 horas a 25°C +/- 5°C. Remueva la muestra del desecador y transfíralas a un cacerola de metal. Las esferas deben estar libres de protuberancias y de agrupaciones y deben correr libremente cuando se vierten lentamente a través de un embudo de vidrio estándar (Corning 6120 o similar), 127 mm de diámetro, 102 mm de largo, y 11 mm de diámetro interno.

ii) Una muestra de 100 g de esferas se coloca en un frasco de boca ancha de 600 ml y un volumen equivalente de agua destilada se debe agregar al frasco. Se deje el frasco por 5 minutos, y al final de este intervalo el agua se debe verter cuidadosamente y las esferas se transfieren a un frasco de boca ancha limpio y seco y se deja por 5 minutos. Las esferas entonces se vierten lentamente en un embudo de vidrio estándar (Corning 6120 o similar), de 127 mm de diámetro, 102 mm de largo y 11 mm de diámetro interno. Las esferas deben fluir libremente. Si las esferas obstruyen el

embudo cuando son introducidas la primera vez, es permisible horadar el embudo ligeramente, para iniciar el flujo de las esferas.

g) Flotación: Cuando se prueba de acuerdo con la siguiente prueba, un mínimo de 90 % de las esferas deben flotar en cilenio. Determine la masa de aproximadamente 1 gramo con la precisión del 0.0005 g más cercano, distribuya las esferas uniformemente en un plato limpio Petri estándar de 100 mm pesado con anterioridad al 0.00005 más cercano. El plato se vibra un poco para obtener tan cerca como sepueda una capa de esferas donde no hayan esferas unas encima de otras. Cileno , Grado C.P., se introduce a un lado del plato a una razón de 10 a 15 ml por minuto de una bureta hasta que se ha agregado 30 ml. Las esferas que están flotando se arrastran por succión a través de un tubo de entrega estrechado aceptablemente conectado a un frasco receptor. El exceso de cilenio se saca para que no se pierdan cabezas sobrantes y el plato secado en un horno a 110 +/- 5°C. El plato se pesa y el porcentaje de esferas de vidrio se calcula.

h) Empaque: Los requisitos de empaque para las esferas de vidrio utilizadas, pueden variar dependiendo de las cantidades requeridas para los diversos materiales utilizados en la demarcación horizontal. Las esferas de vidrio para aplicaciones de rutina en conjunto con las pinturas chorreadas y combinación, deben ser empacadas en bolsas que sean lo suficientemente resistente de manera que las esferas no se humedezcan ni se les forme costra.

Nota: Las bolsas de papel multicapa, o bolsas de tela de yute ordinario, con un delineador de polietileno, con una capacidad de 22.69 kilos de esferas, son normalmente utilizadas. Se aceptarán bolsas con capacidad de 20 a 25 kilos.

El paquete debe mostrar la siguiente información: nombre, y dirección del fabricante, punto de embarque, marca, la frase “esferas de vidrio”, el número de especificación, el número de kg, el número de lote, y el mes y año de fabricación.

## **D.8 Captaluces**

Descripción General: Los marcadores deberán consistir en una concha de plástico acrílico rellena de un compuesto en un recipiente fuertemente adherido. La concha deberá contener una o dos caras prismáticas reflectivas como se requiera para reflejar la luz incidental de una dirección simple u opuesta. Los marcadores deberán tener la forma de una pirámide truncada, poco profunda.

### **D.8.1 Especificaciones detalladas**

1) Diseño y fabricación: Conchas plásticas.

- C La altura del captaluz no debe exceder 10.9mm.
- C La inclinación de la cara reflectiva debe ser tal que sea limpiada por los vehículos al pasar.
- C El ancho del captaluz debe ser aproximadamente 10cm.
- C Otras dimensiones de captaluces que cumplan con los requisitos expuestos aquí, pueden ser aprobados por los compradores.

2) Superficie: La base del marcador debe ser plana, y texturada, y deberá estar sustancialmente libre de brillo o sustancias que puedan reducir su enlace adhesivo. Esto deberá efectuarse empotrando arena o gránulas inertes en la superficie del compuesto en el recipiente previo a su curación. La altura total del marcador después de la adición de este material, no deberá exceder 1.9 centímetros.

3) Material: La concha deberá ser moldeada con metil metacrilato conforme a la Especificación Federal L-P 380 a, tipo I, clase 3. La parte de atrás de la parte reflectiva debe ser metalizada. El área reflectiva se debe sostener con un

compuesto orgánico adherente. El relleno deberá ser un compuesto en un recipiente seleccionado por fuerza, elasticidad y adecuada adhesión para pasar los requisitos físicos que se señalan más adelante.

Los marcadores se dividen en los siguientes tipos:

- C Tipo A: dos caras prismáticas reflectivas, un color.
- C Tipo B: una cara prismática reflectiva, un color.
- C Tipo D: una cara prismática reflectiva, dos colores. (Una cara reflectiva roja, con blanco no reflectivo en el lado opuesto)
- C Tipo E: dos caras prismáticas reflectivas, dos colores.

Los colores de los captales que se utilizan son: blanco, amarillo, rojo, azul, y verde.

Muestreo. El muestreo de los marcadores se debe realizar de la siguiente manera: 20 marcadores se seleccionan aleatoriamente y constituyen una muestra representativa de cada lote que contiene 10 000 marcadores o menos. Cuarenta marcadores constituye una muestra representativa de lotes que consisten de más de 10 000 marcadores. El tamaño del lote no debe exceder 25 000 marcadores.

#### 4) Requisitos ópticos:

##### a) Definiciones:

- C Ángulo de entrada horizontal: Se refiere al ángulo en el plano horizontal entre la dirección de la luz incidental y el normal al borde direccional del marcador.
- C Ángulo de observación: Significa el ángulo al reflector entre la línea de la vista del observador y la dirección de la luz incidental en el reflector.
- C Intensidad específica: Se refiere a la intensidad lumínica de una bujía a la observación escogida y ángulos de entrada para cada 0.3048 metros-candela de iluminación al reflector, en un plano perpendicular a la luz incidental.

b) Comportamiento óptico: Los captales reflectivos deben cumplir con los valores mínimos de intensidad específica expresada en el cuadro D.27.

<b>Cuadro D.27</b> <b>Valores mínimos de intensidad para captales</b> <b>(3.28 candelas/metro = candelas/pie)</b>						
Ángulo Horizontal de Entrada	Ángulo de Intensidad Específica mínima- cd/ft					
	Observación	Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul
0	2	984	59	246	393	108
20	2	393	236	98	154	42

c) Procedimiento para la prueba óptica: Un lote de marcadores al azar será probado. Los marcadores al ser probados deberán estar localizados con el centro de la cara reflectiva a una distancia de 1.52 metros, desde una fuente de luz uniformemente brillante, con un diámetro efectivo de 0.508 centímetros.

El ancho de la fotocélula deberá ser de 0.127 centímetros. Deberá ser protegido para eliminar la dispersión de la luz. Las distancias desde el centro de la fuente de luz al centro de la fotocélula deberá ser de 0.533 centímetros. Si una distancia de prueba que no sea de 1.52 metros es utilizada, las dimensiones de la fuente y del receptor y la distancia entre la fuente y el receptor, deberán ser modificadas en la misma proporción que la distancia de prueba.

Al realizarse la prueba óptica, si se obtuviera una falla de más del 4% de las caras reflectivas, será causa de rechazo del lote.

5) Color: Midiendo con la prueba correspondiente, el color de la luz reflejada debe caer dentro de los siguientes límites:

Blanco:  $x=0.31$  (límite azul)  
 $x=0.50$  (límite amarillo)  
 $y=0.15 + 0.64x$  (límite verde)  
 $y=0.44$  (límite verde)  
 $y=0.38$  (límite rojo)  
 $y=0.05+0.75x$  (límite morado)  
Amarillo:  $y=0.39$  (límite rojo)  
 $y=0.79 - 0.67x$  (límite blanco)  
 $y=x-0.12$  (límite verde)  
Rojo:  $y=0.33$  (límite amarillo)  
 $y=0.98-x$  (límite morado)  
Azul:  $y=0.32$  (límite verde)  
 $x=0.16$  (límite blanco)  
 $x=0.40- y$  (límite blanco)  
 $x=0.50 -0.50x$  (límite violeta)  
Verde:  $y=0.73 - 0.73x$  (límite amarillo)  
 $x=0.63y - 0.04$  (límite blanco)  
 $y=0.50 - 0.50x$  (límite azul)

Prueba del color: mida el color de acuerdo con la práctica E811. Alternativamente el color se puede medir por un procedimiento más simple como es el determinar el color de un disco del mismo material, técnica de fabricación, y fórmula de tinte como el retroreflector. (El retroreflector puede moldearse en la forma de disco de transmisión) Si se utiliza un disco, el espesor debe ser el doble del espesor del reflector medido desde la cara del lente al vértice de los elementos reflejados.

6) Requisitos de fuerza: Los marcadores deberán soportar una carga de 907.5 kilos, cuando son aplicadas de la siguiente manera: Una muestra al azar de tres marcadores deberá ser seleccionada del lote, para propósitos de prueba. Un marcador será centrado sobre el final abierto de un cilindro hueco de metal, colocado verticalmente. El cilindro deberá ser de 2.54 centímetros de alto, con un diámetro interno de 7.62 centímetros y espesor de las paredes de 0.635 centímetros. La carga deberá ser aplicada lentamente en la parte superior del marcador, a través de un obturador de metal de 2.54 centímetros de diámetro por 2.54 centímetros de alto, centrado en la parte superior del marcador.

La falla constituirá el resquebrajamiento, o una deformación significativa de cualquiera de los marcadores a cualquier carga menor de 907.5 kilos siendo esto causa de rechazo de todo el lote.



## D.8.2 Supervialetas o Viales

Un tipo especial de captaluces son los llamados supervialetas o vialetes. Se utilizan como protección en pasos peatonales (guarderías, escuelas, centros deportivos, etc.), para separar carriles exclusivos de circulación de autobuses, para señalar doble sentido de circulación en carreteras anchas y autopistas, como reductores de velocidad, etc.

Especificaciones de los vialetes:

- Confeccionadas en plástico ABS modificado o hierro fundido (en una sola pieza).
- Parte retroreflectiva compuesta por esferas de vidrio cristal de alta resistencia incrustadas en el plástico o con papel retroreflectivo adherido en el caso de los vialetes metálicos.
- Tamaño de 22 cm de largo por 10 cm de ancho por 4 o 5 cm de alto
- Resistencia al impacto de 20 ton.
- Con pernos de 68 mm de largo por 14 mm de diámetro. )Disponibles sin perno.
- Colores amarillo blanco y rojo con una o dos caras retroreflectivas.
- Si poseen perno se utiliza taladro en su colocación. Además necesitan de 250 a 400 gramos de epóxico por unidad para ser instaladas.
- Su ángulo de 35° evita el contacto de la llanta con el retroreflectivo lo que hace que sea duradera a través del tiempo.

En la Figura D.3 se muestra un diagrama con las dimensiones de las supervialetas o vialetes.

## D.9 Pegamento Epóxico

Si se utiliza el método normal de mezclado, se debe usar el epóxico estándar.

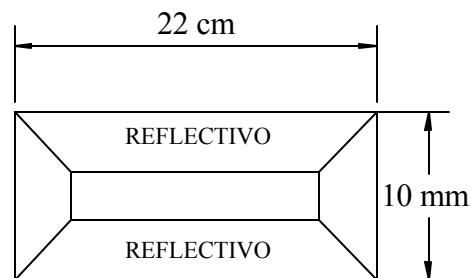
### 1) Composición y Características

Los adhesivos deberán tener las siguientes propiedades y todas las pruebas deberán ser conducidas de acuerdo con los últimos métodos de prueba en la Sociedad América para la Prueba de Materiales, Método Federal de Prueba Estándar # 141.

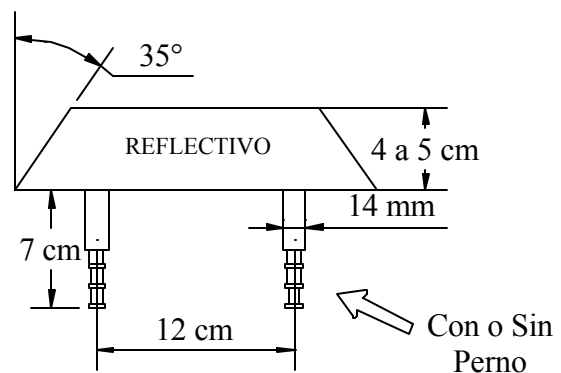
a) Adhesivo epóxico de fijado rápido. El adhesivo epóxico de fijado rápido, deberá ser una pasta de alta viscosidad formulada principalmente para ser utilizada en los marcadores de adhesión del pavimento al concreto de cemento portland y el concreto asfáltico. Deberá estar compuesto por los siguientes componentes:

### i) Componentes del epóxico A y B

### Vista Superior



### Vista Frontal



**Figura D.3**

Dimensiones de las Supervialetas o Viales

<b>Cuadro D.28.A</b> <b>Especificaciones del componente A</b>	
Especificaciones	Partes por Peso
Resina Epóxica 1	90
Eter Ortocresol Glicidil	10
Dióxido de Titanio ASTM D 476	3
Talco 3	50
Sílica Oleofilica Vap.	45

<b>Cuadro D.28. B</b> <b>Especificaciones del componente B</b>	
Especificaciones	Partes por Peso
Endurecedor Polymercaptán de alta fun. 5	60
2, 4, 6- Tri-Fenol 16 (dimetilaminometil)	7
Polímero7 Polisulfito	35
Negro de homo 8	1
Talco 3	52
Sílica 4 Oleofilica Vaporizada	35
Silicón Anti-Espumante, Tipo DB100, 100% Sólidos	5

ii) Todas las pruebas deberán ser efectuadas de acuerdo con la Prueba de California 425. Los componentes deberán tener las siguientes características.

<b>Cuadro D.29</b> <b>Características de los componentes</b>		
Prueba	Componente A	Componente B
Viscosidad Brookfield, Eje Helipath TE a 5rpm, Poise a 25°C	3500 a 5000	3500 a 5000
Proporsión Cizallamiento Mínimo a 25°C	20	20
Densidad, 0.12 kilo/litro a 25°C	11.7 a 12.2	11.7 a 12.2
Escamado(contenedor original)	ninguno	ligero

Curva Infra-rojas, Componentes A y B	Deberán coincidir con las curvas de la Prueba de California 425	
Estabilidad de Almacenaje	Los Componentes A y B no deberán cambiar en viscosidad y proporción de cizallamiento por mde +/- 15 por ciento cuando son almacenados por 2 semanas en contenedores cerrados 46°C. Todas las medidas deberán efectuarse a 25°C, utilizando el mismo eje y aparato como en la Cláusula 1 anterior. El adhesivo deberá llenar todos los otros requisitos para 12 meses desde la fecha de fabricación. No deberán haber fijado de los rellenos que no puedan ser fácilmente redispersados con una paleta	
Porcentaje Aire, máximo	2%	2%

iii) Los componentes combinados deberán tener las siguientes características:

<b>Cuadro D.30</b> <b>Características de los epóxicos combinados</b>	
Característica	Requisitos
Tiempo de Gel, minutos	6-10 min
Fuerza de Adhesión al Concreto, Tiempo, minutos (máximo) para alcanzar no menos de 14.06 kg/cm <sup>2</sup> , a 25°C, +/- 1°C	35
10°C +/- 1°C	45
-1°C +/- 1°C	85
Fuerza Cisallamiento Bifurcado, 24 horas a 25°C +/- 1°C, 0.07 kg/cm <sup>2</sup>	1000 mín
24 horas a 25°C +/- 1°C remojo en agua, 0.07 kg/cm <sup>2</sup>	800 mín
Tensión de Adhesión y Cohesión Fondo marcador cerámico, 0.07 kg/cm <sup>2</sup>	700 min
Fondo marcador cerámico, incluyendo post-curación, 0.07 kg/cm <sup>2</sup>	700 min
Fondo marcador de pavimento, reflexivo, 0.07 kg/cm <sup>2</sup>	500 min
Color de componentes mezclados	Aproximadamente el del Color entre #26132 a #26152 del federal Estándar #595 A

b) Adhesivo epóxico de fijado estándar

El adhesivo epóxico de fijado estándar deberá ser una pasta de alta viscosidad formulada principalmente para ser utilizada en la adhesión de los marcadores de pavimento al concreto de cemento portland y el concreto asfáltico. Deberá estar compuesto por los siguientes componentes:

i) Componente del epóxico A y B

<b>Cuadro D.31</b> <b>Especificaciones del componente A</b>	
Especificaciones	Partes por Peso
Resina Epóxica	87
Eter Alifático Flicidil 2	13
Dióxido de Titanio ASTM D 476	3
Talco 4	34
Sílica Oleofílica Vap.	65

<b>Cuadro D.32</b> <b>Especificaciones del componente B</b>	
Especificaciones	Partes por Peso
N-Aminoetil Piperazina 5	232
Nonifenol 6	52
Negro de Horno 7	1
Sílica Oleofílica Vaporizada	65
Talco 4	65
Silicón Anti-Espumante Tipo Bd 100, 100% Sólidos	5

ii) Todas las pruebas serán efectuadas de acuerdo con la Prueba de California 425. Los componentes deberán tener las siguientes características:

<b>Cuadro D.33</b> <b>Características de los componentes</b>		
Prueba	Componente A	Componente B
Viscosidad Brookfield, Eje Helipath TD a 5rpm, Poise a 25°C	1000 a 3000	1000 a 3000
Proporción Cizallamiento Mínimo a 25°C	20	20
Densidad, 0.12 kilo/litro a 25°C	10.6 a 10.9	11.3 a 11.6
Escamado(contenedor original)	ninguno	ninguno
Curva Infra-rojas, Componentes A y B	Componentes A y B deberán coincidir con las curvas de la Prueba de California 425	
Estabilidad de Almacenaje	Los Componentes A y B no deberán cambiar en viscosidad y la proporción de cizallamiento por mde +/- 15 por ciento cuando son almacenados por 2 semanas en contenedores cerrados 46°C +/- 16.11°C. Todas las medidas deberán efectuarse a 25°C, utilizando el mismo eje y aparato como en la Cláusula 1 anterior. El adhesivo deberá llenar todos los otros requisitos para 12 meses desde la fecha de fabricación. No deberán haber fijado de los rellenos que no puedan ser fácilmente redispersados con una paleta	
Porcentaje Aire, máximo	2%	2%

iii) Los componentes combinados deberán tener las siguientes características:

<b>Cuadro D.34</b> <b>Características de los epóxicos combinados</b>	
Característica	Requisitos
Tiempo de Gel, minutos	36320
Fuerza de Adhesión al Concreto, Tiempo (máximo) para alcanzar no menos de 14.06 kg/cm <sup>2</sup> , a 25°C, +/- 16°C	3.5 horas
Fuerza Cisallamiento Bifurcado, 24 horas a 25°C +/- 16°C más remojo en agua, 0.07 kg/cm <sup>2</sup>	1500 min
Tensión de Adhesión y Cohesión Fondo marcador cerámico	700 min
Fondo marcador cerámico, incluyendo post-curación, 0.07 kg/cm <sup>2</sup>	700 min
Fondo marcador reflexivo de pavimento, reflexivo, 0.07 kg/cm <sup>2</sup>	500 min
Color de componentes mezclados	Aproximadamente el del Color entre #26132 a #26152 del federal Estándar #595 A

Ensayos de Prueba relacionados con la resina epóxica adhesiva:

- 1) viscosidad Brookfield AASHTO T237,
- 2) Equivalente de resina epóxica AASHTO T237,
- 3) Color, Grdner ASTM D1544,
- 4)Color, APAH ASTM D 1209,
- 5) Tempo de Gel, AASHTO T 237,
- 6) Absorción de aceite, ASTM D 1483,
- 7) pH ASTM D 1208,
- 8) Razón Hegman, ASTM D 1210,
- 9) Tamaño máximo de partícula, ASTM D185,
- 10) Porcentaje pasando la malla No. 325, AASHTO T 237,
- 11) Curva infra roja, AASHTO T 237,
- 12) Índice de refractividad, ASTM D 1747,
- 13) Destilación al vacío, ASTM D 3272,
- 14) Punto de descarga, AASHTO T79, T48,
- 15) Contenido de agua ASTM D 1208,
- 16) Punto de vertido, ASTM D 97,
- 17) Gravedad específica, AASHTO T 237,
- 18) Área de superficie, D-2752,
- 19) Esfuerzo de adherencia al concreto, AASHTO T 237,
- 20) Adhesión y cohesión en tensión, AASHTO T 237,
- 21) Esfuerzo de cizallamiento bifurcado, AASHTO T 237,
- 22) Esfuerzo de cizallamiento, AASHTO T 237,
- 23) Razón de cizallamineto, AASHTO T 237,
- 24) Porcentaje de aire, Método federal No. 141, Método 4184.

## D.10 Adhesivo Bituminoso para Marcadores o Captaluces del Pavimento

### 1) Requisitos del Material

El adhesivo deberá ser un material asfáltico con un relleno mineral mezclado homogéneamente y deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

#### a) Propiedades Adhesivas

Cuadro D.35 Propiedades Adhesivas			
Propiedad	Min	Max	Método
Punto de derretido, °F	200	-	ASTM D36
Penetración, 100g, 5 seg, 25°C	10	20	ASTM D5
Fluido, pulgadas	-	2	ASTM D3407 según fue modif. En los métodos de Prueba
Fluido Estabilidad Cal. 2.54 cm	-	2	Como en los métodos de prueba
Viscosidad, 205°C Medida de viscosidad		75	ASTM D-2669 seg. Fue mod. En los métodos de Prueba
Punto Rápido, C.O.C., 2.54 cm		550	ASTM D 92

b) Propiedades del Asfalto

Las propiedades del asfalto determinadas en el material libre de relleno derivaron de la extracción y recuperación del proceso Abson.

<b>Cuadro D.36</b> <b>Propiedades del asfalto</b>			
Propiedad	Min	Max	Método
Penetración, 100g, 5 seg. 25°C	25	1	ASTM D5
Viscosidad, 126°C Medida de viscosidad	12	-	ASTM D2171
Relación de viscosidad, 135°C		22	Seb. Fue explicado en los métodos de prueba

c) Propiedades del Relleno

Las propiedades del relleno determinadas utilizando la técnica de separación del relleno descrita en los métodos de Prueba.

<b>Cuadro D.37</b> <b>Propiedades del Relleno</b>			
Propiedad	Min	Max	Método
Conten. Relleno % por peso	50	75	Como en Métodos de Prueba ASTM C430, seg. Modif. En Métodos de Prueba.
Pureza del Relleno, % que pasa			
:325	75	-	
:200	95	-	
:100	100	-	

2) Métodos de Prueba

a) El flujo deberá ser determinado de acuerdo a la Sección 6, Flujo, de ASTM de 3407 con la excepción de que la temperatura del horno deberá ser 70°C +/- 16°C y la preparación de la muestra deberá hacerse de acuerdo con la sección 7.1 de ASTM D5.

b) La estabilidad del Flujo de Calor, deberá ser determinada de acuerdo con el Flujo, con la excepción de que 1000 gramos del adhesivo deberán ser colocados en una lata de cuarto totalmente cubierta, calentada a 218°C y mantenida a esta temperatura por cuatro horas previamente a la preparación del panel de la muestra.

c) La viscosidad se deberá determinar de acuerdo a ASTM D2669 utilizando la velocidad de un torno de 10 rpm. El adhesivo deberá ser calentado a aproximadamente 210°C y debe dejarse secar. La viscosidad deberá ser determinada 204°C +/- 17.22°C.

d) Las propiedades de la base asfáltica deberán ser determinadas por el material obtenido de la siguiente extracción y métodos de recuperación de Abson. El asfalto deberá ser extraído calentando el adhesivo hasta el punto donde fluya fácilmente y luego será transferido de 125 a 150 gramos en 400 ml de tricloroetileno deberá ser decantada y el asfalto deberá ser recuperado utilizando los métodos de recuperación de Abson, ASTM D 1856 según es modificado por la siguiente designación. Los métodos de extracción de ASTM D2712 no deberán aplicarse y no deberá haber filtración de la mezcla de solvente - asfalto. La solución de extracción de tricloroetileno y asfalto deberá ser centrifugada por al menos 30 minutos de 770 veces la gravedad en una carga centrífuga. Decante esta solución en el frasco de destilación, teniendo cuidado de no incluir ningún sedimento del filtro. Aplique Dióxido de carbono en burbujas y caliente lentamente hasta llevar la solución a una temperatura de 149°C. A este punto, el flujo del dióxido de carbono es incrementado de 800 a 900 ml por minuto.

La temperatura de la solución es mantenida a 160°C a 163°C con esta tasa de flujo de dióxido de carbono por al menos 20 minutos y hasta que los vapores de tricloroetileno hayan sido completamente removidos del frasco de destilación. El anterior método de extracción recuperado deberá ser repetido cuando sea necesario para obtener la cantidad de asfalto deseada. El asfalto recuperado deberá ser utilizado para determinar la penetración, la viscosidad de 135°C, y la relación de viscosidad de 135°C.

e) La relación de viscosidad de 135°C deberá ser determinada comparando la viscosidad de 135°C de la base de asfalto antes y después de la Prueba de Horno de la Película Delgada. La prueba anterior deberá ser efectuada como en ASTM D 1754. La gravedad específica deberá ser determinada por picnómetro como en ASTM D70 para el uso de la Prueba de Horno de la Película Delgada. La relación de la viscosidad de 135°C deberá ser de Horno de la Película Delgada entre la viscosidad original de 135°C.

f) El material de relleno deberá ser separado de asfalto para determinar el Contenido y Pureza del Relleno. La porción por peso del adhesivo insoluble en 1,1,1-Tricloroetanol deberá ser considerada el contenido del relleno. El contenido del relleno deberá ser determinado pensando 10.00 +/- 0.01 gramos de adhesivo sólido en un frasco centrífugo con un volumen de aproximadamente 100 ml como es especificado en ASTM D 1796. Agregue 50 ml de 1,1,1-tricloroetanol al adhesivo, el cual deberá ser quebrado en pequeños trozos con el propósito de acelerar el proceso de disolución. Bata con fuerza de remolino con una varilla fina, teniendo cuidado de no perder ninguno de los sólidos. Coloque el frasco con la muestra en una centrífuga balanceada y hágalo girar utilizando una fuerza centrífuga relativa mínima de 150 (según es determinado en la Sección 6 de ASTM D 1796) por 10 minutos. Remueva el frasco con la muestra y decante el solvente, teniendo cuidado de no perder ninguno de los sólidos. Repita la aplicación del solvente y la centrifugación hasta que se aclare y el relleno esté visualmente libre de asfalto. Seque el relleno a 71.11°C +/- 15°C para remover el solvente y pese el relleno resultante. La filtración del solvente decantado puede ser efectuada para verificar que no haya pérdida de relleno. El porcentaje de contenido del relleno es calculado como sigue:

$$\text{Contenido del relleno, \% X peso} = \frac{(\text{Peso del relleno, g}) (100)}{\text{Peso Adhesivo Original, g}}$$

g) La pureza del relleno deberá ser determinada de acuerdo con ASTM C430 utilizando tamices #325, 200 y 100. Este método deberá ser modificado por el uso de un agente humedecedor no-iónico soluble en agua, tal como Tritón X-100, para ayudar a la acción humedecedora. La concentración de la solución que actúa sobre la superficie deberá ser aproximadamente el uno por ciento del peso.



La muestra seca de un gramo deberá ser exhaustivamente humedecida en la solución que actúa sobre la superficie y dejarse humedecer por 30 minutos. El relleno deberá transferirse completamente a la taza del tamiz y deberá atomizarse con agua por dos minutos. La solución que actúa sobre la superficie puede ser agragada según sea necesaria y los medios físicos utilizados para dispersar cualquiera artículos coagulados. La muestra deberá ser secada luego y manejada como se indica en ASTM C 430.

### 3) Empaque y Etiquetado

El adhesivo deberá ser empacado en contenidos de cartón de auto-desenganche, con la parte superior esencialmente plana, paralela y las superficies del fondo tales como los empaques se apilen apropiadamente. Cada paquete deberá tener un peso neto de 22.6 kilos o 27.22 kilos y deberá pesar adentro dos libras de la cantidad especificada. Separadores de cartón de auto-desenganche que separarán cada paquete en secciones que no pesen más de 6.8 kilos cada uno, deberán ser parte del empaque. Cada paquete deberá mostrar el nombre del fabricante, peso neto y número de lote o carga y deberá llevar impreso “Adhesivo Bituminoso para Marcadores del Pavimento” o palabras similares para identificar el contenido.

## **D.11 ASTM - Designación: D 4956 - Especificación estándar para láminas retrorreflectivas para el control del tránsito**

### **D.11.1 Alcance**

a) Esta especificación abarca a los lentes de las esferas de vidrio no expuestos, y a las láminas microprismáticas retrorreflectivas diseñadas para el uso en señales de control de tráfico, delineadores, barricadas y otros dispositivos.

b) Los valores expuestos en unidades de métricas se deben considerar como estándar.

c) Los siguientes riesgos de seguridad se refiere sólo a los ensayos de prueba, sección 8, de esta especificación. Esta norma no trata de abarcar todos los problemas de seguridad, si hay alguno, asociados con su uso. Es la responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad y determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

### **D.11.2 Documentos de Referencia**

*Normas ASTM:*

B 209 Especificaciones para aluminio y láminas de aleaciones de aluminio y placas.

B 449 Práctica de tratamientos cromáticos en aluminio.

D 523 Métodos de prueba de brillo.

E 284 Terminología de apariencia.

E 308 Métodos de prueba para estimar los colores usando el sistema CIE.

E 808 Prácticas para describir la retrorreflección.

E 810 Métodos de prueba para coeficientes de retrorreflección o láminas retrorreflectivas.

E 991 Prácticas para medidas de color de especímenes fluorescentes.

E 1164 Prácticas para obtener datos espectrofotométricos para evaluar el color.

E 1347 Métodos de prueba para color y medidas de la diferencia de color por colorimetría tristimula.

E 1349 Métodos de prueba para factores reflectantes y color por espectrofotometría usando geometría bidireccional.

G 23 Prácticas para operar aparatos de exposición ligera con o sin agua para exponer materiales no metálicos.

### **D.11.3 Terminología**

a) *Definiciones.* Las definiciones de términos están descritos en la Terminología E 284 y la Práctica E 808.

b) *Descripción de términos específicos a esta norma:*

c) *Láminas de rebote.* Materiales retrorreflectivos destinados a estar ligados a instrumentos plásticos flexibles y resistentes a impactos.

### **D.11.4 Clasificación**

a) Las láminas retrorreflectivas deben consistir de una lámina blanca o de color que tenga una superficie exterior lisa, y que esencialmente tiene las propiedades de un retrorreflector sobre su superficie total. Hay seis tipos y cinco clases de láminas retrorreflectivas. Ejemplos típicos de materiales y sus aplicaciones se muestran sólo como información

descriptiva, y no tienen intención como recomendaciones o limitaciones. Las aplicaciones típicas para láminas retroreflectivas mencionadas en esta especificación se indican en el Cuadro D.38.

<b>Cuadro D.38</b> <b>Aplicación de las láminas retroreflectivas</b>	
Tipo	Aplicación Típica
I	Señalización de autopistas, zonas de construcción, y delineadores
II	Señalización de autopistas, zonas de construcción, y delineadores
III	Señalización de autopistas, zonas de construcción, y delineadores
IV	Señalización de autopistas, zonas de construcción, y delineadores
V	Delineadores
VI	Señales temporales, señales de prevención, cuellos de botella

b) Las láminas retroreflectivas se clasifican:

*Tipo I.* Una lámina retroreflectiva de media intensidad conocida como “grado ingeniería”, que usualmente utiliza una cama de microesferas de vidrio que actúan como lentes.

*Tipo II.* Una capa o lámina de material reflectivo de media intensidad conocida como “grado súper-ingeniería”, que usualmente utiliza una cama de microesferas de vidrio que actúan como lentes.

*Tipo III.* Una capa o lámina de material reflectivo de alta intensidad, que usualmente encierra una cama de micro esferas de vidrio que actúan como lentes.

*Tipo IV.* Una capa o lámina de material reflectivo de alta intensidad, que utiliza un elemento reflectivo compuesto de microprismas no metálicos.

*Tipo V.* Una capa o lámina retroreflectiva de super alta intensidad, que utiliza un elemento reflectivo compuesto de microprismas metálicos.

*Tipo VI.* Una capa o lámina retroreflectiva de alta intensidad elastomérica sin adhesivo, que utiliza un elemento reflectivo compuesto de microprismas de vinil.

c) *Clases de apoyos.* Los apoyos requeridos para las láminas retroreflectivas del Tipo I al Tipo V se clasifican en:

*Clase 1.* El apoyo adhesivo debe ser sensible a la presión, no requiere calor, solvente, o otra preparación para adherirse a superficies lisas y limpias.

*Clase 2.* El apoyo adhesivo debe tener un adhesivo que se activa aplicando calor y presión al material. La temperatura necesaria para formar un vínculo permanente debe ser un mínimo de 66/C.

El material de la *Clase 2* se puede reposicionar bajo condiciones normales de taller y temperaturas del material de soporte de hasta 38/C sin causar daños al material. El material de Clase 2 se puede perforar para facilitar remover aire

láminas calientes al vacío, pero las perforaciones deben ser de un tamaño y frecuencia tal que no causen manchas cuando se imprimen las láminas.

*Clase 3.* Los apoyos adhesivos deben tener un adhesivo sensible a la presión posicionable que no requiera calor, pero que requiera de solvente o otra preparación para que se adhiera a superficies lisas y limpias. Se debe reposicionar hasta a temperaturas de 38/C sin causar daños al material.

*Clase 4.* El apoyo adhesivo debe tener un adhesivo sensible a la presión de baja temperatura que permita la aplicación de las láminas a temperaturas tan bajas como -7/C sin la ayuda de calor, solventes, o preparación para adherir a superficies lisas, limpias y secas.

*Clase 5.* Este debe ser un apoyo no adhesivo hecho de material comercialmente utilizados para producto que se apoyan sólo.

### **D.11.5 Información al ordenar**

El comprador que utiliza esta especificación debe incluir la siguiente información:

- 1) Designación ASTM (D 4956),
- 2) Tipo de clasificación (ver sección 4),
- 3) Clasificación de adhesivos (ver 4.3),
- 4) Color en el día (ver 7.3),
- 5) Largo y ancho de láminas (ver 6.1),
- 6) Largo y ancho de los rollos (ver 6.2), e
- 7) Información suplementaria, si el comprador la requiere.

i) El cumplimiento con el coeficiente de retroreflección mínimo para un ángulo de observación de 0.1/ es un requerimiento suplementario que aplica sólo cuando se indica. El ángulo de observación de 0.1/ puede especificarse cuando el desempeño a larga distancia es un requisito para la lámina.

ii) Requisitos para pruebas de resistencia a los hongos.

iii) Requisitos de láminas de rebote.

8) Alguna información adicional.

### **D.11.6 Requisitos Generales**

*Láminas* — Cuando los materiales retroreflectivos están en forma de láminas, el diseño, la dimensión, y las tolerancias deben ser como las especifica el comprador.

*Rollos* — Cuando se ordenan rollos, el material retroreflectivo debe estar envuelto uniformemente y tener la suficiente rigidez para que el rollo no se distorcion. El mayor número de juntas debe ser 4 por 46 metros de rollo. Cada junta debe observarse en el borde del rollo. La longitud y el ancho lo debe especificar el comprador.

*Proceso de coloración* — Las láminas deben permitir procesos de coloración con colores procesados transparentes y opacos que sean compatibles, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante a temperaturas entre 16/ a 38/ C y humedad relativa de 20 a 80 %.

### **D.11.7 Requisitos de desempeño:**

a) Los requisitos mínimos de desempeño para cada tipo de lámina retroreflectiva se indican a continuación:

*Tipo I.* Coeficientes mínimos de retroreflexión (Cuadro D.39). Clima artificial- 1000h. Retroreflexión o claridad en el día (Cuadro D.40).

*Tipo II.* Coeficientes mínimos de retroreflexión (Cuadro D.41). Clima artificial - 2200h. Retroreflexión o claridad en el día (Cuadro D.40). Cuando se especifica color naranja el clima artificial debe ser 500h.

*Tipo III.* Coeficientes mínimos de retroreflexión (Cuadro D.42). Clima artificial - 2200h. Retroreflexión o claridad en el día (Cuadro D.40). Cuando se especifica color naranja el clima artificial debe ser 500h.

*Tipo IV.* Coeficientes mínimos de retroreflexión (Cuadro D.43). Clima artificial - 2200h. Retroreflexión o claridad en el día (Cuadro D.44). Cuando se especifica color naranja el clima artificial debe ser 500h.

*Tipo V.* Coeficientes mínimos de retroreflexión (Cuadro D.45). Clima artificial - 2200h. Retroreflexión o claridad en el día (Cuadro D.46).

*Tipo VI.* Coeficientes mínimos de retroreflexión (Cuadro D.46). Clima artificial - 250h. Retroreflexión o claridad en el día (Cuadro D.40).

b) *Coeficiente de Retroreflexión* — este coeficiente debe cumplir con los requisitos mínimos de las Cuadros D.39, D.41, D.42, D.43, D.45, y D.47 como se especifica en el D.11.8.3.

c) *Color durante el día* — se deben cumplir los requisitos del cuadro D.48 y uno de los siguientes Cuadros D.41, D.44 ó D.46 cuando se prueba de acuerdo con D.11.8.4. El color del día y el de la noche debe tener sustancialmente el mismo matiz.

d) *Clima artificial* — la lámina retroreflectiva debe ser resistente al clima y no debe mostrar grietas, descascaramiento, picaduras, ampollas, levantamiento de los bordes, encorvaduras, o más de 0.8 mm de encogimiento o expansión cuando se prueba como se especifica en D.11.8.6. Las medidas retroreflectivas después del clima artificial se deben hacersólo a 0.2/ de ángulo de observación, y -4/ y -30/ de ángulo de entrada. La lámina no debe tener un porcentaje del mínimo coeficiente de retroreflexión menor al expuesto en el cuadro D.49.

e) *Rapidez de color* — Después de que la muestra cumple con lo especificado para el clima artificial debe cumplir con los requisitos de el cuadro D.48 y de una de las siguientes: Cuadro D.40, D.44 ó D.46, cuando se prueba como se especifica en el D.11.8.4 y D.11.8.7.

f) *Encogimiento* — La lámina retroreflectiva no debe encoger más de 0.8 mm en 10 minutos o más de 3.2 mm en 24 horas cuando se prueba como se especifica en D.11.8.8.

g) *Flexibilidad* — La lámina debe ser suficientemente flexible para no mostrar grietas cuando se prueba de acuerdo a lo especificado en D.11.8.9.

h) *Remover el cobertor* — Un cubridor para la superficie interna, cuando se utiliza, se debe remover sin empaparlo en agua o en otras soluciones, y no se debe quebrar, romper, o remover adhesivo de la lámina. (Ver D.11.8.10)

i) *Adhesión* — Cuando se prueba de acuerdo con D.11.8.5, el soporte adhesivo de las láminas retroreflectivas debe producir una unión para soportar un peso de 0.79 kg para las clases adhesivas 1, 2 y 3 o un peso de 0.45 kg para las clases 4 y 5, sin que la unión se desprenda una distancia mayor a 51 mm.

j) *Resistencia al impacto* — Las láminas retroreflectivas no deben mostrar grietas o delaminación fuera del área de impacto cuando está sujeto a la prueba de impacto de acuerdo con D.11.8.11.

k) *Brillo* — La capacidad de brillo de la lámina debe ser mayor a 40 cuando se prueba de acuerdo con lo especificado en D.11.8.12.

<b>Cuadro D.39</b> <b>Coefficiente mínimo de retroreflexión “R<sub>A</sub>” (cd/lx/m<sup>2</sup>) para Láminas Tipo I</b>								
Ángulo de Observación	Ángulo de Entrada	Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul	Café
0.2°	-4°	70	50	25	9	14	4	1
0.2°	+30°	30	22	7	3.5	6	1.7	0.3
0.5°	-4°	30	25	13	4.5	7.5	2	0.3
0.5°	+30°	15	13	4	2.2	3	0.8	0.2

<b>Cuadro D.40</b> <b>Factor de luminosidad (Y%)</b> <b>(Luminosidad durante el día)</b> <b>-Láminas Tipo I, II, III, VI-</b>		
Color	Mínimo	Máximo
Blanco	27	...
Amarillo	15	45
Anaranjado	14	30
Verde	3	9
Rojo	2.5	12
Azul	1	10
Café	4	9

<b>Cuadro D.41</b> <b>Coefficiente mínimo de retroreflexión “R<sub>A</sub>” (cd/lx/m<sup>2</sup>) para Láminas Tipo II</b>								
Ángulo de Observación	Ángulo de Entrada	Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul	Café
0.2°	-4°	140	100	60	30	30	10	5
0.2°	+30°	60	36	22	10	12	4	2
0.5°	-4°	50	33	20	9	10	3	2
0.5°	+30°	28	20	12	6	6	2	1

<b>Cuadro D.42</b> <b>Coefficiente mínimo de retroreflexión “R<sub>A</sub>” (cd/lx/m<sup>2</sup>) para Láminas Tipo III</b>								
Ángulo de Observación	Ángulo de Entrada	Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul	Café
0.1°	-4°	300	200	120	54	54	24	14
0.1°	+30°	180	120	72	32	32	14	10
0.2°	-4°	250	170	100	45	45	20	12
0.2°	+30°	150	100	60	25	25	11	8.5
0.5°	-4°	95	62	30	15	15	7.5	5
0.5°	+30°	65	45	25	10	10	5	3.5

Nota: Los valores de ángulo de observación de 0.1°, son requisitos suplementarios.  
Se aplican sólo cuando se especifica en el contrato.

<b>Cuadro D.43</b> <b>Coefficiente mínimo de retroreflexión “R<sub>A</sub>” (cd/lx/m<sup>2</sup>) para Láminas Tipo IV</b>								
Ángulo de Observación	Ángulo de Entrada	Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul	Café
0.1°	-4°	400	270	160	56	56	32	12
0.1°	+30°	120	75	48	13	13	7	3
0.2°	-4°	250	170	100	35	35	20	7
0.2°	+30°	80	54	34	9	9	5	2
0.5°	-4°	135	100	64	17	17	10	4
0.5°	+30°	55	37	22	6.5	6.5	3.5	1.4

Nota: Los valores de ángulo de observación de 0.1°, son requisitos suplementarios.  
Se aplican sólo cuando se especifica en el contrato.

<b>Cuadro D.44</b> <b>Factor de luminosidad (Y%)</b> <b>(Luminosidad durante el día)</b> <b>-Láminas Tipo IV-</b>		
Color	Mínimo	Máximo
Blanco	50	...
Amarillo	30	45
Anaranjado	15	30
Verde	6	15
Rojo	6	15
Azul	3	8
Café	1	6

<b>Cuadro D.45</b> <b>Coefficiente mínimo de retroreflexión “R<sub>A</sub>” (cd/lx/m<sup>2</sup>) para Láminas Tipo V</b>							
Ángulo de Observación	Ángulo de Entrada	Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul
0.1°	-4°	2000	1300	800	360	360	160
0.1°	+30°	1100	740	440	200	200	88
0.2°	-4°	700	470	280	120	120	56
0.2°	+30°	400	270	160	72	72	32
0.5°	-4°	160	110	64	28	28	13
0.5°	+30°	75	51	30	13	13	6

Nota: Los valores de ángulo de observación de 0.1°, son requisitos suplementarios.  
Se aplican sólo cuando se especifica en el contrato.



<b>Cuadro D.46</b> <b>Factor de luminosidad (Y%)</b> <b>(Luminosidad durante el día)</b> <b>-Láminas Tipo VIII-</b>		
Color	Mínimo	Máximo
Blanco	15	...
Amarillo	12	30
Anaranjado	7	25
Verde	2.5	11
Rojo	2.5	11
Azul	1	10
Café	1	9

<b>Cuadro D.47</b> <b>Coefficiente mínimo de retroreflexión “R<sub>A</sub>” (cd/lx/m<sup>2</sup>) para Láminas Tipo VI</b>							
Ángulo de Observación	Ángulo de Entrada	Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul
0.1°	-4°	400	280	100	72	80	40
0.1°	+30°	110	77	26	20	22	11
0.2°	-4°	250	170	70	30	35	20
0.2°	+30°	95	64	26	11	13	7.5
0.5°	-4°	200	136	56	24	28	18
0.5°	+30°	60	40	17	7.2	8.4	4.8

Nota: Los valores de ángulo de observación de 0.1°, son requisitos suplementarios.  
Se aplican sólo cuando se especifica en el contrato.

<p><b>Cuadro D.48</b> <b>Límites de Coordenadas de Cromaticidad</b></p>								
Color	1		2		3		4	
	x	y	y Blanc ox	y	x	y	x	y
Blanco	0.3	0.29	0.37	0.35	0.34	0.38	0.27	0.32
Amarillo	0.5	0.41	0.56	0.44	0.48	0.52	0.44	0.47
Anaranjado	0.55	0.36	0.63	0.37	0.58	0.42	0.52	0.39
Verde	0	0.38	0.17	0.35	0.29	0.43	0.2	0.78
Rojo	0.61	0.3	0.71	0.29	0.64	0.36	0.56	0.35
Azul	0.14	0	0.24	0.2	0.19	0.25	0.1	0.21
Café	0.43	0.34	0.43	0.39	0.55	0.45	0.61	0.39

Nota: Los cuatro pares de coordenadas de cromaticidad determinan el color aceptable según el CIE 1931 (sistema de normas de colorimetría) medido con un iluminante estándar C. Láminas tipo I, II, III, IV.

## D.11.8 Métodos de prueba

D.11.8.1 *Condiciones de prueba* — A menos que se indique diferente, se debe acondicionar todas las muestras de pruebas unidas o no unidas adhesivamente y los especímenes a una temperatura de 23 +/- 2/C y a 50 +/- 5% de humedad relativa por 24 horas antes de la prueba.

D.11.8.2 *Preparación del panel* — A menos que se indique diferente, cuando en las pruebas se utilizan paneles de prueba, aplique los especímenes de material retroreflectivo a aluminio liso cortado de aleación 6061-T6 o 5052-H38, de acuerdo con la especificación B 209. Las láminas deben ser de 0.508 mm, 1.016 mm, o 1.600 mm de espesor, y un mínimo de 200 mm por 200 mm. Prepare el aluminio de acuerdo con la Práctica B 449, clase 2, o desengráselo o prepárelo con ácido antes de aplicar los especímenes. Aplique los especímenes a los paneles de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la lámina retroreflectiva.

D.11.8.3 *Coeficiente de Retroreflexión* — Determine el coeficiente de retroreflexión de acuerdo al método de prueba E 810.

D.11.8.4 *Color* — Prueba para el color en el día:

D.11.8.4.1 Determine la cromaticidad y el factor de luminosidad Y (%) de acuerdo con los métodos de prueba E 308, E 1347, y E 1349 y las prácticas E 991 y E 1164.

D.11.8.4.2 Para materiales rotacionales no simétricos, realice una serie de ocho mediciones. Después de cada medición rote el espécimen 45° en la misma dirección sobre el eje, normal a la superficie del espécimen, y promedie los datos. Realice mediciones adicionales hasta que estas mediciones no resulten en un cambio del valor de Y mayor a 1% del promedio hasta ese punto.

D.11.8.4.3 Instrumentos (espectómetros, colorímetros) utilizados para medir el color del día deben tener una iluminación y geometría visual de 45/0 ó 0/45. El ángulo de iluminación no debe variar de 45/ por más de  $\pm 10^\circ$  y el ángulo de visión no debe variar de 0/ por más de  $\pm 15^\circ$  para la condición 45/0. Para la condición 0/45, los requisitos para la iluminación se intercambian.

D.11.8.5 *Adhesión* — Aplique la lámina a un panel de prueba de 1.016 mm de espesor mínimo, preparado como se especifica en 8.2. Una 102 mm de un espécimen de 25.4 por 152 mm a un panel. Acondiciones (Ver D.11.8.1) y luego ate el peso al lado libre y permítale que cuelgue suelto a un ángulo de 90° de la superficie del panel.

D.11.8.6 *Clima artificial* — Exponga cuatro paneles por el número de horas especificadas en la sección D.11.7, de acuerdo con la práctica G 23, Método 1, Tipo E o Tipo EH con el humidificador apagado. Use un ciclo de exposición que consista de sólo 102 minutos de luz con un panel negro de temperatura de 63°  $\pm 3^\circ\text{C}$ , seguido por 18 minutos de luz más rociador de agua. Use Corex 7058 o equivalente filtros de vidrio. Después de la exposición, limpie los paneles con una solución de 5% de HCL por 45 segundos, y enjuáguelo con agua limpia y seque con un paño, y llévelo a condiciones normales de temperatura, pruebe el coeficiente de retroreflexión. Reporte el promedio de cuatro lecturas.

Nota — La solución de HCL se usa para remover manchas de agua. Si se usa la pureza adecuada del agua (0.2 ppm máximo de sílice), los depósitos de sílice coloidal que no se pueden remover con HCL se eliminan.

D.11.8.7 *Rapidez de color* — Use uno de los especímenes usados en la prueba de clima artificial para la prueba de rapidez de color. Lave (ver D.11.8.6), y deje que el espécimen se seque con el aire, y pruebe como se especifica en D.11.8.4.

D.11.8.8 *Encogimiento* — Acondicione un espécimen de lámina retroreflectiva de 229 por 229 mm con cobertor, un mínimo de una hora a las condiciones normales de prueba (ver D.11.8.1). Remueva el cobertor y coloque el espécimen en una superficie lisa con el lado adhesivo hacia arriba. Mida el espécimen 10 minutos después de remover el cobertor y otra vez 24 horas después, para determinar la cantidad de variación dimensional.

D.11.8.9 *Flexibilidad* — Doble la lámina, en 1 segundo, alrededor de un mandril de 3.2 mm con el adhesivo tocando el mandril. Para facilidad de la prueba, desparrame talco en el adhesivo, para prevenir que se quede pegado al mandril. El espécimen de prueba debe ser de 70 por 229 mm. La temperatura debe ser de 23°  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

D.11.8.10 *Remover el cobertor* — El cobertor protector, si hay, debe poderse remover fácilmente siguiendo almacenamiento acelerado por 4 horas a 71°C bajo un peso de 17.2 kPa.

D.11.8.11 *Resistencia al impacto* — Aplique las láminas retroreflectivas a un panel de aluminio 6061-T66 de 76 por 127 por 1.016 mm como se especifica en la sección D.11.8.2 y acondicione la prueba como se especifica en la sección D.11.8.1. Someta la lámina a un impacto de un golpe con un objeto redondo de 0.91 kg de peso, con un diámetro de 15.8 mm, que cae desde la altura necesaria para producir un impacto de 11.5 cm/kg.

D.11.8.12 *Brillo* — Determine el brillo de una lámina retroreflectiva de acuerdo al método D 523 a un ángulo de 85°.

## D.11.9 Precisión y sesgo

La precisión y el sesgo para los métodos de la sección D.11.8 no se han determinado.

### **D.11.10 Empaquetado y demarcación de los paquetes**

Las láminas y rollos confeccionados bajo estas especificaciones se deben empaquetar de acuerdo con normas comercialmente aceptables. Cada paquete se debe marcar con la siguiente información: nombre, marca o marca registrada, cantidad, tamaño, lote, número de parte.

### **D.11.11 Palabras clave**

Señales para autopistas, láminas de rebote, láminas retroreflectivas, control de tráfico.

### **D.11.12 Requisitos Suplementarios**

Las siguientes especificaciones aplican sólo cuando se especifica por el comprador en el contrato.

#### **D.11.12.1 Resistencia a los hongos**

*Alcance* — Estas especificaciones suplementarias cubren las pruebas para resistencia a los hongos.

*Condiciones de prueba* — A menos que se indique diferente, todas las muestras de prueba adhesivas unidas o no unidas y todos los especímenes se deben acondicionar a una temperatura de 23/ +/- 2/ y 50 +/- 5% de humedad relativa por 24 horas antes de las pruebas.

*Preparación de los paneles* — A menos que se indique diferente, cuando las pruebas se hacen usando paneles de prueba, los especímenes de material retroreflectivo se deben aplicar a aluminio cortado y liso de la aleación 6061-T6, de acuerdo con la práctica B 449, clase 2 o desengrasado y preparado con ácido antes de que se apliquen los especímenes. Los especímenes se deben aplicar a los paneles de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de láminas retroreflectivas.

*Resistencia a los hongos:*

a) Su uso es para áreas donde el crecimiento de hongos en láminas retroreflectivas puede ser un problema, la resistencia al hongo se debe determinar como se especifica aquí.

b) Después de la inoculación con el organismo de prueba, “*Aspergillus niger*”, e incubación por 14 días, el material retroreflectivo no debe mostrar signos de hongos. Cualquier formación de hongos es peligrosa para el material retroreflectivo, y se debe limpiar con una tela suave.

c) *Organismo de prueba* — El organismo de prueba que se utiliza es “*Aspergillus niger*”, ATCC Número 6275. Los cultivos de este organismo se deben mantener cuidadosamente en un medio gelatinoso de dextrosa de papa y renovadas si hay evidencias de contaminación. Los cultivos no se deben guardar más de 4 meses en un refrigerador a una temperatura entre -14/ a 10/C. Subcultivos incubados entre 20 a 30/C se deben usar al preparar la inoculación.

d) *Medio en que se da el cultivo* — El medio debe tener la siguiente composición :

Cuadro D.49 Composición del medio	
NaNO <sub>3</sub>	3.0 g
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1.0 g
MgSO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	0.5 g
KCl	0.25 g
Gelatina	15.0 g
Agua destilada para llegar a 1000 ml	

e) El pH debe ser entre 5.5 y 6.5: si es de otra forma ajústelo a ese rango usando HCL y NaOH. Después de mezclar, los ingredientes se deben esterilizar colocándolos en una autoclave por 15 minutos a 103 kPa a 120/C. En condiciones estériles, el medio se debe vaciar en seis platos de 150 mm por 20 mm, con 65 ml por plato y se dejan endurecer.

f) *Inoculo* — Agregue como 10 ml de agua destilada y esterilizada que contenga como 0.005% de un agente humedecedor a un subcultivo que tenga de 10 a 14 días de los organismos de prueba que este en una condición madura. Las esporas se deben forzar a suspensión con un peine de camello estéril (u otro medio adecuado) y diluido en 100 ml de agua estéril y destilada.

g) *Preparación de los Especímenes* — Corte tres especímenes de 76 por 76 mm de la muestra y aplíquelos a los paneles de prueba con la superficie retroreflectiva hacia arriba. Completamente inmersos los especímenes de prueba en un tanque colador con agua fluyendo continuamente por 24 horas y luego se remueve y se seca. El tanque colador debe ser lo suficientemente largo para soportar una cantidad de agua que pese no menos de 50 veces el peso de los especímenes. El agua que entra al tanque no debe caer directamente sobre los especímenes y debe fluir a razón de 5 a 10 litros por hora. El pH del agua debe estar en el rango de 6.0 a 8.0.

h) *Inoculación* — Bajo condiciones ascépticas, hunda cada espécimen en 70% de etanol por algunos segundos, enjuáguelo en agua destilada, y colóquelo firmemente en una superficie del medio gelatinoso solidificado que se encuentra en los platos. Coloque los especímenes con las caras retroreflectivas hacia arriba, un espécimen por cada plato. Con una pipeta esterilizada, distribuya 1.0 a 1.5 ml de inóculo sobre la superficie de cada espécimen y su medio circundante.

i) *Período de incubación* — El período de incubación debe ser de 14 días a una temperatura entre 28.9 a 32 /C y humedad relativa de 85 a 90%.

j) *Control* — Pruebe tres especímenes de control de papel de filtro de grado poroso y no tratado con los especímenes de materiales retroreflectivos para revisar la viabilidad del inóculo. Al final del período de incubación, los especímenes de control deben estar cubiertos por hongos.

k) *Resultados de la prueba* — Al completar el período de incubación, examine los especímenes para observar si existe crecimiento de hongos. Limpie el espécimen con una tela suave mojada con una solución de etanol de 70%. Examine los especímenes por daños que resulte del crecimiento de los hongos. Si no se encuentran picaduras, o textura en la superficie, la muestra se reporta como que pasa.

### D.11.12.2 Requisitos para láminas de rebote

*Requisitos de desempeño:*

*Resistencia al impacto* — Las láminas retroreflectivas no deben presentar grietas o delaminación fuera del área de impacto cuando se someten a las pruebas de impacto, de acuerdo con lo que se detalla más adelante en *Resistencia al impacto*.

*Requisitos de Flexibilidad* — La lámina debe ser suficientemente flexible para no mostrar grietas cuando se le aplica la prueba de flexibilidad descrita adelante.

*Adhesión* — Cuando se realiza la prueba de adhesión detallada más adelante, el soporte adhesivo de la lámina retroreflectiva debe producir una unión para soportar 0.79 kg de peso para las clases adhesivas 1, 2 y 3 o 0.45 kg de peso para las clases 4 y 5, sin que la unión se desprenda por una distancia mayor a 25.4 mm.

— *Clima artificial* — La lámina retroreflectiva debe ser resistente al clima y no debe mostrar grietas, descascaramiento, picaduras, ampollas, levantamiento de los bordes, encorvaduras, o más de 0.8 mm de encogimiento o expansión cuando se prueba como se especifica en 8.6. Las medidas retroreflectivas después de la prueba de clima artificial se deben hacer sólo a 0.2/ de ángulo de observación, y -4/ y -30/ de ángulo de entrada. La lámina no debe tener un porcentaje del mínimo coeficiente de retroreflexión menor al expuesto en el cuadro siguiente.

Cuadro D.50		
Coeficiente mínimo de retroreflexión		
Tipo	Horas	Coeficiente Mínimo de retroreflexión ( $R_A$ )
I	500	65% de la cuadro 1
II	500	65% de la cuadro 3
III	500	80% de la cuadro 4
IV	2200	80% de la cuadro 5
V	2200	80% de la cuadro 7
VI	250	50% de la Cuadro 9

— *Resistencia al impacto* — Aplique las láminas retroreflectivas a un panel de aluminio 6061-T66 de 76 por 127 por 1.016 mm como se especifica en el D.11.8.2 y la condición de prueba como se especifica en D.11.8.1. Somete la lámina a un impacto de un golpe con un objeto redondo de 0.91 kg de peso, con un diámetro de 15.8 mm, que cae desde la altura necesaria para producir un impacto de 11.3 cm/kg.

— *Flexibilidad* — Doble la lámina, en 1 segundo, alrededor de un mandril de 3.2 mm con el adhesivo tocando el mandril. Para facilidad de la prueba, desparrame talco en el adhesivo, para prevenir que se quede pegado al mandril. El espécimen de prueba debe ser de 70 por 229 mm. La temperatura debe ser de 0/.

— *Adhesión* — Aplique la lámina a un panel de prueba de 1.016 mm de espesor, preparado como se especifica en 8.2. Una 102 mm de un espécimen de 25.4 por 152 mm a un panel. Acondiciones (Ver D.11.8.1) y luego ate el peso al lado libre y permítale que cuelgue suelto a un ángulo de 90/ de la superficie del panel, sin que la unión se desprenda más de 25.4 mm.

S2.2.4 — *Clima Artificial* — Se deben probar cuatro paneles. Después de exponer el número de horas especificadas de acuerdo con la práctica G23, Tipo Eo EH, con el humidificador apagado, los paneles se deben lavar con una solución de 5% Hcl por 45 segundos, enjuagados intensamente con agua limpia, y secados con un paño suave. Se deben llevar a equilibrio en condiciones normales de temperatura, y luego probados para el coeficiente de retroreflexión. Se reporta el promedio de las cuatro lecturas.

## **D.12 ASTM - Designación: B 209-92 - Especificación para láminas y placas de aluminio y aleaciones de aluminio**

### **D.12.1 Alcance**

a) Esta especificación cubre las láminas planas, arrolladas y placas de aluminio y aleaciones de aluminio en los temples y aleaciones que se muestran en los cuadros D.56 y D.57, y en los siguientes acabados:

1) Las placas y las láminas en aleaciones tratadas con calor, llevan acabado de taller.

2) Láminas en aleaciones no tratadas con calor: acabado de taller, un lado acabado brillante de taller, un lado acabado brillante y acabado brillante en ambos lados.

b) La denominación de las aleaciones y los temples deben ser de acuerdo con ANSI H35.1M. El equivalente de las denominaciones del sistema unificado de numeración de aleaciones es el cuadro 1 precedidas por A9, por ejemplo, A91100 para aluminio 1100 de acuerdo con la práctica E 527.

Nota 1 — El uso del término aleación se refiere tanto a las aleaciones como al aluminio.

c) Esta especificación está en unidades métricas.

### **D.12.2 Documentos de Referencia**

Los siguientes documentos forman parte de esta especificación al ser referenciarse aquí.

a) Normas ASTM

B 193 Ensayos de prueba de la resistividad de materiales eléctricos conductivos.

B 548 Método de inspección ultrasónica de placas de aleaciones de aluminio por vasos de presión.

B 557 Método de pruebas de tensión para aleaciones de aluminio y magnesio tratadas.

B 594 Práctica de inspección de aluminio de aleaciones de aluminio tratado para aplicaciones aeroespaciales.

B 597 Prácticas para tratamiento de calor para aleaciones de aluminio.

B 660 Prácticas para empacar productos de aluminio y magnesio.

B 666 Prácticas para identificar productos de aluminio.

D 1193 Especificación de agua reactiva.

E 3 Métodos de preparación de especímenes metalográficos.

E 29 Práctica para usar cifras significativas en datos de prueba para determinar la concordancia con las especificaciones.

E 34 Ensayos de prueba para el análisis químico de aluminio y aleaciones de aluminio.

E 55 Prácticas de muestreo de metales no ferrosos tratados y de aleaciones para la determinación de la composición química.

E 101 Ensayos de prueba para el análisis espectrográfico de aluminio y aleaciones de aluminio por la técnica del punto al plano.

E 227 Ensayo para el análisis de la emisión óptica espectrométrica para aluminio y aleaciones de aluminio por la técnica del punto al plano.

E 290 Ensayos de prueba para la prueba de curvatura semiguizada para materiales metálicos dúctiles.

E 407 Ensayos de prueba para aleaciones y metales microcortados.

E 527 Prácticas para numerar metales y aleaciones.

E 607 Ensayos para el análisis de emisión óptica espectrométrica de aluminio y aleaciones de aluminio por la técnica del punto al plano, atmósfera de nitrógeno.



E 716 Prácticas para el muestreo de aleaciones de aluminio para el análisis espectroquímico.  
E 1004 Ensayos de prueba para las medidas electromagnéticas de la conductividad eléctrica.  
E 1251 Ensayos de prueba para el análisis espectrométrico de la emisión óptica para aleaciones de aluminio con atmósfera de argón, punto al plano, descarga del capacitor unipolar de iniciado él mismo.  
G 44 Prácticas para evaluar la resistencia a las grietas de presión por corrosión de metales y aleaciones por inmersión alternada en una solución de 3.5% de cloruro de sodio.  
G 66 Ensayos de evaluación visual de la susceptibilidad a la corrosión de exfoliación de aleaciones de aluminio serie 5xxx.

b) *Normas ISO*

ISO 209-1 Composición química y formas de aleaciones de aluminio y aluminio.  
ISO 2107 Denominación de las aleaciones y temples de aluminio y magnesio.  
ISO6361-2 Placas, láminas y tiras de aleaciones de aluminio tratados.

c) *Normas ANSI*

H35.1 Sistemas de denominación de aleaciones y temples de aluminio.  
H35.2 Tolerancia dimensional de productos de taller de aluminio.

d) *Normas militares:*

MIL-STD-129 Marcas para embarcaciones y almacenamiento.

e) *Especificaciones militares*

MIL-H-6088 Aleaciones de aluminio tratadas a base de calor.

f) *Normas Federales*

Fed. Std. No. 123 Marcas para embarcamiento.

### **D.12.3 Terminología**

a) *Definiciones:*

*láminas* — un producto laminado, con sección transversal y forma rectangular, sobre 0.15 a 6.3 mm de espesor con bordes cortados.

*lámina alclad* — lámina compuesta de un núcleo de aleación de aluminio que tiene en las dos superficies (si es sólo de un lado, lámina de alclad en ese lado) una capa unida metalúrgicamente de aleación de aluminio que esta unida eléctricamente al núcleo, y lo protege eléctricamente contra la corrosión.

*lámina arrollada* — lámina arrollada con bordes cortados.

*láminas planas* — láminas con los bordes cortados, que se ha aplanado y nivelado.

*lámina con acabado de taller* — láminas con un acabado no uniforme, que puede variar de lámina a lámina y dentro de la misma lámina, y puede que no este totalmente libre de grasa o marcas.

— *lámina con acabado de taller brillante de un lado* — láminas que tienen un grado moderado de brillo de un lado, y un acabado de taller por el otro.

— *lámina con acabado brillante de un lado* — lámina que tiene un acabado brillante de un lado y un acabado de taller del otro.

— *lámina con dos lados de acabado brillante* — láminas que tienen un acabado brillante por los dos lados.

*placa* — un producto laminado con sección transversal y forma rectangular con un espesor mayor a 6.3 mm con bordes cortados.

*placa alclad* — placa compuesta de un núcleo de una aleación de aluminio que tiene en ambas superficies (si es sólo de un lado, lámina alclad de ese lado) una capa unida metalúrgicamente de aleación de aluminio que está unida eléctricamente al núcleo, y lo protege eléctricamente contra la corrosión.

*placa origen* — una lámina arrollada o una placa que se ha procesado para finalmente quedar mezclada como una sola unidad y después cortarla en dos o más láminas arrolladas más pequeñas, o láminas individuales o en placas más pequeñas para conseguir el ancho o largo necesitado.

*productor* — el principal fabricante del material.

*proveedor* — incluye sólo la categoría de los distribuidores en distinción con los fabricantes.

b) *Descripción del término específico para la norma:*

*capaz de* — el término capaz de como se usa en esta especificación significa que las pruebas se necesita que se realicen por el fabricante del material. Sin embargo, si las pruebas hechas por el comprador establece que el material no cumple con los requisitos, el material estará sujeto a rechazo.

#### **D.12.4 Información para pedidos**

Las órdenes de material bajo esta especificación deben incluir lo siguiente:

- 1) El número de especificación,
- 2) Cantidad en piezas o en peso,
- 3) Aleación (D.12.7),
- 4) Temple (D.12.9),
- 5) Acabado para la lámina en aleación tratada sin calor (sección D.12.1).
- 6) Para la lámina, si es plana o arrollada,
- 7) Si los suministros de uno de los pares de temples se muestran en el cuadro D.56, H14 o H24, H34 o H24 está específicamente excluido.
- 8) Dimensiones (espesor, ancho, y largo o tamaño del rollo).

- 9) Si ensayos de curvatura se necesitan (D.12.12).
- 10) Si tratamiento con calor de acuerdo la práctica B 597 se necesita (D.12.8).
- 11) Si ensayos de resistencia contra grietas por esfuerzo de corrosión de la aleación 2124-T851 se necesita (D.12.13).
- 12) Si inspección ultrasónica para aplicaciones aeroespaciales se necesita (sección D.12.17).
- 13) Si inspección y ensayos de parte del comprador se necesitan antes del embarque del material.(sección D.12.18).
- 14) Si se necesita certificación (sección D.12.22),
- 15) Si marcas para identificación se necesita (D.12.20.)
- 16) Si la práctica B 660 aplica, y si aplica, los niveles de conservación, y empaque requeridos.

### **D.12.5 Responsabilidad en el control de calidad**

a) *Responsabilidad por inspección y pruebas* — A menos que se especifique de otra manera en el contrato, el fabricante es responsable por el desempeño de la inspección y pruebas requeridas especificadas aquí. El fabricante puede usar sus facilidades o otras para el desempeño de la inspección y los ensayos requeridos, a menos que se desapruebe por el comprador en el contrato. El comprador debe tener el derecho para realizar las inspecciones y pruebas que se especifican aquí, donde esas inspecciones sean necesarias para asegurar que el material cumpla con los requisitos.

b) *Definición del lote* — Una lote de inspección se debe definir como sigue:

1) Para temples tratadas con calor, un lote de inspección debe consistir de una cantidad identificable de material con la misma forma, aleación, temple y espesor, que su origen pueda ser fácil de encontrar. Este origen debe ser lotes tratados con calor, y sujetos a inspección en algún momento.

2) Para temples que no se han tratado con calor, un lote de inspección debe consistir de una cantidad identificable de material del mismo taller y con la misma forma, aleación, temple y espesor sujetos a inspección en algún momento.

### **D.12.6 Calidad General**

a) A menos que se especifique de otra manera, el material se debe aportar en acabado de taller y debe ser uniforme como se define en los requisitos de esta especificación y debe ser comercialmente seguro. Otro requisito que no se cubre debe ser negociado entre el fabricante y el comprador.

b) Cada lámina y placa se debe examinar para que cumpla con esta especificación con respecto a calidad general y marcas de identificación. Con la autorización del comprador, sin embargo, el fabricante puede usar un sistema de control de calidad estadístico para esas inspecciones.

## D.12.7 Composición química

1) *Límites* — La lámina y placa deben cumplir con los límites de composición química especificados en el cuadro 1. El cumplimiento se debe determinar por el fabricante analizando muestras que se tomaron en el momento en que los lingotes se llenan, o muestras tomadas de productos terminados o semiterminados. Si el fabricante ha determinado la composición química del material durante el curso de la fabricación, a él no se le debe exigir analizar el producto final.

Nota 3 — Es una práctica usual en la industria de aluminio determinar el cumplimiento con los límites de composición química antes de seguir el procesamiento de los lingotes hacia productos tratados. Debido a la continua naturaleza del proceso, no es práctico mantener un análisis de un lingote específico identificado con una cantidad específica de material terminado.

2) *Número de muestras* — el número de muestras tomadas para determinar la composición química debe ser como sigue:

a) Cuando las muestras se toman en el momento que los lingotes se llenan, por lo menos una muestra se debe de tomar del grupo de lingotes que se llenan simultáneamente de la misma fuente de metal fundido.

b) Cuando muestras se toman de producto terminado o semiterminado, una muestra se debe tomar para representar cada 2000 kg, o fracción, del material en el lote, excepto de que no más de una muestra se necesite por pieza.

3) *Método de muestreo* — Las muestras para determinar la composición química se deben tomar de acuerdo con uno de los métodos siguientes:

a) Muestras para análisis químico se deben tomar perforando, aserrando, triturando, volteando, o sujetando una o unas piezas representativas para obtener una muestra preparada de no menos de 75g. El muestreo debe estar de acuerdo con la práctica E 55.

b) El muestreo para análisis espectroquímico debe estar en concordancia con la práctica E 716. Muestras para otros métodos de análisis deben ser convenientes para la forma de material que se analiza y el tipo de método utilizado.

Nota 4 — Es difícil obtener un análisis confiable de cada uno de los componentes de los materiales cubridores usando el material en su estado final. Una determinación fiel de la composición del núcleo se puede hacer si los materiales de la cubierta se remueven antes del análisis. La composición de la cubierta es más difícil de determinar por ser una capa tan delgada y por la difusión de los elementos del núcleo en la cubierta. La exactitud de la aleación de la cubierta usada puede normalmente verificarse con la combinación de una prueba metalográfica y un análisis espectroquímico de la superficie en varios puntos muy separados entre ellos.

4) *Métodos de Análisis* — La determinación de la composición química debe ser hecha de acuerdo con métodos apropiados de análisis químico (ensayos de prueba E 34) o espectroquímicos (ensayos de prueba E101, E227, E607 y E1251). Otros métodos se pueden utilizar sólo cuando no se han publicado normas ASTM al respecto. En caso de disputa, los métodos de análisis deben de aceptarse por el comprador y el fabricante.

## D.12.8 Tratamiento con calor

a) A menos que se especifique en el siguiente punto, el tratamiento con calor brindado por el fabricante para el temple aplicable según el cuadro 3 debe estar de acuerdo con la norma MIL-H-6088.

b) Cuando se especifica, el tratamiento a base de calor de los temple aplicables del Cuadro 57 debe estar de acuerdo con la práctica B 597.

### **D.12.9 Propiedades en tensión de materiales como se suministran**

*Límites* — La lámina y la placa deben cumplir con los requisitos de propiedades en tensión como se especifica en los cuadros D.56 y D.57 para aleaciones no tratadas y tratadas a base de calor, respectivamente.

*Número de Muestras* — Una muestra se debe tomar del final del rollo, o placa, pero no más de una muestra por 1000kg de lámina o 2000 kg de placas, se requiere en un lote. Otros procedimientos para seleccionar muestras se pueden utilizar si se acuerda entre el fabricante y el comprador.

*Especímenes de prueba* — la geometría de los especímenes de prueba y la localización del producto desde donde se tomaron se debe especificar de acuerdo al método B 557.

*Métodos de prueba* — La prueba a la tensión se debe hacer de acuerdo al Método B 557.

### **D.12.10 Confirmación del fabricante de la respuesta del tratamiento con calor**

a) Además de los requisitos de propiedades en tensión, los materiales entre los temple O y F de aleaciones 2014, 2024, Alclad 2024, 1.5% Alclad 2024, Alclad de un lado 2024, 1.5% Alclad de un lado, 6061, y Alclad 6061 deben, utilizando una solución apropiada de tratamiento de calor y envejecimiento natural a temperatura ambiente, desarrollar las propiedades especificadas en el cuadro D.57 para temple de material T42, las pruebas se pueden repetir después de completar 4 días de envejecimiento sin perjuicio.

b) Además, el material entre los temple O y F de aleación 2219, Alclad 2219, 7075, Alclad 7075, Alclad de un lado 7075, 7008, Alclad 7075, 7178 y Alclad 7178 deben, utilizando una solución apropiada de tratamiento de calor y tratamiento de calor de precipitación, desarrollar las propiedades especificadas en el cuadro D.57 para el material de el temple T62.

c) Material producido en taller entre los temple O y F de 7008, Alclad 7075 deben, utilizando una solución apropiada de tratamiento de calor y estabilización, ser capaz de obtener las propiedades especificadas en el cuadro D.57 para el temple T76.

d) *Número de especímenes* — El número de especímenes de cada lote del temple O, y F que se deben probar para verificar el cumplimiento de los puntos a), b), y c) se debe especificar según la sección D.12.9.

### **D.12.11 Tratamiento con calor y capacidad de tratamiento de recalentamiento**

a) Material producido en taller en temple O ó F de aleaciones 2014, Alclad 2014, 2024, Alclad 2024, 1.5% Alclad 2024, Alclad de un lado 2024, 1.5% Alclad de un lado 2024, 6061, y Alclad 6061 (sin la consecuente imposición de trabajo frío o operaciones de formación) deben, utilizando una solución apropiada de tratamiento de calor y envejecimiento natural a temperatura ambiente, desarrollar las propiedades especificadas en el cuadro D.57 para material de temple T42. El período de envejecimiento natural a temperatura ambiente no debe ser menor a 4 días, y si el material falla en cumplir los requisitos de materiales de temple T42, las pruebas se pueden repetir después de completar los 4 días de envejecimiento sin perjuicio.

b) Los materiales producidos en taller en los temple O y F de aleaciones 2219, Alclad 2219, 7075, Alclad 7075, Alclad de un lado 7075, 7008 Alclad 7075, 7178, y Alclad 7178, (sin la consecuente imposición de trabajo en frío o

operaciones de formación) deben, utilizando una solución apropiada de tratamiento de calor y tratamiento de calor de precipitación, desarrollar las propiedades especificadas en el cuadro D.57 para material de temple T62.

c) Los materiales producidos en taller en los temple O y F de aleaciones 7008, Alclad 7075, (sin la consecuente imposición de trabajo en frío o operaciones de formación) deben, utilizando una solución apropiada de tratamiento de calor y estabilización, ser capaz de alcanzar las propiedades especificadas en el cuadro D.57 para el temple T42.

d) Los materiales producidos en taller en las siguientes aleaciones y temple deben, utilizando una solución apropiada de tratamiento de calor y un envejecimiento natural de 4 días a temperatura ambiente, ser capaz de alcanzar las propiedades especificadas en el cuadro D.57 para el temple T42.

<b>Cuadro D.51</b>	
<b>Materiales producidos en taller que deben ser capaz de alcanzar las propiedades del temple T42</b>	
Aleaciones	Temple
2014 y Alclad 2014	T3, T4, T451, T6, T651
2024 y Alclad 2024	T3, T4, T351, T81, T851
1.5% Alclad 2024, Alclad de un lado 2024 y 1.5% Alclad de un lado 2024	T3, T351, T81, T851

Nota 5 — Comenzando con la revisión de 1974 de la especificación B 209, 6061 y Alclad T4, T451, T6 y T651 se borraron del párrafo porque la experiencia ha mostrado que materiales con tratamiento de recalentamiento pueden desarrollar granos largos recristalizados y pueden fallar en desarrollar las propiedades en tensión mostradas en el cuadro D.57.

e) Los materiales producidos en taller en las siguientes aleaciones y temple deben, utilizando una solución apropiada de tratamiento de calor y tratamiento de calor de precipitación, ser capaz de alcanzar las propiedades mecánicas especificadas en el cuadro D.57 para el temple T62.

<b>Cuadro D.52</b>	
<b>Materiales producidos en taller que deben ser capaz de alcanzar las propiedades del temple T62</b>	
Aleaciones	Temple
2219 y Alclad 2219	T31, T351, T81, T851
7075	T6, T651, T73, T351, T76, T7651
Alclad 7075, 7008, Alclad 7075, 7178 y Alclad 7178	T6, T651, T76, T651
Alclad de un lado 7075	T6, T651

f) Los materiales producidos en taller en las siguientes aleaciones y temple y el temple T42 deben, después de un tratamiento de calor de precipitación, ser capaz de alcanzar las propiedades especificadas en el cuadro D.57 para los temple envejecidas mostradas en el cuadro D.53.

<b>Cuadro D.53</b> <b>Aleaciones y temple producidos en taller que deben ser capaz de alcanzar las propiedades de los correspondientes temple envejecidos</b>	
Aleación y Temple	Temple Envejecidas
2014 y Alclad 2014-T3, T4, T42, T451	T6, T6, T62, T651, respectivamente
2024, Alclad 2024, 1.5% Alclad 2024, Alclad de un lado 2024 y 1.5% Alclad de un lado 2024-T3, T351, T361, T42	T81, T851, T861, T62 o T72, respectivamente
2219 y Alclad 2219-T31, T351, T37	T81, T851, T87, respectivamente
6061 y Alclad 6061-T4, T451, T42	T6, T651, T62, respectivamente

### D.12.12 Propiedades de Doblado

a) *Límites*: Las láminas y placas deben ser capaces de doblarse en frío en un ángulo de 180° alrededor de un pin que tiene un diámetro igual a N veces el espesor de la lámina o placa sin presentar grietas, el valor de N es el que se describe en el cuadro D.56 para diferentes aleaciones, temple, y espesores. La prueba no es necesario realizarla a menos que se especifique en el contrato.

b) *Especímenes de prueba*: Cuando se hacen pruebas de las propiedades del doblado, los especímenes deben ser del espesor total del material, aproximadamente 20 mm de ancho, y cuando es práctico, al menos 150 mm de largo. Esos especímenes se pueden tomar en cualquier dirección y los bordes se pueden redondear a un radio de aproximadamente 2 mm. Para láminas menores a 20 mm en ancho, los especímenes deben ser el ancho completo del material.

c) *Ensayos de Prueba*: Las pruebas de doblado se deben hacer de acuerdo con el ensayo de prueba E 290 excepto si se indica de otra manera en el punto b).

### D.12.13 Resistencia a la Presión de Corrosión

a) Cuando se especifica en la orden de compra o contrato, la placa de aluminio 2124-T851 debe someterse a la prueba de las grietas por presión de corrosión especificada en el punto c) de este apartado y no debe exhibir evidencia de grietas causadas por la presión de corrosión. Una muestra se debe tomar de cada placa hermana en cada lote y un mínimo de tres réplicas de los especímenes adyacentes. El fabricante debe conservar registros de todos los resultados de aceptación en el lote de la prueba y tenerlos accesibles para que el comprador los pueda examinar.

b) La aleación 7075 en los temple tipo T73 y T76, y las aleaciones Alclad 7075, 7008 Alclad 7075, 7178, y Alclad 7178 en los temple tipo T76, deben ser capaz de no exhibir evidencia de grietas de presión de corrosión cuando se someten a la prueba especificada en el punto c).

i) Para propósito de aceptación del lote, la resistencia a las grietas por presión de corrosión para cada lote de materiales debe de establecerse probando las muestras previamente seleccionadas de la prueba de tensión al criterio mostrado en el cuadro D.58.

ii) Para efectos de vigilancia, cada mes el fabricante debe realizar al menos una prueba de resistencia a la presión de corrosión de acuerdo con el punto c) en cada aleación en el temple tipo T73, y en cada aleación en el temple tipo T76, para cada rango de espesor mostrados en el cuadro D.57, producida en ese mes. Cada muestra se debe tomar de material que se considera aceptable de acuerdo con el criterio de aceptación del lote del cuadro D.58. Un mínimo de tres réplicas de especímenes adyacentes se deben tomar de cada muestra y se deben probar. El fabricante debe conservar registros de todos los lotes probados, y hacerlos accesibles para la examinación por parte comprador.

c) El ensayo de prueba de las grietas por presión de corrosión se debe realizar en placas de 20 mm y sobre el espesor como se indica:

i) Los especímenes se deben esforzar en tensión en la dirección transversal pequeña del flujo de los granos, y se deben mantener a un esfuerzo constante. Para la aleación 2124-T851, los niveles de esfuerzo deben ser el 50% del mínimo especificado para el esfuerzo transversal largo. Para el temple tipo T73, los niveles de esfuerzo deben ser del 75% del esfuerzo especificado de fluencia y para el tipo T76 debe ser 170 Mpa.

ii) La prueba de esfuerzo de corrosión se debe realizar de acuerdo con la práctica G44. La geometría del espécimen y el tiempo de exposición debe acordarse entre el comprador y el fabricante. El tiempo de exposición en ningún caso debe ser menor a 20 días.

iii) No debe haber evidencia visual de grietas por esfuerzos de corrosión en ningún espécimen, excepto que las provisiones de la reprueba indicadas en la sección D.12.19 a) apliquen.

#### **D.12.14 Resistencia a la Exfoliación y Corrosión**

a) Las aleaciones 5083, 5086 y 5456 en el temple H116 deben ser capaz de no exhibir evidencia de corrosión de exfoliación cuando se someten a la prueba descrita en el ensayo de prueba G 66.

i) Para propósitos de aceptación del lote, la aceptación de cada lote de materiales en las aleaciones y temples listados en el punto a) debe ser determinada por el fabricante mediante examinación metalográfica de una muestra por lote, seleccionada de la parte interna de un extremo de una lámina o placa aleatoria. La microestructura de la muestra de cada lote producido se debe comparar con una microfotografía de referencia de un fabricante establecido. La microfotografía debe ser de un material aceptable en el mismo rango de espesores, que se caracteriza por ser predominantemente libre de una red de granos continuos en los bordes de aluminio-magnesio ( $Mg_2Al_3$ ). Una microfotografía de referencia tomada a 500x se debe establecer para cada rango de espesores mostrados en el cuadro D.56 en donde los materiales se producen y se deben tomar de una muestra dentro de este rango de espesores. Una sección longitudinal perpendicular a la superficie enrollada se debe preparar para la examinación metalográfica (ver método E3, símbolo E en la figura 1) y se deben examinar metalográficamente usando 40% ácido fosfórico por 3 min a 35°C o una sustancia ácida número 6 de acuerdo con el método E 407 por un mínimo de 2 minutos. La examinación metalográfica se debe realizar con una magnificación de 500x. Si la microestructura muestra evidencia de exceso de precipitación de aluminio magnesio en comparación con la microfotografía de referencia establecida por el fabricante de material aceptable, el lote es rechazado o se prueba la resistencia de corrosión de exfoliación de acuerdo con el punto a). La muestra para la prueba de corrosión se debe seleccionar en la misma manera especificada en las pruebas metalográficas y se deben tomar de la misma lámina o placa usada para la prueba metalográfica. Especímenes preparados de la muestra deben tener el espesor completo excepto los de material de 2.5 mm o más de espesor, a estos el 10% del espesor se les debe remover mecánicamente, de una de las superficies laminadas. La superficie maquinada y la superficie que queda se deben evaluar después de exponerse a los solución de pruebas. Las prácticas de producción no se deben cambiar después de establecer el micrográfico de referencia excepto como se indica en iii).

ii) El fabricante debe mantener accesibles todos los registros relacionados con las prácticas de producción y el establecimiento de la microfotografía de referencia.



iii) Cambios significativos en las prácticas de producción que alteren la microestructura de la aleación requieren de la calificación de la práctica de acuerdo con el punto i).

b) Las aleaciones 7075, Alclad 7075, 7008 Alclad 7075, 7178, y Alclad 7178, en los temple tipo T76, deben ser capaz de no exhibir una evidencia de corrosión exfoliada equivalente o en exceso de aquella ilustrada en la Categoría B en la Fig 2 de la prueba de susceptibilidad a la corrosión exfoliada en cobre, que contiene aleaciones de aluminio serie 7xxx (Prueba EXCO) (G 34-72) cuando se someten a la prueba en el punto c).

i) Para propósitos de aceptación de los lotes, la resistencia a la corrosión de exfoliación para cada lote de material en las aleaciones y los temple que se muestran en la lista del punto b) deben de establecerse mediante pruebas de las muestras de la prueba a tensión previamente seleccionadas según los criterios que se muestran en el cuadro D.58.

ii) Para efectos de vigilancia, cada mes el fabricante debe realizar por lo menos una prueba de resistencia a la corrosión exfoliada para cada aleación y para cada rango de espesores mostrados en el cuadro D.57, producidos ese mes. Las muestras para las pruebas se deben seleccionar al azar del material que se considera aceptable de acuerdo con el criterio de aceptación de los lotes de el cuadro D.58. El fabricante debe mantener registros de los resultados de las pruebas de vigilancia y hacerlos accesibles para su examinación.

c) La prueba de resistencia a la corrosión exfoliada se debe realizar de acuerdo con la prueba de susceptibilidad a la corrosión exfoliada en la serie 7xxx de los cobres con aleaciones de aluminio (Prueba EXCO) (G34-72) y lo siguiente:

i) Los especímenes deben ser de un mínimo de 50 mm por 100 mm con la dimensión de 100 mm en un plano paralelo a la dirección del enrollado final. Ellos deben ser especímenes con espesor de toda la sección del material, excepto para los materiales de 2.5 mm o más de espesor, el 10 % del espesor se debe remover. La capa de lámina alclad de cualquier espesor se debe remover de la superficie con una máquina. La capa en la superficie de atrás (no probada) del espécimen para cualquier espesor de material alclad también se debe remover. Para especímenes trabajados a máquina, la superficie de la máquina se debe evaluar exponiéndola a la solución de prueba.

### **D.12.15 Recubrimiento**

a) Al prepararse para enrollar placas y láminas alclad al espesor especificado, las placas de aluminio o la aleación de aluminio que están unidas al lingote de aleación deben ser de la composición mostrada en el cuadro D.55 y cada una debe tener un espesor no menor del mostrado en el cuadro D.60 para la aleación especificada.

b) Cuando el espesor de la capa se debe determinar en el material terminado, no menos que una muestra transversal aproximadamente de 20 mm de largo se debe tomar de cada borde y del centro del material. Las muestras se pueden montar para exponer la sección transversal y deben pulirse para examinarse con un microscopio metalúrgico. Usando una magnificación de 100x, los espesores máximos y mínimos de las capas en cada superficie se deben medir en cada uno de las cinco campos aproximadamente a 2.5 mm de separación de cada muestra. El promedio de los diez valores (cinco mínimos y los cinco máximos) de cada superficie de cada muestra es el espesor de la capa promedio y debe cumplir con el promedio mínimo y, cuando es aplicable, con el promedio máximo especificado en el cuadro D.60.

### **D.12.16 Tolerancias Dimensionales**

a) *Espesores* — Los espesores de las láminas planas, láminas arrolladas, y las placas no deben variar de lo especificado por más que las variaciones permisibles respectivas descritas en el cuadro 3.1, 3.2 y 3.14 del ANSI H35.2. Las variaciones permisibles de los espesores de las placas especificadas cuando los espesores exceden 160 mm deben estar sujetas a un acuerdo entre el comprador y el fabricante al ordenarse.

b) *Largo, ancho, curva lateral, cuadradez y lisura* — Las láminas enrolladas no deben variar en ancho o en la curvatura lateral del especificado, por más de las variaciones permisibles descritas en los cuadros 3.6 y 3.7, respectivamente, del ANSI H35.2. Las láminas planas y las placas no deben variar en ancho, largo, curvatura lateral, cuadradez o lisura por más que las variaciones permisibles descritas en los cuadros del ANSI H35.2 excepto cuando las tolerancias para los tamaños ordenados no están cubiertas por esta norma. En este caso las variaciones permisibles deben estar sujetas a un acuerdo entre el comprador y el fabricante en el momento de la orden.

<b>Cuadro D.54</b> <b>Detalle de los cuadros del ANSI H35.2</b>	
Número de cuadro	Título
33	Ancho, placa y lámina plana cortada
34	Ancho y largo, placa y lámina plana aserrada
35	Largo, placa y lámina plana cortada
38	Curvatura lateral, lámina plana y placa
39	Cuadradez, lámina plan y placa
312	Lisura, lámina plana
313	Lisura, placa aserrada o cortada

c) *Muestreo para Inspección* — se debe hacer examinación del cumplimiento dimensional para asegurar el cumplimiento con la tolerancia especificada.

### D.12.17 Calidad Interna

a) Cuando se especifica por el comprador, placas sobre 12.5 mm hasta 115 mm de espesor y hasta un máximo de masa de 1000 kg en aleaciones 2014, 2024, 2124, 2219, 7075, y 7018, ambos puros y alclad cuando se aplica, se deben probar de acuerdo con el método B 594 para los límites de discontinuidad requeridos del cuadro D.61.

b) Cuando se especifica por el comprador, las placas mayores a 12.5 mm en espesor para aplicaciones de vasos de presión ASME en aleaciones 1060, 1100, 3003, Alclad 3003, 3004, Alclad 3004, 5052, 5083, 5086, 5154, 5254, 5454, 5456, 5652, 6061, y Alclad 6061 se deben probar de acuerdo al método B 548. En esos casos el material estará sujeto a rechazo si los límites siguientes se exceden, a menos se determine por el comprador que el área de la placa que contiene las discontinuidades significativas se removerán durante el siguiente proceso de fabricación o que la placa se repare por soldadura.

i) Si la dimensión más larga del área marcada que representa una discontinuidad, y que causa una pérdida completa de retroreflexión (95 o mayor) excede 25 mm.

ii) Si cada una de las dos áreas marcadas que representan dos discontinuidades adyacentes, y que causan indicaciones aisladas ultrasónicas sin una pérdida completa de retroreflexión (95% o mayor) son más largas que 25 mm, y si están localizadas a de 75 mm o menos una de la otra.

### **D.12.18 Fuente de Inspección**

a) Si el comprador desea que su representante sea testigo de la inspección y de las pruebas del material antes del embarque, ese acuerdo lo deben realizar el fabricante y el comprador.

b) Cuando se acuerda en que el comprador tendrá un testigo en la inspección y en las pruebas, el fabricante debe proporcionar todas las facilidades para que el representante del comprador quede satisfecho de que el material cumple con los requisitos de esta especificación. La inspección y las pruebas se deben realizar sin interferencia con las operaciones del fabricante.

### **D.12.19 Pruebas y Rechazo**

a) Si algún material falla en cumplir con todos los requisitos de esta especificación, es causa suficiente para rechazar la inspección del lote.

b) Cuando hay evidencia de que un espécimen que falló no era representativo del lote de inspección y cuando no se aprobó otro plan de muestreo por el comprador en el contrato, al menos dos especímenes adicionales se deben seleccionar para reemplazar cada espécimen de prueba que falló. Todos los especímenes que se quieran volver a probar deben cumplir con los requisitos de la especificación o el lote se someterá a rechazo.

c) Material en que se descubren defectos después de la inspección se pueden rechazar.

d) Si el material es rechazado por el comprador, el fabricante es responsable sólo por el reemplazo del material al comprador. Todo lo que se pueda del material rechazado se debe devolver al fabricante por el comprador.

### **D.12.20 Identificación de material marcado**

a) Cuando se especifica en el contrato, todas las láminas y placas se deben marcar de acuerdo con la práctica B 666.

b) Además, aleaciones en las series 2000 y 7000 en los temple T6, T651, T73, T351, T76, T7651, o T851 se debe marcar con el número de lote en algún lugar en cada pieza.

c) Las especificaciones de los puntos a) y b) son mínimos; sistemas de marcas que involucre más información, caracteres más largos, y frecuencias más grandes son aceptables bajo esta especificación.

### **D.12.21 Empaque y marcado de empaques**

a) El material se debe empacar para proveer protección adecuada durante el transporte y el manejo, además cada paquete deberá tener sólo un tamaño, una aleación y un temple de material a menos que se acuerde lo contrario. El tipo de empaque y la masa gruesa de los contenedores debe, a menos que se indique lo contrario, estar a la discreción del fabricante, esperando que aseguren un transporte seguro al menor costo hasta el punto de entrega.

b) Cada contenedor de embarque se debe marcar con el número orden de compra, tamaño del material, número de especificación, aleación y temple, masa gruesa y neta, y el nombre del fabricante.

c) Cuando se especifica en el contrato, el material se debe preservar, empacar de acuerdo con los requisitos de la práctica B 660. Los niveles de aplicación se deben especificar en el contrato. Las marcas para embarque del material, deben estar de acuerdo con las agencias requeridas.

## D.12.22 Certificación

a) El fabricante debe, cuando se lo piden, brindar al comprador un certificado que especifica que cada lote se ha probado, e inspeccionado de acuerdo con esta especificación, y ha cumplido con los requisitos.

Cuadro D.55 Límites de composición química <sup>A, B, C</sup>											
Aleación	Silicio	Hierro	Cobre	Manganeso	Magnesio	Cromo	Zinc	Titanio	Otros elementos <sup>D</sup>		Aluminio
									Cada una	Total <sup>E</sup>	
1060	25	35	5	3	3		5	3	0.03 <sub>G</sub>		99.60 min <sup>F</sup>
1100	0.95 Si + Fe		0.05 - 0.20	5			10		5	15	99.00 min <sup>F</sup>
1230 <sup>H</sup>	0.70 Si + Fe		10	5	5		10	3	0.03 <sub>G</sub>		99.30 min <sup>F</sup>
2014	0.5 - 1.2	7	3.9 - 5.0	0.40 - 1.2	0.2 - 0.8	10	25	15	5	15	resto
Alclad 2014	2014 cubierto con aleación 6003										
2024	50	50	3.8 - 4.9	0.3 - 0.9	1.2 - 1.8	10	25	15	5	15	resto
Alclad 2024	2024 cubierto con aleación 1230										
2124	20	30	3.8 - 4.9	0.3 - 0.9	1.2 - 1.8	10	25	15	5	15	resto
2219	20	30	5.8 - 6.8	0.2 - 0.40	2		10	0.02 - 0.1	0.05 <sup>I</sup>	0.15 <sup>I</sup>	resto
Alclad 2219	2219 cubierto con aleación 7072										
3003	6	7	0.05-0.20	1.0-1.5			1		5	15	resto
Alclad 3003	3003 cubierto con aleación 7072										
3004	3	7	25	1.0 - 1.5	0.8 - 1.3		25		5	15	resto
Alclad 3004	3004 cubierto de aleación 7072										
3005	6	7	3	1.0 - 1.5	0.2-0.6	1	25	1	5	15	resto
3105	6	7	3	0.3 - 0.8	0.2 - 0.8	2	4	1	5	15	resto
5005	30	7	2	2	0.5 - 1.1	1	25		5	15	resto
5010	40	7	25	0.1 - 0.3	0.2 - 0.6	15	3	1	5	15	resto

Cuadro D.55 (Continuación)											
Límites de composición química <sup>A, B, C</sup>											
Aleación	Silicón	Hierro	Cobre	Manganeso	Magnesio	Cromo	Zinc	Titanio	Otros elementos <sup>D</sup>		Aluminio
									Cada una	Total <sup>E</sup>	
5050	40	7	2	1	1.1 - 1.8	1	25		5	15	resto
5052	25	4	1	1	2.2 - 2.8	0.15 - 0.35	1		5	15	resto
5083	40	4	1	0.4-1.0	4.0 - 4.9	0.05 - 0.25	25	15	5	15	resto
5086	40	5	1	0.2 - 0.7	3.5 - 4.5	0.05-0.25	25	15	5	15	resto
5154	25	4	1	1	3.1 - 3.9	0.15 - 0.35	2	2	5	15	resto
5252	8	1	1	1	2.2 - 2.8		5		0.03 <sup>G</sup>	0.10 <sup>G</sup>	resto
5454	25	4	1	0.5 - 1.0	2.4 - 3.0	0.05 - 0.2	25	2	5	15	resto
5456	25	4	1	0.5 - 1.0	4.7 - 5.5	0.05 - 0.2	25	2	5	15	resto
5457	8	1	2	0.15 - 0.45	0.8 - 1.2		5		0.03 <sup>G</sup>	0.10 <sup>G</sup>	resto
5652	0.40 Si + Fe		4	1	2.2 - 2.8	0.15-0.35	1		5	15	resto
5657	8	1	1	3	0.6 - 1.0		5		0.02 <sup>I</sup>	0.05 <sup>I</sup>	resto
6003 <sup>II</sup>	0.35 - 1.0	6	1	8	0.8 - 1.5	35	2	1	5	15	resto
6061	0.40 - 0.8	7	0.15 - 0.40	15	0.8 - 1.2	0.04 - 0.35	25	15	5	15	resto
Alclad 6061	6061 cubierto con aleación 7072										
7008 <sup>II</sup>	10	1	5	5	0.7 - 1.4	0.12 - 0.25	4.5 - 5.5	5	5	10	resto
7072 <sup>II</sup>	0.7 Si + Fe		1	10	1		0.8 - 1.3		5	15	resto
7075	40	5	1.2 - 2.0	30	2.1 - 2.9	0.18 - 0.28	5.1 - 6.1	2	5	15	resto
Alclad 7075	7075 cubierto con aleación de 7072										
7008 Alclad 7075	7075 cubierto con aleación de 7008										
7178	40	5	1.6 - 2.4	3	2.4 - 3.1	0.18 - 0.28	6.3 - 7.3	2	5	15	resto
Alclad 7178	7178 cubierto con aleación de 7072										

<sup>A</sup> Los límites se presenta en porcentaje de masa, a menos que se muestren como un rango o se especifique de otra manera.

<sup>B</sup> El análisis se debe hacer para los elementos para los cuales los límites se muestran en este cuadro.

<sup>C</sup> Para el propósito de determinar el cumplimiento con este límite, un valor observado o un valor calculado que se obtiene del análisis se debe redondear a la unidad más cercana del último dígito del lado derecho, en las figuras utilizadas para expresar el límite especificado, de acuerdo con el método de redondeo de la práctica E29.

<sup>D</sup> *Otros*: incluye los elementos listados para los cuales no se muestran límites específicos así como los elementos metálicos no listados. El fabricante debe analizar muestras de elementos no especificados en esta especificación. Sin embargo, ese análisis no se requiere y puede no cubrir todos los *Otros* elementos metálicos. Si algún análisis del fabricante o el comprador establezca que los *Otros* elementos excedan el límite de *Cada* o que el agregado de varios *Otros* elementos excedan el límite del *Total*, el material se debe considerar que no cumple.

<sup>E</sup> Otros Elementos -- El *Total* debe ser la suma de los elementos metálicos no especificados 0.01% o más, redondeado al segundo decimal antes de determinar la suma.

<sup>F</sup> El contenido de aluminio se debe calcular restando de 100% la suma de elementos metálicos presentes en cantidades de 0.010% o más cada una, redondeadas al segundo decimal antes de determinar la suma.

<sup>G</sup> Vanadio 0.05 máximo. El total de los otros elementos no incluye vanadium.

<sup>H</sup> Composición del cubrimiento de aleación como se aplica durante el curso de fabricación. Muestras de láminas o placas finalizadas no requieren el cumplimiento con estos límites.

<sup>I</sup> Vanadio, 0.05-0.15, circonio, 0.10-0.25. El total de los otros elementos no incluye vanadio y galio.

<sup>J</sup> Galio, 0.03 max, vanadio 0.05 max. El total de los otros elementos no incluye vanadio y galio.

Cuadro D.56									
Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor. <sup>A, B</sup>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset),MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
Aluminio 1060									
O	15	32	55	95	15		15		
	32	63	55	95	15		18		
	63	120	55	95	15		23		
	120	630	55	95	15		25		
	630	8000	55	95	15		25	22	
H12 <sup>E</sup>	40	63	75	110	60		6		
o	63	120	75	110	60		7		
H22 <sup>E</sup>	120	63	75	110	60		12		
	630	50	75	110	60		12	10	
H14 <sup>E</sup>	20	32	85	120	70		1		
o	32	63	85	120	70		2		
H24 <sup>E</sup>	63	12	85	120	70		6		
	120	63	85	120	70		10		
	630	25	85	120	70		10	9	
H16 <sup>E</sup>	15	32	95	130	75		1		
o	32	63	95	130	75		2		
H26 <sup>E</sup>	63	12	95	130	75		4		
	120	4	95	130	75		5		
H18 <sup>E</sup>	15	32	110		85		1		
o	32	63	110		85		2		
H28 <sup>E</sup>	63	12	110		85		3		
	120	32	110		85		4		
H112	630	125	75				10		

Cuadro D.56 (Continuación)									
Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor. <sup>A, B</sup>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
	1250	40	70					18	
F <sup>D</sup>	630	80							
Aluminio 1100									
O	15	32	75	105	25		15		0
	32	63	75	105	25		17		0
	63	120	75	105	25		22		0
	120	630	75	105	25		30		0
	630	8000	75	105	25		28	25	0
H12 <sup>E</sup>	40	63	95	130	75		3		0
o	63	120	95	130	75		5		0
H22 <sup>E</sup>	120	63	95	130	75		8		0
	630	125	95	130	75		10	9	0
	125	50	95	130	75		10	9	
H14 <sup>E</sup>	20	32	110	145	95		1		0
o	32	63	110	145	95		2		0
H24 <sup>E</sup>	63	12	110	145	95		3		0
	120	63	110	145	95		55		0
	630	125	110	145	95		7	6	0
	125	25	110	145	95		7	6	
H16 <sup>E</sup>	15	32	130	165	115		1		4
o	32	63	130	165	115		2		4
H26 <sup>E</sup>	63	12	130	165	115		3		4
	120	4	130	165	115		4		4
H18 <sup>E</sup>	15	32	150				1		



Cuadro D.56 (Continuación)									
Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor. <sup>A, B</sup>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
o	32	63	150				1		
H28 <sup>E</sup>	63	12	150				2		
	120	32	150				4		
H112	630	125	90		50		9		
	1250	40	85		40			12	
	4000	80	80		30			18	
F <sup>D</sup>	630	80							
Aluminio 3003									
O	15	32	95	130	35		14		0
	32	63	95	130	35		20		0
	63	120	95	130	35		22		0
	120	630	95	130	35		25		0
	630	8000	95	130	35		23	21	
H12 <sup>E</sup>	40	63	120	160	85		3		0
o	63	120	120	160	85		4		0
H22 <sup>E</sup>	120	63	120	160	85		6		0
	630	50	120	160	85		9	8	
H14 <sup>E</sup>	20	32	140	180	115		1		0
o	32	63	140	180	115		2		0
H24 <sup>E</sup>	63	12	140	180	115		3		0
	120	32	140	180	115		5		0
	32	63	140	180	115		5		2
	630	25	140	180	115		8	7	
H16 <sup>E</sup>	15	32	165	205	145		1		4

<b>Cuadro D.56 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor.<sup>A, B</sup></b>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
o	32	63	165	205	145		2		4
H26 <sup>E</sup>	63	12	165	205	145		3		4
	120	4	165	205	145		4		6
H18 <sup>E</sup>	15	32	185		165		1		
o	32	63	185		165		1		
H28 <sup>E</sup>	63	12	185		165		2		
	120	32	185		165		4		
H112	630	125	115		70		8		
	1250	40	105		40			10	
	4000	80	100		40			16	
F <sup>D</sup>	630	80							
Aleación Alclad 3003									
O	15	32	90	125	30		14		
	32	63	90	125	30		20		
	63	120	90	125	30		22		
	120	630	90	125	30		25		
	630	1250	90	125	30		23		
	125	80	95 <sup>F</sup>	130 <sup>F</sup>	35 <sup>F</sup>			21	
H12 <sup>E</sup>	40	63	115	155	80		4		
o	63	120	115	155	80		5		
H22 <sup>E</sup>	120	63	115	155	80		6		
	630	125	115	155	80		9		
	125	50	120 <sup>F</sup>	160 <sup>F</sup>	85 <sup>F</sup>			8	
H14 <sup>E</sup>	20	32	135	175	110		1		

Cuadro D.56 (Continuación)									
Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor. <sup>A, B</sup>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
o	32	63	135	175	110		2		
H24 <sup>E</sup>	63	12	135	175	110		3		
	120	63	135	175	110		5		
	630	125	135	175	110		8		
	125	25	140 <sup>F</sup>	180 <sup>F</sup>	115 <sup>F</sup>			7	
H16 <sup>E</sup>	15	32	160	200	140		1		
o	32	63	160	200	140		2		
H26 <sup>E</sup>	63	12	160	200	140		3		
	120	4	160	200	140		4		
H18	15	32	180				1		
	32	63	180				1		
	63	12	180				2		
	120	32	180				4		
H112	630	125	110		65		8		
	1250	40	105 <sup>F</sup>		40 <sup>F</sup>			10	
	4000	80	100 <sup>F</sup>		40 <sup>F</sup>			16	
F <sup>D</sup>	630	80							
Aluminio 3004									
O	15	32	150	200	60		9		0
	32	63	150	200	60		12		0
	63	120	150	200	60		15		0
	120	630	150	200	60		18		0
	630	8000	150	200	60		16	14	
H32 <sup>E</sup>	40	63	190	240	145		1		0

<b>Cuadro D.56 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor.<sup>A, B</sup></b>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
o	63	120	190	240	145		3		1
H22 <sup>E</sup>	120	32	190	240	145		5		2
	32	63	190	240	145		5		
	630	50	190	240	145		6	5	
H34 <sup>E</sup>	20	32	220	265	170		1		2
o	32	63	220	265	170		2		2
H24 <sup>E</sup>	63	12	220	265	170		3		3
	120	32	220	265	170		4		4
	32	63	220	265	170		4		
	630	25	220	265	170		5	4	
H36 <sup>E</sup>	15	32	240	285	190		1		6
o	32	63	240	285	190		2		6
H26 <sup>E</sup>	63	12	240	285	190		3		6
	120	4	240	285	190		4		8
H38 <sup>E</sup>	15	32	260		215				
o	32	63	260		215		1		
H28 <sup>E</sup>	63	12	260		215		2		
	120	32	260		215		4		
H112	630	125	160		60		7		
	1250	40	160		60			6	
	4000	80	160		60			6	
F <sup>D</sup>	630	80							
Aleación Alclad 3004									
O	15	32	145	195	55		9		

Cuadro D.56 (Continuación)									
Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor. <sup>A, B</sup>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
	32	63	145	195	55		12		
	63	120	145	195	55		15		
	120	630	145	195	55		18		
	630	1250	145	195	55		16		
	125	80	150 <sup>F</sup>	200 <sup>F</sup>	60 <sup>F</sup>			14	
H32 <sup>E</sup>	40	63	185	235	140		1		
o	63	120	185	235	140		3		
H22 <sup>E</sup>	120	63	185	235	140		5		
	630	125	185	235	140		6		
	125	50	190 <sup>F</sup>	240 <sup>F</sup>	145 <sup>F</sup>			5	
H34 <sup>E</sup>	20	32	215	260	165		1		
o	32	63	215	260	165		2		
H24 <sup>E</sup>	63	12	215	260	165		3		
	120	63	215	260	165		4		
	630	125	215	260	165		5		
	125	25	220 <sup>F</sup>	265 <sup>F</sup>	170 <sup>F</sup>			4	
H36 <sup>E</sup>	15	32	235	280	185		1		
o	32	63	235	280	185		2		
H26 <sup>E</sup>	63	12	235	280	185		3		
	120	4	235	280	185		4		
H38	15	32	255						
	32	63	255				1		
	63	12	255				2		
	120	32	255				4		

<b>Cuadro D.56 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor.<sup>A, B</sup></b>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
H112	630	125	155		55		7		
	1250	40	160 <sup>F</sup>		60 <sup>F</sup>			6	
	4000	80	160 <sup>F</sup>		60 <sup>F</sup>			6	
F <sup>D</sup>	630	80							
Aluminio 3005									
O	15	32	115	165	45		10		
	32	63	115	165	45		14		
	63	120	115	165	45		17		
	120	630	115	165	45		20		
H12	40	63	140	190	115		1		
	63	120	140	190	115		2		
	120	32	140	190	115		3		
H14	20	32	165	215	145		1		
	32	63	165	215	145		1		
	63	12	165	215	145		2		
	120	32	165	215	145		3		
H16	15	32	190	240	170		1		
	32	63	190	240	170		1		
	63	12	190	240	170		2		
	120	4	190	240	170		2		
H18	15	32	220		200		1		
	32	63	220		200		1		
	63	12	220		200		2		
	120	32	220		200		2		

Cuadro D.56 (Continuación)									
Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor. <sup>A, B</sup>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
H19	15	32	235						
	32	63	235				1		
	63	12	235				1		
	12	16	235				1		
H25	15	32	180	235	150		1		
	32	63	180	235	150		2		
	63	12	180	235	150		3		
	120	20	180	235	150		4		
H27	15	32	205	260	175		1		
	32	63	205	260	175		2		
	63	12	205	260	175		3		
	120	20	205	260	175		4		
H28	15	32	215		185		1		
	32	63	215		185		2		
	63	12	215		185		3		
	120	20	215		185		4		
H29	63	12	230		195		1		
	12	20	230		195		2		
Aleación 3105									
O	32	63	95	145	35		16		
	63	120	95	145	35		19		
	120	20	95	145	35		20		
H12	40	63	130	180	105		1		
	63	120	130	180	105		2		

<b>Cuadro D.56 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor.<sup>A, B</sup></b>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
	120	20	130	180	105		3		
H14	32	63	150	200	125		1		
	63	12	150	200	125		2		
	120	20	150	200	125		2		
H16	32	63	170	220	145		1		
	63	12	170	220	145		1		
	120	20	170	220	145		2		
H18	32	63	190		165		1		
	63	12	190		165		1		
	120	20	190		165		2		
H25	32	63	160		130		2		
	63	12	160		130		4		
	12	20	160		130		6		
Aleación 5005									
O	15	32	105	145	35		12		
	32	63	105	145	35		16		
	63	120	105	145	35		19		
	120	630	105	145	35		21		
	630	80	105	145	35		22	20	
H12	40	63	125	165	95		2		
	63	120	125	165	95		4		
	120	63	125	165	95		6		
	630	50	125	165	95		9	8	
H14	20	32	145	185	115		1		



Cuadro D.56 (Continuación)									
Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor. <sup>A, B</sup>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
	32	63	145	185	115		1		
	63	12	145	185	115		2		
	120	63	145	185	115		3		
	630	25	145	185	115		8	7	
H16	15	32	165	205	135		1		
	32	63	165	205	135		1		
	63	12	165	205	135		2		
	120	4	165	205	135		3		
H18	15	32	185				1		
	32	63	185				1		
	63	12	185				2		
	120	32	185				3		
H32 <sup>E</sup>	4	63	120	160	85		3		
o	63	12	120	160	85		4		
H22 <sup>E</sup>	12	63	120	160	85		7		
	63	50	120	160	85		10	9	
H34 <sup>E</sup>	2	32	140	180	105		2		
o	32	63	140	180	105		3		
H24 <sup>E</sup>	63	12	140	180	105		4		
	12	63	140	18	105		5		
	63	25	140	180	105		8	7	
H36 <sup>E</sup>	15	32	160	200	125		1		
o	32	63	160	200	125		2		
H26 <sup>E</sup>	63	12	160	200	125		3		

Cuadro D.56 (Continuación)									
Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor. <sup>A, B</sup>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
	12	4	160	200	125		4		
H38	15	32	180				1		
	32	63	180				2		
	63	12	180				3		
	12	32	180				4		
H112	630	125	115				8		
	1250	40	105					10	
	4000	80	100					16	
F <sup>D</sup>	630	80							
Aleación 5010									
O	25	18	105	145	35		3		
H22	25	18	120	160	95		2		
H24	25	18	140	180	120		1		
H26	25	18	160	200	145		1		
H28	25	18	180						
Aleación 5050									
O	15	32	125	165	40		15		0
	32	63	125	165	40		17		0
	63	120	125	165	40		19		0
	120	63	125	165	40		20		0
	63	80	125	165	40		20	18	2
H32 <sup>E</sup>	40	63	150	195	110		4		1
o	63	120	150	195	110		5		1
H22 <sup>E</sup>	120	63	150	195	110		6		2

<b>Cuadro D.56 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor.<sup>A, B</sup></b>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
H34 <sup>E</sup>	2	32	170	215	140		3		1
o	32	63	170	215	140		3		1
H24 <sup>E</sup>	63	12	170	215	140		4		1
	120	63	170	215	140		5		3
H36 <sup>E</sup>	15	32	185	230	150		2		3
o	32	63	185	230	150		2		3
H26 <sup>E</sup>	63	12	185	230	150		3		3
	120	4	185	230	150		4		4
H38	15	32	200				1		
	32	63	200				2		
	63	12	200				3		
	120	32	200				4		
H112	63	125	140		55		12		
	125	40	140		55			10	
	40	80	140		55			10	
F <sup>D</sup>	63	80							
Aleación 5052									
O	15	32	170	215	65		13		0
	32	63	170	215	65		15		0
	63	120	170	215	65		17		0
	120	63	170	215	65		19		0
	63	80	170	215	65		18	16	
H32 <sup>E</sup>	40	63	215	265	160		4		0
o	63	120	215	265	160		5		1

<b>Cuadro D.56 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor.<sup>A, B</sup></b>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
H22 <sup>E</sup>	120	32	215	265	160		7		2
	32	63	215	265	160		7		3
	63	50	215	265	160		11	10	
H34 <sup>E</sup>	2	32	235	285	180		3		1
o	32	63	235	285	180		3		1
H24 <sup>E</sup>	63	12	235	285	180		4		2
	120	32	235	285	180		6		3
	32	63	235	285	180		6		4
	63	25	235	285	180		10	9	
H36 <sup>E</sup>	15	32	255	305	200		2		4
o	32	63	255	305	200		3		4
H26 <sup>E</sup>	63	12	255	305	200		4		5
	120	4	255	305	200		4		5
H38 <sup>E</sup>	15	32	270		220		2		
o	32	63	270		220		3		
H28 <sup>E</sup>	63	12	270		220		4		
	120	32	270		220		4		
H112	63	125	190		110		7		
	125	40	170		65			10	
	40	80	170		65			14	
F <sup>D</sup>	63	80							
Aleación 5083									
O	125	63	275	350	125	200	16		
	63	80	270	345	115	200	16	14	

Cuadro D.56 (Continuación)									
Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor. <sup>A, B</sup>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
	80	120	260		110			12	
	120	160	255		105			12	
	160	200	250		100			10	
H112	63	125	275		125		12		
	125	40	275		125			10	
	40	80	270		115			10	
H321	4	125	305	385	215	295	12		
	125	40	305	385	215	295		10	
	40	80	285	385	200	295		10	
H116 <sup>H</sup>	16	125	305		215		10		
	125	30	305		215			10	
	30	40	305		215			10	
	40	80	285		200			10	
F <sup>D</sup>	63	200							
Aleación 5086									
O	50	63	240	305	95		15		
	63	120	240	305	95		16		
	120	63	240	305	95		18		
	63	50	240	305	95		16	14	
H32 <sup>E</sup>	50	63	275	325	195		6		
o	63	120	275	325	195		6		
H22 <sup>E</sup>	120	63	275	325	195		8		
	63	50	275	325	195		12	10	
H34 <sup>E</sup>	2	32	300	350	235		4		

<b>Cuadro D.56 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor.<sup>A, B</sup></b>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
o	32	63	300	350	235		4		
H24 <sup>E</sup>	63	12	300	350	235		5		
	120	63	300	350	235		6		
	63	25	300	350	235		10	9	
H36 <sup>E</sup>	15	32	325	375	260		3		
o	32	63	325	375	260		3		
H26 <sup>E</sup>	63	12	325	375	260		4		
	120	4	325	375	260		6		
H38 <sup>E</sup>	15	63	345		285		3		
o									
H28 <sup>E</sup>									
H112	4	125	250		125		8		
	125	40	240		105			9	
	40	80	235		95			12	
H116 <sup>H</sup>	16	63	275		195		8		
	63	125	275		195		10		
	125	30	275		195			9	
	30	50	275		195			9	
F <sup>D</sup>	63	80							
Aleación 5154									
O	50	63	205	285	75		12		
	63	120	205	285	75		13		
	120	63	205	285	75		16		
	63	80	205	285	75		18	16	

Cuadro D.56 (Continuación)									
Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor. <sup>A, B</sup>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
H32 <sup>E</sup>	50	63	250	300	180		5		
o	63	120	250	300	180		6		
H22 <sup>E</sup>	120	63	250	300	180		8		
	63	50	250	300	180		12	10	
H34 <sup>E</sup>	2	32	270	320	200		4		
o	32	63	270	320	200		4		
H24 <sup>E</sup>	63	12	270	320	200		5		
	120	63	270	320	200		6		
	63	25	270	320	200		10	9	
H36 <sup>E</sup>	15	32	290	340	220		3		
o	32	63	290	340	220		3		
H26 <sup>E</sup>	63	12	290	340	220		4		
	120	4	290	340	220		4		
H38 <sup>E</sup>	15	32	310		240		3		
o	32	63	310		240		3		
H28 <sup>E</sup>	63	12	310		240		3		
	12	32	310		240		4		
H112	63	125	220		125		8		
	125	40	210		90			9	
	40	80	205		75			13	
F <sup>D</sup>	63	80							
aleación 5252									
H24	63	250	205	260			10		
H25	63	250	215	270			9		

Cuadro D.56 (Continuación)									
Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor. <sup>A, B</sup>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
H28	63	250	260				3		
Aleación 5454									
O	50	63	215	285	85		12		
	63	120	215	285	85		13		
	120	63	215	285	85		16		
	63	80	215	285	85		18	16	
H32 <sup>E</sup>	50	63	250	305	180		5		
o	63	120	250	305	180		6		
H22 <sup>E</sup>	120	63	250	305	180		8		
	63	50	250	305	180		12	10	
H34 <sup>E</sup>	2	32	270	325	200		4		
o	32	63	270	325	200		5		
H24 <sup>E</sup>	63	12	270	325	200		6		
	120	63	270	325	200		10	9	
	63	25	220		125		8		
H36 <sup>E</sup>	15	32	215		85			9	
o	32	63	215		85			13	
H26 <sup>E</sup>	63	12							
	120	4							
H38 <sup>E</sup>	15	32							
o	32	63							
H28	63	12							
	12	32							
H112	63	125							



Cuadro D.56 (Continuación)									
Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor. <sup>A, B</sup>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
	125	40							
	40	80							
F <sup>D</sup>	63	80							
Aleación 5456									
O	125	63	290	365	130	205	16		
	63	80	285	360	125	205	16	14	
	80	120	275		120			12	
	120	160	270		115			12	
	160	200	265		105			10	
H112	63	125	290		130		12		
	125	41	290		130			10	
	40	80	285		125			10	
H116 <sup>H</sup>	16	125	315		230		10		
	125	30	315		230			10	
	30	40	305		215			10	
	40	80	285		200			10	
	80	110	275		170			10	
H321	4	125	315	405	230	315	12		
	125	40	305	385	215	305		10	
	40	80	285	370	20	295		10	
F <sup>D</sup>	63	200							
aleación 5457									
O	63	25	110	150			20		
Aleación 5652									

<b>Cuadro D.56 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades mecánicas para aleaciones tratadas sin calor.<sup>A, B</sup></b>									
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación, min, % <sup>C</sup>		Factor de Diámetro de doblado
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )	
O	120	63	170	215	65		19		0
	63	80	170	215	65		18	16	
H32 <sup>E</sup>	12	32	215	265	160		7		2
o	32	63	215	265	160		7		3
H22 <sup>E</sup>	63	50	215	265	160		11	10	
H34 <sup>E</sup>	12	32	235	285	180		6		3
o	32	63	235	285	180		6		4
H24 <sup>E</sup>	63	25	235	285	180		10	9	
H112	63	125	190		110		7		
	125	40	170		65			10	
	40	80	170		65			14	
F <sup>D</sup>	63	80							
aleación 5657									
H241 <sup>G</sup>	63	25	125	180			13		
H25	63	25	140	195			8		
H26	63	25	150	205			7		
H28	63	25	170				5		

Notas:

<sup>A</sup> Para determinar el cumplimiento con esta especificación cada valor de los esfuerzos de tensión y esfuerzos de fluencia se debe redondear al 1 Mpa más cercano y cada valor de elongación al 0.5% más cercano, ambos de acuerdo con los métodos de redondeo de la práctica E29.

<sup>B</sup> La base para establecer los límites de las propiedades mecánicas se muestra en el Anexo D.12.23.1.

<sup>C</sup> La elongación de 50 mm aplica para espesores de hasta 12.5 mm y en 5 x diámetro (5.65 A<sup>0.5</sup>) para espesores sobre 12.5 mm donde A es el área de la sección transversal del espécimen.

<sup>D</sup> Pruebas de las propiedades de tensión para placas de temple F no se necesitan.

<sup>E</sup> Materiales para cualquiera de estos dos temple (H32 o H22), (H34 o H24), (H36 o H 26), (H38 o H28), (H12 o H22), (H14 o H24), (H16 o H26), (H18 o H28), se pueden proveer como una opción del proveedor, a menos que alguno sea específicamente excluido del contrato. Cuando se ordenan temple de H2x, el esfuerzo máximo en tensión y el mínimo esfuerzo de fluencia no aplican. Cuando se proveen los temple H2x en lugar de los temple ordenados H1x o H3x, el proveedor del material del temple H2x debe cumplir con los límites de las propiedades en tensión respectivos para los temple H1x o H3x.

<sup>F</sup> El espécimen de la prueba a tensión de la placa sobre 12.5 mm de espesor se maquina desde el núcleo y no incluye una aleación de recubrimiento.

<sup>G</sup> Este material está sujeto a alguna recristalización y una pérdida de brillo.

<sup>H</sup> La denominación del temple H 116 ahora también aplica a los productos denominados anteriormente H117.

<b>Cuadro D.57</b> <b>Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor.<sup>A, B</sup></b>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset),MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
Aleación 2014								
O	5	125		220		110	16	
	125	25		220				9
T3	5	10	405		240		14	
	10	63	405		250		14	
T4 <sup>D</sup>	5	63	405		240		14	
T451 <sup>E</sup>	63	125	400		250		14	
	125	25	400		250			12
	25	52	400		250			10
	50	80	395		250			7
T42 <sup>F</sup>	5	125	400		235		14	
	125	25	400		235			12
T6, T62 <sup>F</sup>	5	10	440		395		6	
	10	63	455		400		7	

Cuadro D.57 (Continuación)								
Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor. <sup>A,B</sup>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset),MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
T62 <sup>F</sup> , T651 <sup>E</sup>	63	125	460		405		7	
	125	25	460		405			5
	25	50	460		405			3
	50	60	450		400			1
	60	80	435		395			1
	80	100	405		380			
F <sup>G</sup>	63	25						
Aleación Alclad 2014								
O	5	63		205		95	16	
	63	10		205		95	16	
	10	25		205		95	16	
	25	125		205		95	16	
	125	25		220 <sup>H</sup>				9
T3	5	63	370		230		14	
	63	10	380		235		14	
	10	25	395		240		15	
	25	63	395		240		15	
T4 <sup>D</sup>	5	63	370		215		14	
	63	10	380		220		14	
	10	25	395		235		15	
	25	63	395		235		15	
T451 <sup>E</sup>	63	125	395		250		15	
	125	25	400 <sup>H</sup>		250 <sup>H</sup>			12

Cuadro D.57 (Continuación)								
Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor. <sup>A, B</sup>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
	25	50	400 <sup>H</sup>		250 <sup>H</sup>			10
	50	80	400 <sup>H</sup>		250 <sup>H</sup>			7
T42 <sup>F</sup>	5	63	370		215		14	
	63	10	380		220		14	
	10	25	395		235		15	
	25	125	395		235		15	
	125	25	400 <sup>H</sup>		235 <sup>H</sup>			12
T6, T62 <sup>F</sup>	5	63	425		370		7	
	63	10	435		380		7	
	10	25	440		395		8	
	25	63	440		395		8	
T62 <sup>F</sup> , T651 <sup>E</sup>	63	125	440		395		8	
	125	25	460 <sup>H</sup>		405 <sup>H</sup>			5
	25	50	460 <sup>H</sup>		405 <sup>H</sup>			3
	50	60	450 <sup>H</sup>		400 <sup>H</sup>			1
	60	80	435 <sup>H</sup>		395 <sup>H</sup>			1
	80	100	405 <sup>H</sup>		380 <sup>H</sup>			
F <sup>G</sup>	63	25						
Aleación 2024								
O	24	125				95	12	
	125	45						
T3	19	25	435		290		10	
	25	5	435		290		12	

Cuadro D.57 (Continuación)								
Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor. <sup>A,B</sup>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset),MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
	5	32	435		290		15	
	32	63	435		290		15	
T351 <sup>E</sup>	63	125	440		290		12	
	125	25	435		290			
	25	40	425		290			
	40	50	425		290			
	50	80	415		285			
	80	100	395		345			
T361	5	16	460		350		8	
	16	63	470		340		9	
	63	125	455		340		9	
	125	127	455		275			9
T4 <sup>D</sup>	24	5	425		275		12	
	5	63	425		260		15	
T42 <sup>F</sup>	24	5	425		260		12	
	5	63	425		260		15	
	63	125	425		260		12	
	125	25	420		260			7
	25	40	415		260			6
	40	50	415		260			5
	50	80	400		260			3
T62 <sup>F</sup>	24	125	440		345		5	
	125	80	435		345			4
T72 <sup>F,1</sup>	24	63	415		315		5	

Cuadro D.57 (Continuación)								
Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor. <sup>A, B</sup>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
T81	24	63	460		400		5	
T851 <sup>E</sup>	63	125	460		400		5	
	125	25	455		400			4
	25	40	455		395			4
T861	5	16	480		425		3	
	16	63	490		455		4	
	63	125	480		440		4	
	125	127	480		440			3
F <sup>G</sup>	63	80						
Aleación Alclad 2024								
O	19	25		205		95	10	
	25	16		205		95	12	
	16	125		220		95	12	
	125	45		220 <sup>H</sup>				10
T3	19	25	400		270		10	
	25	5	405		270		12	
	50	16	405		270		15	
	16	32	420		275		15	
	32	63	420		275		15	
T351 <sup>E</sup>	63	125	425		275		12	
	125	25	435 <sup>H</sup>		290 <sup>H</sup>			7
	25	40	425 <sup>H</sup>		290 <sup>H</sup>			6
	40	50	425 <sup>H</sup>		290 <sup>H</sup>			5
	50	80	415 <sup>H</sup>		290 <sup>H</sup>			3

<b>Cuadro D.57 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor.<sup>A,B</sup></b>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset),MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
	80	100	395 <sup>H</sup>		285 <sup>H</sup>			3
T361	5	16	420		325		8	
	16	63	440		330		9	
	63	125	440		330		9	
	125	127	455 <sup>H</sup>		340 <sup>H</sup>			9
T4 <sup>D</sup>	24	5	400		245		12	
	5	16	400		245		15	
	16	32	420		260		15	
T42 <sup>F</sup>	19	25	380		235		10	
	25	5	395		235		12	
	5	16	395		235		15	
	16	63	415		250		15	
	63	125	415		250		12	
	125	25	420 <sup>H</sup>		260 <sup>H</sup>			7
	25	40	415 <sup>H</sup>		260 <sup>H</sup>			6
	40	50	415 <sup>H</sup>		260 <sup>H</sup>			5
	50	80	400 <sup>H</sup>		260 <sup>H</sup>			3
T62 <sup>F</sup>	24	16	415		325		5	
	16	125	425		335		5	
T72 <sup>F,I</sup>	24	16	385		295		5	
	16	63	40		310		5	
T81	24	16	425		370		5	
	16	63	445		385		5	
T851 <sup>E</sup>	63	125	445		385		5	



Cuadro D.57 (Continuación)								
Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor. <sup>A, B</sup>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
	125	25	455 <sup>H</sup>		400 <sup>H</sup>			4
T861	5	16	440		400		3	
	16	63	475		440		4	
	63	125	470		425		4	
	125	127	480 <sup>H</sup>		440 <sup>H</sup>			3
F <sup>G</sup>	63	80						
1.5% Aleación Alclad 2024								
O	40	125		220		95	12	
	125	45		220 <sup>H</sup>				10
T3	40	63	430		285		15	
T351 <sup>E</sup>	63	125	435		285		12	
	125	25	435 <sup>H</sup>		290 <sup>H</sup>			7
	25	40	425 <sup>H</sup>		290 <sup>H</sup>			6
	40	50	425 <sup>H</sup>		290 <sup>H</sup>			5
	50	80	415 <sup>H</sup>		290 <sup>H</sup>			3
	80	100	395 <sup>H</sup>		285 <sup>H</sup>			3
T361	40	63	450		340		9	
	63	125	450		330		9	
	125	127	455 <sup>H</sup>		340 <sup>H</sup>			9
T42 <sup>F</sup>	40	63	420		255		15	
	63	125	420		255		12	
	125	25	420 <sup>H</sup>		260 <sup>H</sup>			7
	25	41	415 <sup>H</sup>		260 <sup>H</sup>			6
	40	50	415 <sup>H</sup>		260 <sup>H</sup>			5

Cuadro D.57 (Continuación)								
Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor. <sup>A,B</sup>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset),MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
	50	80	400 <sup>H</sup>		260 <sup>H</sup>			3
T62 <sup>F</sup>	40	125	425		340		5	
T72 <sup>F,I</sup>	40	63	405		310		5	
T81	40	63	455		395		5	
T851 <sup>E</sup>	63	125	455		395		5	
	125	25	455 <sup>H</sup>		400 <sup>H</sup>			4
T861	40	63	480		450		4	
	63	125	475		435		4	
	125	127	480 <sup>H</sup>		440 <sup>H</sup>			3
F <sup>G</sup>	63	80						
Aleación Alclad 2024 de un lado								
O	19	25		215		95	10	
	25	16		215		95	12	
	16	125		220		95	12	
T3	24	5	420		275		12	
	5	16	420		275		15	
	16	32	425		285		15	
	32	63	430		285		15	
T351 <sup>E</sup>	63	125	435		285		12	
T361	5	1	440		330		8	
	16	63	455		340		9	
	63	125	450		330		9	
T42 <sup>F</sup>	24	5	405		240		12	
	5	16	405		250		15	

Cuadro D.57 (Continuación)								
Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor. <sup>A, B</sup>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset),MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
	16	63	420		255		15	
	63	125	420		255		12	
T62 <sup>F</sup>	24	16	425		330		5	
	16	125	435		340		5	
T72 <sup>F,I</sup>	24	16	400		305		5	
	16	63	405		310		5	
T81	24	16	440		385		5	
	16	63	455		395		5	
T851 <sup>E</sup>	63	125	455		395		5	
	5	16	460		415		3	
T861	16	63	485		450		4	
	63	125	475		435		4	
F <sup>G</sup>	63	125						
1.5% Aleación Alclad 2024 de un lado								
O	40	125		220		95	12	
T3	40	63	430		285		15	
T351 <sup>E</sup>	63	125	435		285		12	
T361	40	63	455		340		9	
	63	125	450		330		9	
T42 <sup>F</sup>	40	63	420		255		15	
	63	125	420		255		12	
T62 <sup>F</sup>	40	125	435		340		5	
T72 <sup>F,I</sup>	40	63	405		310		5	
T81	40	63	455		395		5	

<b>Cuadro D.57 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor.<sup>A, B</sup></b>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
T851 <sup>E</sup>	63	125	455		395		5	
T861	40	63	480		450		4	
	63	125	475		435		4	
F <sup>G</sup>	63	125						

Cuadro D.57 (Continuación)									
Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor. <sup>A, B</sup>									
Temple	Espesor especificado, mm		Eje del espécimen de prueba	Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset),MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta		min	max	min	max	en 50 mm	en 5 x Diámetro
Aleación 2124									
T851 <sup>E</sup>	40	50	Longitudinal	455		395			5
			Transv. Largo	455		395			4
			Transv. Corto	440		380			1
	50	80	Longitudinal	450		395			5
			Transv. Largo	450		395			4
			Transv. Corto	435		380			1
	80	100	Longitudinal	450		385			4
			Transv. Largo	450		385			3
			Transv. Corto	425		370			1
	100	130	Longitudinal	440		380			4
			Transv. Largo	440		380			3
			Transv. Corto	420		365			1
	130	150	Longitudinal	435		370			4
			Transv. Largo	435		370			3
			Transv. Corto	400		350			1

<b>Cuadro D.57 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor.<sup>A, B</sup></b>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
Aleación Alclad 2024 de un lado								
O	5	125		220		110	12	
	125	50		220		110		10
T31 <sup>J</sup> (lámina plana)	5	10	315		200		8	
	10	63	315		195		10	
T351 <sup>E, J</sup> placa (antes placa T31)	63	125	315		195		10	
	125	50	315		195			9
	50	80	305		195			9
	80	100	290		185			8
	100	130	275		180			8
	130	150	270		170			7
T37 <sup>J</sup>	5	10	340		260		6	
	10	125	340		255		6	
	125	60	340		255			5
	60	80	325		250			5
	80	100	310		240			4
	100	120	295		235			3
T62 <sup>F</sup>	5	10	370		250		6	
	10	63	370		250		7	
	63	125	370		250		8	
	125	25	370		250			7
	25	50	370		250			6
Lámina T81	5	10	425		315		6	

Cuadro D.57 (Continuación)								
Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor. <sup>A, B</sup>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
	10	63	425		315		7	
T851 <sup>E</sup> (antes placa T81)	63	125	425		315		8	
	125	25	425		315			7
	25	50	425		315			6
	50	80	425		310			5
	80	100	415		305			4
	100	130	405		295			4
	130	150	395		290			3
T87	5	10	440		360		5	
	10	63	440		360		6	
	63	125	440		350		7	
	125	25	440		350			6
	25	80	400		350			5
	80	100	425		345			3
	100	120	420		340			2
F <sup>G</sup>	63	50						
Aleación Alclad 2219								
O	5	10		220		110	12	
	10	25		220		110	12	
	25	125		220		110	12	
	125	50		220 <sup>H</sup>		110 <sup>H</sup>		10
T31 <sup>J</sup> (lámina plana)	10	25	290		170		10	
	25	63	305		180		10	

<b>Cuadro D.57 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor.<sup>A, B</sup></b>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
T351 <sup>E, J</sup> placa (antes placa T31)	63	125	305		180		10	
T37 <sup>J</sup>	10	25	310		235		6	
	25	125	325		240		6	
T62 <sup>F</sup>	5	10	305		200		6	
	10	25	340		220		7	
	25	63	350		235		7	
	63	125	350		235		8	
	125	25	370 <sup>H</sup>		250 <sup>H</sup>			7
	250	50	370 <sup>H</sup>		250 <sup>H</sup>			6
T81 (Lámina plana)	5	10	340		255		6	
	10	25	380		285		7	
	25	63	400		295		7	
T851 <sup>EJ</sup> placa (antes placa T81)	63	125	400		290		8	
T87	10	25	395		315		6	
	25	63	415		330		6	
	63	125	415		330		7	
F <sup>G</sup>	63	50						
Aleación 6061								
O	15	2		150		85	10	
	2	25		150		85	12	
	25	5		150		85	14	
	5	32		150		85	16	



Cuadro D.57 (Continuación)								
Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor. <sup>A, B</sup>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
	32	125		150		85	18	
	125	25		150				16
	25	80		150				14
T4	15	2	205		110		10	
	2	25	205		110		12	
	25	5	205		110		14	
	5	63	205		110		16	
T451 <sup>E</sup>	63	125	205		110		18	
	125	25	205		110			16
	25	80	205		110			14
T42 <sup>F</sup>	15	2	205		95		10	
	2	25	205		95		12	
	25	5	205		95		14	
	5	63	205		95		16	
	63	125	205		95		18	
	125	25	205		95			16
	25	80	205		95			14
T6, T62 <sup>F</sup>	15	2	290		240		4	
	2	25	290		240		6	
	25	5	290		240		8	
	5	63	290		240		10	
T62 <sup>F</sup> , T651 <sup>E</sup>	63	125	290		240		10	
	125	25	290		240			8
	25	50	290		240			7

Cuadro D.57 (Continuación)								
Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor. <sup>A, B</sup>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
	50	100	290		240			5
	100	150 <sup>K</sup>	275		240			5
F <sup>G</sup>	63	80						
Aleación Alclad 6061								
O	24	5		140		85	14	
	5	32		140		85	16	
	32	125		140		85	18	
	125	25		150 <sup>H</sup>				16
	25	80		150 <sup>H</sup>				14
	24	5	185		95		14	
T4	5	63	185		95		16	
	63	125	185		95		18	
	125	25	205 <sup>H</sup>		110 <sup>H</sup>			16
	25	80	205 <sup>H</sup>		110 <sup>H</sup>			14
T451 <sup>E</sup>	24	5	185		85		14	
	5	63	185		85		16	
	63	125	185		85		18	
T42 <sup>F</sup>	125	25	205 <sup>H</sup>		95 <sup>H</sup>			16
	25	80	205 <sup>H</sup>		95 <sup>H</sup>			14
	24	5	260		220		8	
	5	63	260		220		10	
	63	125	260		220		10	
	125	25	290 <sup>H</sup>		240 <sup>H</sup>			8

<b>Cuadro D.57 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor.<sup>A, B</sup></b>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
	25	50	290 <sup>H</sup>		240 <sup>H</sup>			7
T6, T62 <sup>F</sup>	50	100	290 <sup>H</sup>		240 <sup>H</sup>			5
	100	120	275 <sup>H</sup>		240 <sup>H</sup>			5
F <sup>G</sup>	63	80						
Aleación Alclad 6061								
O	24	5		140		85	14	
	5	32		140		85	16	
	32	125		140		85	18	
	125	25		150 <sup>H</sup>				16
	25	80		150 <sup>H</sup>				14
T4	24	5	185		95		14	
	5	63	185		95		16	
T451 <sup>E</sup>	63	125	185		95		18	
	125	25	205 <sup>H</sup>		110 <sup>H</sup>			16
	25	80	205 <sup>H</sup>		110 <sup>H</sup>			14
T42 <sup>F</sup>	24	5	185		85		14	
	5	63	185		85		16	
	63	125	185		85		18	
	125	25	205 <sup>H</sup>		95 <sup>H</sup>			16
	25	80	205 <sup>H</sup>		95 <sup>H</sup>			14
T6, T62 <sup>F</sup>	24	5	260		220		8	
	5	63	260		220		10	
T62 <sup>F</sup> , T651 <sup>F</sup>	63	125	260		220		10	
	125	25	290 <sup>H</sup>		240 <sup>H</sup>			8

Cuadro D.57 (Continuación)								
Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor. <sup>A, B</sup>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
	25	50	290 <sup>H</sup>		240 <sup>H</sup>			7
	50	100	290 <sup>H</sup>		240 <sup>H</sup>			5
	100	120	275 <sup>H</sup>		240 <sup>H</sup>			5
F <sup>G</sup>	63	80						
Aleación 7075								
O	39	125		275		145	10	
	125	50		275				
	19	32	510		435		5	
	32	10	525		460		7	
	10	32	540		470		8	
T4	32	63	540		475		8	
	63	125	540		460		9	
T451 <sup>E</sup>	125	25	540		470			6
	25	50	530		460			5
	50	60	525		440			4
T42 <sup>F</sup>	60	80	495		420			4
	80	90	490		400			4
	90	100	460		370			2
	10	63	460		385		8	
	63	125	475		390		7	
T6, T62 <sup>F</sup>	125	25	475		390			6
	25	50	475		390			5
T62 <sup>F</sup> , T651 <sup>F</sup>	50	60	455		360			5
	60	80	440		340			5

<b>Cuadro D.57 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor.<sup>A, B</sup></b>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
	31	63	500		425		8	
	63	125	495		420		8	
	125	25	490		415			5
F <sup>G</sup>	63	100						
Aleación Alclad 7075								
O	39	16		275		145	10	
	16	4		275		145	10	
	4	125		275		145	10	
	125	50		275 <sup>H</sup>				
T6, T62 <sup>F</sup>	39	1	505		435		7	
	1	16	515		445		8	
	16	32	515		445		8	
	32	4	515		445		8	
	4	63	525		455		8	
T62 <sup>F</sup> , T651 <sup>F</sup>	63	125	525		455		9	
	125	25	540 <sup>H</sup>		470 <sup>H</sup>			6
	25	50	530 <sup>H</sup>		460 <sup>H</sup>			5
	50	60	525 <sup>H</sup>		440 <sup>H</sup>			4
	60	80	495 <sup>H</sup>		420 <sup>H</sup>			4
	80	90	490 <sup>H</sup>		400 <sup>H</sup>			4
	90	100	460 <sup>H</sup>		370 <sup>H</sup>			2
Lámina T76	1	16	485		405		8	
	16	4	490		415		8	
	4	63	495		420		8	

Cuadro D.57 (Continuación)								
Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor. <sup>A, B</sup>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
placa T7651 <sup>E</sup>	63	125	490		415		8	
	125	25	490 <sup>H</sup>		415 <sup>H</sup>			5
F <sup>G</sup>	63	100						
Aleación 7178								
O	39	125		275		145	10	
	125	127		275				9
T6, T62 <sup>F</sup>	39	12	570		495		7	
	12	63	580		505		8	
T62 <sup>F</sup> , T651 <sup>F</sup>	63	125	580		505		8	
	125	25	580		505			5
	25	40	580		505			3
	40	50	550		480			2
T76	1	63	515		440		8	
T651 <sup>E</sup>	63	125	510		435		8	
	125	25	500		425			5
F <sup>G</sup>	63	50						
Aleación Alclad 7178								
O	39	16		250		140	10	
	16	40		265		140	10	
	40	125		275		145	10	
	125	127		275 <sup>H</sup>				9
T6, T62 <sup>F</sup>	39	12	525		455		7	
	12	16	540		470		8	
	16	40	550		480		8	

<b>Cuadro D.57 (Continuación)</b> <b>Límites de propiedades en tensión para aleaciones tratadas con calor.<sup>A, B</sup></b>								
Temple	Espesor especificado, mm		Esfuerzo de Tensión, MPa		Esfuerzo de fluencia (0.2% offset), MPa		Elongación <sup>C</sup> , min, %	
	arriba	hasta	min	max	min	max	in 50 mm	en 5 x Diámetro (5.65A <sup>0.5</sup> )
	40	63	565		490		8	
T62 <sup>F</sup> , T651 <sup>F</sup>	63	125	565		490		8	
	125	25	580 <sup>H</sup>		505 <sup>H</sup>			5
	25	40	580 <sup>H</sup>		505 <sup>H</sup>			3
	40	50	550 <sup>H</sup>		480 <sup>H</sup>			2
T76	10	16	490		415		8	
	16	40	490		415		8	
	40	63	500		420		8	
T7651 <sup>E</sup>	63	125	495		415		8	
	125	25	500 <sup>H</sup>		425 <sup>H</sup>			5
F <sup>G</sup>	63	50						

<sup>A</sup> Para determinar el cumplimiento con esta especificación cada valor de esfuerzo tensional se debe redondear al 1 MPa más cercano y cada valor de elongación al 0.5% más cercano, ambos de acuerdo con el método de redondeo de la práctica E29.

<sup>B</sup> Las bases para establecer los límites de propiedades mecánicas se muestra en el Anexo D.12.23.1.

<sup>C</sup> Elongaciones de 50 mm aplican para espesores de hasta 12.5 mm y en 5 x diámetro (5.65 A<sup>0.5</sup>) para espesores mayores a 12.5 mm donde A es el área transversal del espécimen.

<sup>D</sup> Lámina arrollada.

<sup>E</sup> Para temple sin esfuerzos (T351, T451, T651, T7351, T7651, y T851), las características y propiedades fuera de las especificadas pueden diferir en algo de las características correspondientes y propiedades del material en el temple básico.

<sup>F</sup> Material temple T42, T62 y T72 no está disponible por el fabricante del material.

<sup>G</sup> La prueba de las propiedades en tensión en el temple F no se requiere.

<sup>H</sup> El espécimen de prueba de tensión de las placas sobre 12.5 mm de espesor se maquina desde el núcleo y no incluye cubrimiento.

<sup>I</sup> El temple T72 es aplicable sólo a las láminas de aleaciones 2024 y Alclad 2024 de solución y tratadas con calor y envejecida artificialmente por el usuario para desarrollar incrementos en la resistencia al agrietamiento por esfuerzo de corrosión.

<sup>J</sup> El uso de las aleaciones 2219 y Alclad 2219 en los temple T31, T351, y T37 para productos finalizados no se recomienda.

<sup>K</sup> Las propiedades para este espesor aplican sólo al temple T651.

Cuadro D.58			
Criterio de aceptación del lote con respecto a la presión de corrosión y la corrosión de exfoliación			
Aleaciones y Temple	Criterio de Aceptación del lote		Estado de Aceptación del Lote
	Conductividad Eléctrica <sup>A</sup>	Nivel de propiedades Mecánicas	
	% IACS		
7075-T73 y T7351	40 ó más	por requisitos especificados	aceptable
	38 a 39.9	por requisitos especificados y esfuerzo de fluencia no exceda el mínimo por más de 82 MPa	aceptable
	38 a 39.9	Por requisitos especificados pero el esfuerzo de fluencia excede el mínimo por más de 82 MPa	inaceptable <sup>B</sup>
	38 ó menos	cualquier nivel	inaceptable <sup>B</sup>
7075-T76 y T7651, Alclad 7075-T76 y T7651 y 7008 Alclad 7075-T76 y T7651	38 ó más	por requisitos especificados	aceptable
	36 a 37.9	por requisitos especificados	inaceptable <sup>B</sup>
	menos de 36	cualquier nivel	inaceptable <sup>B</sup>
7178-T76 y T7651, Alclad 7178-T76 y T7651	38 ó más	por requisitos especificados	aceptable
	35 a 37.9	por requisitos especificados	inaceptable <sup>B</sup>
	menos de 35	cualquier nivel	inaceptable <sup>B</sup>

<sup>A</sup> La conductividad eléctrica se debe determinar de acuerdo al método de prueba E 1004 en los siguientes puntos:

Cuadro D.59		
Detalle de los puntos de la prueba E 1004 a tomar en cuenta para determinar la conductividad eléctrica		
Aleación - Temple	Espesor, mm	Localización
7075-T73 y T7351	todos	superficie de muestra de tensión
7075-T76 y T7651	hasta 2.5	superficie de muestra de tensión
7178-T7651	sobre 2.5	Sub-superficie después de remover de aproximadamente 10% del espesor

Para los productos alclad, el cubrimiento se debe remover y la conductividad eléctrica se determina en el núcleo de la aleación.

<sup>B</sup> Cuando el material resulta inaceptable, se debe reprocesar (tratamiento de precipitación con calor adicional o tratamiento de resolución con calor, disminución de esfuerzos y tratamiento de precipitación con calor, cuando se aplica).



Cuadro D.60 Componentes de los productos de recubrimiento								
Aleación	Componentes de aleación <sup>A</sup>		Espesor total compuesto especificado de lámina o placa terminada, mm		Lados cubiertos	Espesor de cubierta por lado, porcentaje de espesor compuesto		
						Nominal	Promedio <sup>B</sup>	
	Núcleo	Cubierta	Sobre	Hasta			min	max
Alclad 2014	2014	6003		63	ambos	10	8	
			63	10	ambos	75	6	
			10	25	ambos	5	4	
			25		ambos	25	2	
Alclad 2024	2024	1230		16	ambos	5	4	
			16		ambos	25	2	
1.5% Alclad 2024	2024	1230	40		ambos	15	12	3 <sup>C</sup>
Alclad de un lado 2024	2024	1230		16	uno	5	4	
			16		uno	25	2	
1.5% Alclad de un lado 2024	2024	1230	40		uno	15	12	3 <sup>C</sup>
Alclad 2219	2219	7072		10	ambos			
			10	25	ambos	5	4	
			25		ambos	25	2	
Alclad 3003	3003	7072	todos		ambos	5	4	6 <sup>D</sup>
Alclad 3004	3004	7072	todos		ambos	5	4	6 <sup>D</sup>
Alclad 6061	6061	7072	todos		ambos	5	4	6 <sup>D</sup>
Alclad 7075	7075	7072		16	ambos	4	32	
7008 Alclad 7075	7075	7008	16	40	ambos	25	2	
			40		ambos	15	12	3 <sup>C</sup>
Alclad de un lado 7075	7075	7072		16	uno	4	32	
			16	40	uno	25	2	
			40		uno	15	12	3 <sup>C</sup>
Alclad 7178	7178	7072		16	ambos	4	32	
			16	40	ambos	25	2	
			40		ambos	15	12	3 <sup>C</sup>

<sup>A</sup> La composición del recubrimiento es aplicable sólo a la aleación de aluminio unida al lingote de aleación o a el cuadro, al preparar para enrollar hasta el producto compuesto especificado. La composición del recubrimiento se puede alterar

subsecuentemente por difusión entre el núcleo y el recubrimiento debido al tratamiento termal.

<sup>B</sup> espesor promedio por lado como se determina con las medidas promedio del espesor del recubrimiento, cuando se determina de acuerdo al procedimiento especificado en la sección D.12.15.b).

<sup>C</sup> Para espesores sobre 12.5 mm con un espesor de recubrimiento nominal de 1.5%, el espesor promedio máximo del recubrimiento por lado después de enrollarlo hasta el espesor especificado de la placa debe ser 3% del espesor de la placa como se determina con las medidas promedio de espesores de recubrimiento tomadas a una magnificación de 100 diámetros de la sección transversal de una muestra transversal pulida para examinarla con un microscopio metalúrgico.

<sup>D</sup> Aplicable para espesores sobre 12.5 mm.

Cuadro D.61 Límites de discontinuidad ultrasónica para placas <sup>D</sup>				
Aleación	Espesor, mm		Máxima masa por pieza, kg <sup>A</sup>	Clase de Discontinuidad <sup>B</sup>
	Sobre	hasta		
2014 <sup>C</sup>	12538 80	38801 15	1.00010e+11	B
2024 <sup>C</sup>				
2124				A
2219 <sup>C</sup>				
7075 <sup>C</sup>				B
7178 <sup>C</sup>				

<sup>A</sup> La masa máxima es : la masa ordenada de una placa de forma rectangular, o la masa planeada de una placa rectangular antes de remover el metal para producir una forma de una placa a un dibujo.

<sup>B</sup> Los límites de clases de discontinuidades se definen en la sección 11 del método B 594.

<sup>C</sup> También aplica para la placa alclad.

<sup>D</sup> Discontinuidades en exceso de las listadas en este cuadro se deben permitir si se establece que ellas se van a remover con maquinaria, o que ellas están en áreas no críticas.

## **D.12.23 ASTM- Designación B209-92 (ANEXOS)**

### **D.12.23.1 Base para la inclusión de los límites de propiedad**

Los límites se establecen a un nivel en el cual una evaluación estadística de los datos indica que un 99% de la población obtenida de todos los materiales estándares cumplan el límite con una confiabilidad del 95%. Para los productos descritos, los límites de propiedades mecánicas para el rango de tamaño respectivo se basan en el análisis de al menos 100 datos del material de producción estándar con no más de 10 datos de un lote dado. Todas las pruebas se realizan de acuerdo con los métodos ASTM apropiados. Para propósito de información, refiérase a “Los Aspectos Estadísticos para asegurar las propiedades mecánicas” en la sección de materiales relacionados del libro anual de las normas ASTM, Vol 02.02. Los límites de propiedades mecánicas en esta versión del sistema métrico se derivaron de los límites del sistema de pulgada-libra que se desarrollaron bajo los principios aquí expuestos. Al acumularse los datos de prueba de especímenes dimensionados en metros, algunos límites de refinamiento, particularmente para elongaciones medidas en 5D, se pueden anticipar.

### **D.12.23.2 Criterio de aceptación para la inclusión de aleaciones de aluminio en esta especificación**

1) Antes de la aceptación para incluirse en esta especificación, la composición del aluminio trabajado o de la aleación de aluminio se debe registrar de acuerdo con ANSI H35.1. La asociación de aluminio tiene la secretaría del Comité de ANSI H35 y administra los criterios y procedimientos para el registro.

2) Si es documentado que la asociación de aluminio no puede o no registra una composición dada, un procedimiento alternativo y el criterio de aceptación debe ser como sigue:

a) La denominación sometida a inclusión no utiliza el mismo sistema de denominación como se describe en ANSI H35. Una denominación que no esté en conflicto con otros sistemas de denominación o marcas comerciales es aceptable.

b) El aluminio o la aleación de aluminio se ha ofrecido a la venta en cantidades comerciales dentro de los 12 meses anteriores a por lo menos tres usuarios identificables.

c) Los límites de composición química completos se someten.

d) La composición es, a juicio de comité responsable, significativamente diferente de otro aluminio o aleación de aluminio que se encuentre en la especificación.

e) Para el propósito de codificación, un elemento de aleación es un elemento intencionalmente agregado para cualquier propósito diferente del refinamiento de granos y para el cual los límites máximos y mínimos se especifican. Aluminio que no se presente en aleación contiene un mínimo del 99% de aluminio.

f) Los límites estándares para elementos aleados e impurezas se expresan en los siguientes decimales:

<b>Cuadro D.62</b> <b>Número de decimales para expresar los límites estándar para elementos aleados</b>	
Menos que 0.001%	0.000X
0.001 a 0.01%	0.00X
0.01 a 0.1%	
Aluminio no aleado fabricado en un proceso de refinado	0.0XX
Aleaciones y aluminio no aleado que no se fabrica por un proceso de refinación	0.0X
0.1 a 0.55% (es normal expresar los límites de 0.3 a 0.55% como 0.X0 ó 0.X5,)	0.XX
Sobre 0.55% (excepto que los límites combinados de Si + Fe para 99% de aluminio se debe expresar como 0.XX o 1.XX)	0.X, X.X, etc.

g) Límites estándares para elementos de aleaciones e impurezas se expresan en la siguiente secuencia: silicón; hierro; cobre; manganeso; magnesio; cromo; níquel; zinc (nota1); titanio; otros elementos, cada; otros elementos, total; aluminio (nota 2).

Nota 1 -- Elementos especificados adicionalmente teniendo límites se insertan en orden alfabético de sus símbolos químicos entre zinc y titanio, o como se especifica en las notas de pie de página.

Nota 2 -- Aluminio se especifica como mínimo para aluminio no aleado y como un remanente para aleaciones de aluminio.

### D.12.24 ASTM-Designación B209-92 (Apéndice: Equivalentes ISO de aleaciones y temple ANSI)

Los estándares internacionales equivalentes a las aleaciones y temple ANSI que se muestran en los cuadros D.63 y D.64 se incluyen en ISO 209-1, Parte 1, Composición química, y ISO 2107. Los límites de propiedades mecánicas mostrados en ISO 6361-2, Parte 2, Propiedades mecánicas, son similares a B 209 pero no necesariamente idénticos.

Cuadro D.63 Equivalentes ISO de aleaciones en B209			
Aleaciones			
ANSI	ISO	ANSI	ISO
1060	Al 99.5	5050	Al Mg1.5 (C)
1100	Al 99.0 Cu	5082	Al Mg2.5
2014	Al Cu4SiMg	5083	Al Mg4.5Mn0.7
2024	Al Cu4Mg1	5086	Al Mg4
2219	Al Cu6Mn	5154	Al Mg3.5
3003	Al Mn1Cu	5454	Al Mg3Mn
3004	Al Mn1Mg1	5456	Al Mg5Mn1
3005	Al Mn1Mg0.5	6061	Al Mg1SiCu
3105	AlMn0.5Mg0.5	7075	Zn5.5MgCu
5005	Al Mg1 (B)	7178	Al Zn7MgCu

Cuadro D.64 Equivalentes ISO de temple en B209			
Temple			
ANSI	ISO	ANSI	ISO
F	F	T3	TD
H12, H22, H32	O	T4	TB
H14, H24, H34	H1B, H2B, H3B	T6	TF
H14, H24, H34	H1D, H2D, H3D	T7	TM
H16, H26, H36	H1F, H2F, H3F	T8	TH
H18, H28, H38	H1H, H2H, H3H		
H19, H29	H1J, H2J		
H112	M		

## **D.13 Especificación Federal: Pintura, Tráfico (autopista, blanco y amarillo)**

Esta especificación fue aprobada por el Administrador Asistente, Oficina Federal de Servicios y Suplementos, Administración de Servicios Generales, para el uso de todas las Agencias Federales.

### **D.13.1 Alcance y Clasificación**

a) Alcance. Esta especificación cubre la pintura que se puede aplicar a superficies utilizadas para el tránsito, como cemento Portland, concreto, pavimento bituminoso, y superficies planas o vitrificadas de ladrillo en calles, autopistas, puentes, túneles o parqueos.

b) Clasificación

i) Tipos. La pintura debe ser de los siguientes tipos, como se especifica en los contratos y órdenes.

Tipo I - Secado lento

Tipo II - Secado rápido

ii) Color La pintura para tráfico debe suministrarse en dos colores, blanco y amarillo como se especifica. (Ver D.13.4 y D.13.6).

### **D.13.2 Documentos aplicables**

a) Los siguientes documentos, de las ediciones vigentes en la fecha de la invitación a la licitación o la solicitud de la propuesta, forman parte de esta especificación en la extensión especificada aquí.

Especificaciones Federales:

PPP-P-1897 - Pintura, barniz, laca y materiales relacionados. Empaque y demarcación.

TT-B-1325 - Esferas de vidrio Retroreflectivas

Normas Federales:

Método de Prueba Federal Norma No. 141: Pintura, barniz, laca y materiales relacionados; métodos de inspección, muestreo y pruebas.

Norma Federal 595. Colores.

(Entidades fuera del Gobierno Federal pueden obtener copias de esta especificación, normas, y manuales como se indica en la información general en el índice de las especificaciones y normas federales y al precio indicado en el índice. El índice, que incluye suplementos mensuales acumulativos al publicarse, está a la venta con suscripciones por el Superintendente de Documentos, Oficina de Impresión del Gobierno de Estados Unidos, Washington D.C., 20402).

(Copias únicas de esta especificación y otras especificaciones federales requeridas por entidades fuera del gobierno federal para efectos de licitaciones están disponibles sin costo en el Centro de Servicio de Empresas en la Oficina Regional de Administración de Servicios Generales en Boston, New York, Washington D.C., Atlanta, Chicago, Kansas City, MO, Fort Worth, Denver, San Francisco, Los Angeles, y Seattle, WA).

(Entidades del Gobierno Federal pueden obtener copias de las especificaciones federales, normas, y manuales y el índice de las normas y especificaciones federales en puntos de distribución establecidos en sus agencias).

Normas Militares

## MU-STD-105 - Procedimiento de muestreo y cuadros para inspección de atributos

(Copias de especificaciones y normas requeridas por los contratistas en conexión con funciones específicas de adquisición se deben obtener de la actividad contractante o como se dirige por el oficial de contratación).

b) Otras publicaciones. Los siguientes documentos forman parte de esta especificación en la extensión especificada aquí. A menos que una norma específica se identifique, la norma en efecto a la fecha de la invitación a los contratos aplica.

### Normas de la sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM):

D 185 - Prueba para partículas gruesas en pigmentos, pastas y pinturas.  
D 662 - Prueba para la consistencia de pinturas usando un viscosímetro "Stormer"  
D 711 - Tiempo de no recogido de pinturas de tránsito.  
D 869 - Grado evaluador del asentamiento de la pintura.  
D 968 - Prueba de la resistencia de abrasión de capas de pintura, barniz, laca, y materiales relacionados por el método de caída de arena.  
D 969 - Grado de resistencia de la pintura de tránsito al sangrado.  
D 121 - Fineza de dispersión de sistemas de vehículos de pigmentos.  
D 1308 - Efecto de químicos familiares en acabados orgánicos claros y pigmentados  
D 1309 - Propiedades de asentamiento de pintura de tránsito durante el almacenamiento.  
D 1475 - Densidad de pintura, barniz, laca y productos relacionados.  
D 1729 - Evaluación visual de diferencias de color de materiales opacos.  
D 2244 - Evaluación instrumental de las diferencias en color de materiales opacos.  
D 2806 - Poderes cubridores de las pinturas.  
E 97 - Factor de reflejancia direccional, 45 grados, 0 grados, por reflectometría de banda ancha de especímenes opacos.  
E 260 - Procedimientos Generales de cromatografía en gases.  
G 23 - Operación de aparatos de exposición baja (tipo arco de carbón) con o sin agua para la exposición de materiales no metálicos.

(Aplicaciones para copias se deben dirigir a "American Society of Testing Materials, 1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103).

### Regulaciones de contaminación de aire

Reglas 102 y 1113

(Aplicaciones para copias se deben dirigir a "South Coast Air Quality Management District, 9150 Flair Drive, El Monte, CA 91131).

## **D.13.3 Requisitos**

1) General. La pintura para tránsito debe ser previamente preparada para el uso.

2) Ingredientes. El fabricante puede usar cualquier combinación de ingredientes no volátiles mientras la pintura cumpla con todos los requisitos especificados aquí.

Marcas especiales. Cada marca en contenedor unitario y contenedor de embarque debe incluir el peso del compuesto orgánico volátil en gramos por litro y libras por galón de pintura, y debe especificar que la pintura se va a usar sin encogimiento en un ambiente y condiciones de aplicación normales.

3) Requisitos Cuantitativos. La pintura mixta debe cumplir los requisitos especificados en el cuadro D.64 para el tipo apropiado.

<b>Cuadro D.64</b> <b>Requisitos cuantitativos de pinturas mixtas</b>		
	Tipo I	Tipo II
Pigmento, porcentaje por peso		
Blanco	54 mín	57 mín
Amarillo	54 mín	57 mín
Vehículos no volátiles, porcentajes por peso de vehículo	31 mín	41 mín
Agua no combinada, porcentaje por peso de pintura	1.0 max	1.0 max
Partículas gruesas y porcentaje de película por peso de pigmento (retenido en la malla No. 325)	1.0 max	1.0 max
Consistencia, unidades Krebs	70-80	70-80
Peso por galón, libras	1.7 mín	12.0 mín
Tiempo de Secado para no recogerlo, minutos	30 max	5 max
Razón de sangrado	0.90 mín	0.9 mín
Fineza del grano, Hegman	2 mín	2mín
Reflejancia direccional de pinturas blancas, porcentaje	85 mín	85 mín
Opacidad Seca <sup>1</sup>		
Blanca	35 mín	35 mín
Amarillo	0.96 mín	0.96 mín
Resistencia a la abrasión (película horneada), litros de arena		
Blanco	35 mín	35 mín
Amarillo	30 mín	30 mín
Resistencia a la abrasión (películas climatizadas), litros de arena		
Blanco	26 mín	26 mín
Amarillo	23 mín	23 mín

#### 4) Requisitos cualitativos de pintura

a) Color. La pintura blanca debe tener la reflejancia direccional de la luz del día especificada en el cuadro D.64. La pintura amarilla, cuando se prueba como se especifica en el punto 3.d) de la sección D.13.4, no debe ser más que 6.0 CIEL \* d\*b\*unidades diferente que el color 33538 de la norma federal No. 595.



b) Condición del contenedor. La pintura no debe mostrar asentamiento excesivo en un tarro lleno recién abierto, y debe ser fácilmente redispersada con un batidor a un estado homogéneo. La pintura no debe mostrar coágulos, separación de color, protuberancias, despellejamiento.

c) Descascaramiento. La pintura no se debe descascarar dentro de 48 horas en un contenedor lleno, y bien cerrado cuando se prueba como se especifica en el punto 3.g) de la sección D.13.4.

d) Estabilidad de almacenamiento. La pintura debe mostrar un grado mínimo de 6 cuando se prueba como se especifica en el cuadro D.65.

e) Flexibilidad y adhesión. La pintura no debe mostrar grietas, descascaramiento o pérdida de adhesión cuando se prueba como se especifica en el punto 3.e) de la sección D.13.4.

f) Resistencia al agua. La pintura no debe mostrar ablandamiento, ampollas, cambio de color, pérdida de adhesión, o otra evidencia de deterioramiento cuando se prueba como se especifica en el punto 3.f) de la sección D.13.4.

g) Estabilidad de dilución. La pintura diluida debe ser uniforme y no mostrar separación, coágulos, o precipitación después de una reducción en la proporción de ocho partes por volumen del material empaquetado con una parte por volumen del diluyente apropiado.

h) Propiedades rociadoras. La pintura como se recibe, o diluida no más a lo especificado en el punto g), debe tener propiedades rociadoras satisfactorias cuando se aplica (y sostenida en una posición horizontal) a superficies de aluminio en un espesor de película mojada de aproximadamente 381  $\mu$ m.

i) Apariencia. La película rociada se debe secar a una condición uniforme, libre de asperezas, arenas, y otras imperfecciones en la superficie.

Apariencia después de clima acelerado. Los paneles preparados y climatizados en el párrafo 3.c) de la sección D.13.4. se deben evaluar antes de la prueba de abrasión de apariencia y cambio de color. La pintura blanca no debe mostrar más de una pequeña decoloración. La pintura amarilla debe estar dentro de los límites especificados en el punto a).

5) Datos de seguridad del material. Una hoja de datos de seguridad del material se debe preparar para la pintura por el fabricante de acuerdo a la norma federal No. 313 y se debe remitir a la oficina de contratación (ver D.13.6).

## **D.13.4 Provisiones de control de calidad**

1) Responsabilidad por inspección. A menos que se especifique en el contrato, el fabricante es responsable del comportamiento de todos los requisitos de inspección como se especifica aquí. Excepto que se especifique de otra manera en el contrato, el fabricante puede usar sus propias o otras facilidades para la inspección de los requisitos especificados aquí, a menos que se desapebe por el gobierno. El gobierno se reserva los derechos de inspeccionar cualquier prueba especificada aquí, cuando se necesite para asegurar que el material cumpla con los requisitos.

### **2) Inspección y pruebas del último elemento**

a) Lote. La pintura se puede agrupar en lotes como se especifica en MIL-STD-105. En MIL-STD-105, las palabras “esencialmente las mismas condiciones” se deben interpretar como una serie del fabricante, que se define como el elemento último de todos los materiales mezclados, o procesados en una misma operación.

b) Inspección del último elemento. Muestreo para examinación visual debe estar de acuerdo con STD-105, el nivel de inspección debe ser S-4 con un nivel aceptable de calidad de 2.5 por ciento

c) Muestreo del último elemento. Para el propósito de muestreos, el lote debe expresarse en unidades de galones. Muestras de lotes se deben tomar de acuerdo con MIL-STD-106 utilizando el nivel de inspección S-2 y un nivel aceptable de calidad de 2.5.

d) Inspección de preparación para reparto. Una examinación debe hacerse para determinar que el empaque, y marca del último elemento cumpla con el requisito aplicable de la sección D.13.5. La unidad de muestra debe ser un contenedor de embarque completo. El muestreo debe ser de acuerdo con MIL-STD-105. El nivel de inspección debe ser S-2, y el nivel de calidad aceptable debe ser 4, expresado en porcentaje defectivo.

### 3) Procedimiento de prueba

a) Las pruebas indicadas en el cuadro D.65 se deben conducir de acuerdo con el método de prueba federal STD. No. 14 o el método ASTM indicado. A menos que se especifique de otra manera, todas las pruebas se deben conducir en condiciones normales que son  $23 \pm 7^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa de  $50 \pm 1$  por ciento. Todos los reportes de pruebas deben contener los valores individuales utilizados en expresar los resultados finales. Si se falla en pasar alguna prueba o el no cumplimiento con algún requisito, debe ser causa de rechazo de la muestra.

Cuadro D.65 Ensayos de prueba			
Características	Método de Prueba Federal No. 141 o método ASTM	Sección de los requisitos expuestos en esta especificación	Sección de esta especificación con referencias adicionales
Solvente	ASTM E 260	D.13.3.b)	
Porcentaje de pigmento	4021	Cuadro D.64	
Vehículo no volátil	4051	Cuadro D.64	
Agua no combinada	4081	Cuadro D.64	
Partículas gruesas	ASTM D 185	Cuadro D.64	
Consistencia	ASTM D 562	Cuadro D.64	
Peso por galón	ASTM D 1475	Cuadro D.64	
Tiempo de secado	ASTM D 711	Cuadro D.64	
Razón de sangrado	ASTM D 969	Cuadro D.64	D.13.4.3.b)
Fineza del triturado	ASTM D 1210	Cuadro D.64	
Reflejancia direccional	ASTM E 97	Cuadro D.64	
Secado	ASTM D 2805	Cuadro D.64	
Resistencia a la abrasión	ASTM D 968	Cuadro D.64	D.13.4.3.c)
Color	ASTM D 2244	D.13.3.4.a)	D.13.4.3.d)
Condición en el contenedor	3011	D.13.3.4.b)	
Descascaramiento	3021	D.13.3.4.c)	D.13.4.3.g)
Estabilidad de almacenamiento	ASTM D 1309	D.13.3.4.d)	
Flexibilidad y adhesión	6221	D.13.3.4.e)	D.13.4.3.f)
Resistencia al agua	ASTM D 1308	D.13.3.4.f)	D.13.4.3.f)
Estabilidad de dilución	4203	D.13.3.4.g)	
Propiedades de Rociador	2131, 4331	D.13.3.4.h)	
Apariencia	3011	D.13.3.4.i)	

b) Razón de sangrado. La razón de sangrado debe de determinarse de acuerdo con ASTM D 969, excepto como se especifica abajo.

i) Preparación del panel. El panel debe de ser 127 x 254 mm (5 x 10 pulg) cortado a por lo menos 6 pulgadas del borde de un rollo estándar de 6.8kg (15 lb) de fieltro de asfalto saturado. La superficie no sangradas de 127 x 127 mm (5 x 5 pulg) se debe fijar en un borde del panel. (La resistencia de la cinta al solvente de la pintura se puede usar). La pintura

mojada se debe aplicar a la superficie de no sangrado y dibujado en el panel con un aplicador de películas para obtener un espesor de película mojada de  $381 \pm 2$  mm. Permita que la pintura se seque en una posición horizontal por 48 horas.

ii) Determinación de la razón de sangrado. Inmediatamente después del periodo de sangrado, determine la reflectancia de acuerdo con ASTM E97. Divida el promedio de tres lecturas de reflectividad de la pintura sobre la superficie de sangrado por el promedio de tres lecturas de reflectancia de la pintura sobre la superficie de no sangrado para determinar la razón de sangrado.

c) Resistencia a la abrasión. Prepare dos paneles de vidrio por un método de disminución del nivel de agua a una película seca de espesor de  $79 \pm 2$  mm. El espesor de la película de secado se debe determinar 24 horas después de la disminución del nivel de agua. Someta los paneles a la prueba de abrasión de acuerdo con ASTM D 968, excepto si el diámetro interior del tubo guía de metal debe ser 18.97 a 19.06 mm. Dos litros de arena no usada se debe usar para cada uno de las tres corridas de prueba por panel.

i) Película horneada. Seque al aire uno de los paneles preparados en el punto 3.c) de la sección D.13.4 por 48 horas. Someta el panel a un clima acelerado de acuerdo con ASTM G23 usando el aparato tipo D por 300 horas. Remueva el panel y condicione a temperatura ambiente por 24 horas. Examine para el cumplimiento del punto 4.i) de la sección D.13.3, luego corra la prueba de abrasión, y evalúe el cumplimiento con el cuadro D.64.

d) Color. Use los paneles, preparados para la prueba de la resistencia a la abrasión. Determine la diferencia de color de la pintura amarilla antes y después del clima, de acuerdo con el método ASTM D 2244.

e) Flexibilidad y adhesión. Determine la flexibilidad y adhesión de acuerdo con el método 6221 de la norma Federal de Métodos de Prueba No. 141. Aplique un espesor de película mojada de  $127 \pm 2$  mm con un aplicador de película a un panel de lata de 76 x 127 mm, que ha sido limpiado con solvente. Seque la película de pintura en posición horizontal por 18 horas, luego cocine en un horno a  $50^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  por 2 horas, enfríelo a temperatura ambiente por al menos media hora, ligado uniformemente a una varilla de 6.4 mm de diámetro, o examine que cumpla con el punto 4 e) de la sección D.13.3.

f) Resistencia al agua. Aplique una película mojada de  $381 \pm 2$  mm de espesor con un aplicador de películas a una placa limpia de vidrio. Déjelo secarse en una posición horizontal a temperatura ambiente por 72 horas. Inmersa la mitad de una placa contaminada en agua destilada a temperatura ambiente por 18 horas como se especifica en ASTM D 1308, permita que se seque al aire por dos horas, y examine como se especifica en el punto 4 f) de la sección D.13.3.

g) Descascaramiento. Coloque 188 ml de pintura en un contenedor de 250 ml, sellado, y pruebe de acuerdo con el método 3021 de la Norma de Métodos de Prueba Federales No. 141. Después de 48 horas examine el cumplimiento con el punto 4.c) de la sección D.13.3.

### **D.13.5 Preparación para la entrega**

a) Empaquetado, y marcación. La pintura se debe empaquetar y marcar de acuerdo con PPP-P-1892. El nivel de empaquetamiento debe ser A o C, y el nivel de empaque debe ser A, B, o C, como se especifica (ver D.13.6.2). La pintura debe ser de tarros de metal de un galón, cinco galones de acero, o 30 galones como se especifica (ver D.13.6.2).

## D.13.6 Notas

### 1) Intención de uso

i) Todos los tipos. Estas pinturas se pretenden para el uso en concreto, bituminoso, ladrillo, superficies de piedra de autopistas, puentes, tuneles, calles, parqueos cuando se aplica un espesor de película mojada de 381 mm por medio de equipo convencional de tiras de tránsito. Las tiras de tránsito se deben preferiblemente reflectorizar para la visibilidad nocturna adicionando esferas de vidrio que cumplan con TT-B-1325 antes de que la película de pintura se seque, usando el método de dejar caer. Las esferas de vidrio se deben dispersar a una razón de 2.7 kilogramos por galon de pintura.

ii) Tipos específicos. El tipo de pintura que escoje el comprador depende de los requisitos de tiempo de secado.

2) Datos para ordenar. Los compradores debe seleccionar las opciones preferidas de lo permitido aquí, y se debe incluir la siguiente información en los documentos:

- a) Título, número, y fecha de esta especificación.
- b) Tipo y color de la pintura requerida (ver la clasificación de la sección D.13.1).
- c) Nivel de empaquetado y empaque (ver D.13.5.a).
- d) Tamaño del contenedor (ver D.13.5.a).
- e) Una hoja de los datos de seguridad del material se debe preparar (ver D.13.3.5).

3) Base de compra. La pintura se debe comprar en volumen, la unidad siendo un galon (3.785 litros) a 15.5°C.