



Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales

Tesis Profesional que, para obtener el título de Diseñador Industrial, presenta:

Sayabil Pactli Enrique Alarcón Herrera

Con la dirección de:

M.D.I. Mauricio Moyssén Chávez

y la asesoría de:

Dr. Carlos Daniel Soto Curiel

M. en I. Serafín Castañeda Cedeño

D.I. Héctor López Aguado Aguilar

D.I. Marta Ruiz García

2015

Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de mi autoría y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra institución educativa y autorizo a la UNAM para que publique este documento por los medios que juzgue pertinentes.

Ciudad Universitaria, D. F.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Formato EP01



EP01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.

Coordinación de Exámenes Profesionales
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE **ALARCON HERRERA SAYABIL PACTU ENRIQUE** No. DE CUENTA **304303120**

NOMBRE TESIS **SISTEMA DE APOYO PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN CRUCES
PEATONALES.**

OPCIÓN DE TITULACIÓN **TESIS Y EXAMEN PROFESIONAL**

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de LA TESIS, cumple con los requisitos de este
Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día de de a las hrs.

Para obtener el título de **DISEÑADOR INDUSTRIAL**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 07 de octubre de 2014

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE M.D.I. MAURICIO MOYSEN CHAVEZ	
VOCAL DR. CARLOS DANIEL SOTO CUIEL	
SECRETARIO M. EN I. SERAFIN CASTANEDA CEDENO	
PRIMER SUPLENTE D.I. HECTOR LOPEZ AGUADO AGUILAR	
SEGUNDO SUPLENTE D.I. MARTA RUIZ GARCIA	

ARQ. MARCOS MAZARI HIRIART
Vo. Bo. del Director de la Facultad

Agradecimientos

Agradezco profundamente el apoyo incondicional de mis padres y mi hermana, quienes me ofrecieron mil veces su ayuda al ver los desvelos por los que pasaba y las largas horas frente a la computadora. Chel, no sabes cuánto te agradezco y lo feliz que me hacía el que me subieras a Nalú para que me saludara cada que llegabas a casa, mil mil gracias :'). A mi osita que siempre me recordaba de la mejor manera que tenía que comer, llamándome a la mesa con un delicioso platillo y encima de todo hacer algunos de mis deberes; por estar siempre al pendiente si necesitaba algo de cualquier cosa que fuera; por sus observaciones y conocimientos que me ayudaron a estructurar y entender mejor cómo organizar este documento; por eso y más mil gracias madre. A mi Pa por siempre querer aportar algo para el mejor diseño y funcionamiento de mi proyecto, por esas grandes ideas y creatividad que tiene que siempre he dicho que de haber estudiado diseño industrial o arquitectura habría sido de los mejores; por interesarse siempre más allá no sólo en esta tesis, sino en todos y cada uno de los proyectos que tuve en la carrera; por todos los fines de semana que no pude estar con él y con ellos aún estando en su bella y tan cuidada casa. A los dos muchísimas gracias por su gran apoyo, porras y paciencia... los amo.

A todos y cada uno de los maestros del CIDI que contribuyen día a día a formar profesionistas de gran nivel. A Mauricio Moyssén, director de esta tesis y gran persona quien escuchó y aportó en gran medida sus conocimientos, pero sobre todo por confiar en el

proyecto y darme ánimos para concluirlo. A Carlos Soto, Marta Ruíz y Héctor Lopez Aguado por todas y cada una de sus observaciones, recomendaciones y asesorías, llenas de experiencia, pasión por el diseño y que fueron poco a poco dando forma a este proyecto desde antes que comenzara siquiera a pensarse.

Agradezco especialmente al Ingeniero Serafín Castañeda que sin su ayuda este proyecto no habría podido desarrollarse, además de que me brindó su apoyo desde el primer día que dí con él de entre tantos profesores de la Facultad de Ingeniería y me dió junto con sus estudiantes, opciones tecnológicas que me abrieron la mente, el interés y la satisfacción de ver personas tan apasionadas por su disciplina, tanto así que me llegué a sentir como paciente de Dr. House que junto con sus colegas me daban opciones de como atacar la enfermedad o en este caso, el problema tecnológico.

Gracias también a todos los que se interesaron por saber si el fin de este documento había llegado, y que hoy con mucho gusto puedo responder afirmativamente.

Y por último te agradezco a ti, por tu paciencia, comprensión, apoyo, acarreo, regaños, burlas, sátiras y chistes, por haber estado y haber surgido en este tiempo que quizá de otro modo no hubiera sido y fue más que hermoso... fue sublime. Gracias Danae... Mi tiburoncita de mi corazón.

(^^^)

Contenido

Ficha Técnica	8
---------------	---

Capítulo I

Accidentes de tránsito

Infografía 1	12
Explicación a la infografía 1	13
1.1.- Problemáticas en la movilidad	16
1.2.- Impacto de la movilidad	18
Infografía 2	20
Explicación a la infografía 2	21
1.3- Accidentes de tránsito	21
1.4.- Consecuencias de los accidentes de tránsito	25

Capítulo II

Diseño y seguridad vial

2.1.- Seguridad vial	30
2.2.- Sistemas de transporte inteligentes	31
Tecnología ITS intrusiva	31
Tecnología ITS no intrusiva	33
2.3.- Elementos de diseño industrial presentes en la seguridad vial	36
2.3.1.- Usuarios	36
2.3.2.- Infraestructura	38
2.3.3.- Vehículos	42

Capítulo III

Problemática del peatón

3.1.- Efecto Barrera	47
3.2.- Accidentalidad peatonal	48
3.2.1.- Etapas del atropellamiento	51
3.2.2.- Matriz de Haddon	52
3.3.- Investigación peatonal in situ	54
3.3.1.- Observación	54
3.3.2.- Contacto	72
3.3.3.- Conclusiones	76

Capítulo IV

Propuesta de diseño

4.1.- Fundamento	81
4.2.- Perfil de Diseño de Producto	82
4.3.- Argumentación Económica	87
4.4.- Conceptos Iniciales	89
4.5.- Propuesta Final	101
4.5.1.- Aspectos Generales	106
4.5.2.- Factores de mercado	107
4.5.3.- Usuarios	107
4.5.4.- Volumen de la demanda	118
4.5.5.- Requerimientos Fotométricos del Sistema de Circuitos Led	112
4.5.6.- Requisitos Eléctricos y Funcionales	114

4.5.7.- Selección de Leds	115
4.5.8.- Selección de Sensores	135
4.5.9.- Soportes Isquiáticos	139
4.5.10.- Poste de Advertencia	171
4.5.11.- Vialitas Luminosas	175
4.5.12.- Bancos para Camellones	181
4.5.13.- Vallas Peatonales	191
4.5.14.- Propuesta de instalación	201
4.6.- Sobre la Producción	212
4.7.- Costos	216
Conclusiones	225
Referencias documentales	226
Planos	229

Ficha Técnica

Los accidentes de tránsito representan un grave problema de salud pública mundial que no sólo dejan pérdidas económicas a los particulares involucrados y al Estado, sino que también afectan fuertemente la integridad física y psicológica de quien lo vive, dando un giro a su vida en tan sólo unos instantes.

Este tipo de accidentes ocupan el primer lugar de muertes por causa externa a nivel mundial, siendo los peatones el agente más vulnerable debido a su composición física inserta en un ambiente incómodo diseñado y favorecido para el sector automotor.

Esta tesis tiene por objetivo crear, a través del diseño industrial, un ambiente más justo y seguro que tome en cuenta los movimientos y necesidades del peatón, con el fin de reducir los accidentes de tránsito por atropellamiento.

Para ello se realizó una investigación en donde se observaron y registraron los hábitos de las personas en distintos puntos del espacio urbano de la Ciudad de México con alta concentración peatonal y frecuencia de accidentes como son: paradas de autobús, aceras, camellones y cruces peatonales, misma que continuó con entrevistas a peatones reforzando las observaciones obtenidas en la primera etapa.

Con esto se desarrolló un sistema de elementos de mobiliario urbano y seguridad vial que atacaron mediante señales de advertencia, descanso, delimitación y direccionamiento, las acciones que realizan los peatones y hacen poner en riesgo su vida.

Para ello se acudió a la Facultad de Ingeniería para determinar, investigar y desarrollar un sistema sincronizado con tecnología de sensores de tránsito que brinde, tanto a peatones como conductores, información a través de señales luminosas que les permitan saber la presencia de ambos, y dar con ello segundos de reacción muy valiosos para evitar el accidente.

Se buscó también impactar en el estado fisiológico y emocional del peatón mediante los muebles de descanso, reduciendo el estrés provocado por los factores psicosociales, a su vez cambiando la percepción del tiempo de espera antes de cruzar una avenida, con el objetivo de evitar que el peatón desespere y busque cruzar la avenida cuando aún no es su turno.

En cuanto a la configuración formal se buscó la unificación del sistema a través de un mismo concepto con geometrías, materiales y colores similares para ser identificados claramente como una familia de elementos con un mismo objetivo: proteger al peatón.



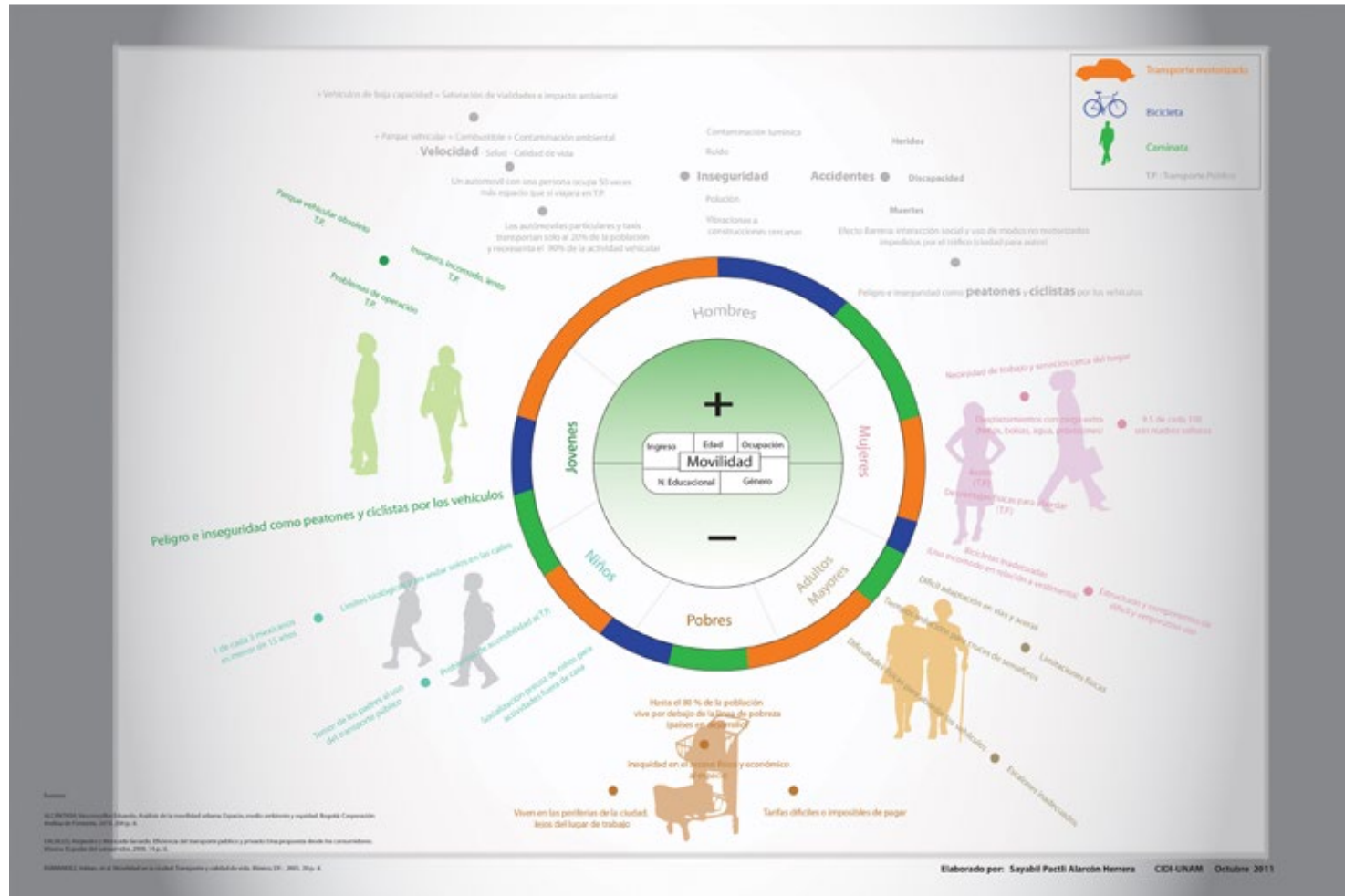
Capítulo I

Accidentes de tránsito

Introducción

Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales

Infografía 1. Lo concurrente para analizar la problemática de la movilidad



Método de Diseño Estratégico Social, Dr. Luis Alexander Bermúdez Cristancho
Pensamiento de Diseño Estratégico, CIDI-UNAM Agosto/Octubre 2011

Introducción

Una de las necesidades fundamentales del ser humano es el trasladarse, y con ello es necesario un sistema que satisfaga tanto los desplazamientos de las personas como el transporte de sus bienes.

Los sistemas de transporte influyen poderosamente en el desarrollo humano y de la sociedad debido principalmente a los siguientes factores:

- El sistema político y económico: Se trata de un sistema político de república federativa con una economía capitalista. Dentro de estos dos factores, la propiedad privada de la tierra urbana se vuelve un elemento clave y determinante en cómo una ciudad se construye, no sólo para vivienda, si no también para el desarrollo de actividades económicas.
- El Estado: Afecta a través de las acciones provenientes de las decisiones de sus diferentes sectores, como educación, justicia, salud, desarrollo urbano, transporte público y tránsito.
- El sector privado: Afecta a través de intereses de capital, de mercado y de servicios.
- Los ciudadanos: Son personas con necesidades e intereses específicos, independientes o asociadas a algún tipo de organización.
- Los sistemas de transporte y tránsito: Condicionan las decisiones de las personas para el uso de la ciudad mediante su infraestructura y oferta de servicios.
- Los procesos migratorios: Impactan fuertemente el desarrollo urbano, no solo al aumentar o disminuir la población de una ciudad, sino también por las diferencias sociales, políticas y económicas que existen entre los países, y más aún, si estos procesos migratorios se llevan a cabo de un país en desarrollo a uno desarrollado.
- El valor de la tierra: Este factor condiciona fuertemente la distribución de la población en la ciudad, así como sus actividades. Lo que ocurre generalmente es que la población de escasos recursos se ubica en los puntos más alejados del centro de la ciudad, que es donde se encuentran todos los servicios públicos y oportunidades de empleo.
- La economía: Afecta principalmente por la cantidad y el nivel de empleo de la ciudad, el ingreso promedio de las personas y la apertura de nuevos negocios y centros de trabajo.

Introducción

Todos estos elementos actúan conjuntamente creando el espacio urbano de cada ciudad, influyendo en el ordenamiento y la utilización de los sistemas de transporte y tránsito.

Así como estos factores afectan el ordenamiento urbano, también es común que las ciudades sean reorganizadas mediante la oferta de transporte. Por ejemplo, en Estados Unidos, ciudades como Los Ángeles fueron reorganizadas en grandes sistemas viales a partir de 1920 con la inclusión dominante del automóvil.

Esta reorganización se está llevando acabo hoy en día en países en desarrollo como es el caso de México, en donde los medios de transporte motorizados son los más importantes para la movilidad, utilizando y adaptando gran parte del espacio público para su funcionamiento.

La movilidad en países pobres como Bangladesh, Zambia o Bolivia, se da a través de medios no motorizados de transporte, siendo la caminata o el uso de la bicicleta sus principales medios para transportarse.¹

El desarrollo urbano ha influenciado de manera significativa e impactado las condiciones de movilidad de las personas. La ubicación y movilidad de las personas se ve ampliamente relacionada con la necesidad de trabajo, de educación y de ocio, estableciéndose generalmente, las personas

de bajos ingresos en las regiones periféricas, de la ciudad¹, por lo que una gran cantidad de personas se ven obligadas a recorrer grandes distancias para llegar a sus centros de trabajo o establecimientos de servicios públicos.

Los principales factores que interfieren en la movilidad de las personas son:

- Ingreso
- Edad
- Género
- Estructura familiar

Ingreso

En cualquier sociedad, la movilidad aumenta conforme aumenta el ingreso, esto quiere decir que las personas con ingresos altos se desplazan más con respecto a los pobres, llegando a ser la diferencia de hasta 4 veces.

El ingreso está también relacionado con el modo de transporte. Las personas con bajos ingresos se desplazan mediante caminata, bicicleta o transporte público, mientras que las personas con altos ingresos utilizan más los medios motorizados privados.

Introducción

Edad

La movilidad se ve relacionada con la edad a través de las tareas atribuidas por la sociedad. Por ejemplo, la movilidad infantil se da de su lugar de residencia hacia la escuela y también a los lugares donde realizan actividades recreativas, por ello se les considera individuos muy móviles, sin embargo, las personas en edad productiva, la cuál comprende el rango de edad de 20 a los 50 años son los individuos que por sus actividades laborales, se desplazan más. Las personas con menor movilidad son los niños en edad preescolar y los jubilados.¹

Género

Las diferencias de movilidad entre hombres y mujeres se ven relacionadas con las divisiones de las tareas dentro del hogar. Aunque hoy en día las actividades de la mujer no se limitan a labores domésticas, todavía en muchas familias las actividades externas al hogar son atribuidas a los hombres, por eso mismo ellos resultan tener una mayor movilidad. Como resultado de esto las mujeres suelen caminar más que los hombres dentro de su localidad y usar menos el transporte motorizado.

Cuadro 2. Movilidad y género, varias ciudades

Ciudad	Viajes/día	
	Hombres	Mujeres
Nueva Delhi, India ¹ (1990)	1,13	1,08
Bamako, Mali ²	3,70	2,40
São Paulo, Brasil ³ (2007)	2,07	1,85

Notas: ¹Sharma y Gupta, 1998; ²Díaz Olvera et al., 1997; ³CMSP, 2009.

Fuente: CMSP, 2009.

También existen factores religiosos y culturales en distintas sociedades que afectan la movilidad entre los géneros, por ejemplo en algunas sociedades africanas, las bicicletas no son consideradas una forma de transporte adecuado para las mujeres, debido al tipo de exposición física que implica.¹

Estructura familiar

La forma en cómo esta compuesta una familia, afecta la movilidad de cada miembro de ella, ya que se manifiestan todos los factores anteriores, y la cantidad de los integrantes define también, de manera dependiente y mutua, cómo serán y en qué momento, los desplazamientos de cada uno de ellos, dependiendo de sus actividades, con tal de que resulte beneficioso para todos. Estas actividades van cambiando conforme el ciclo de vida familiar evoluciona, las cuales son determinadas por las necesidades de salud, trabajo y educación, principalmente, haciendo que el tamaño de la familia se reduzca o expanda.

Introducción

1.1.- Problemáticas en la movilidad

La movilidad de las personas, es una actividad compleja que necesita de un sistema de transporte y gestión con un orden global. Sin embargo, este sistema ocasiona problemas debido a su desigual distribución en el espacio urbano, que es en dónde se realiza la movilidad de los individuos. Estos problemas afectan a varios tipos de individuos, que a continuación se describen.

Peatones y ciclistas

En la mayoría de las ciudades en desarrollo como la Ciudad de México, el entorno para peatones y ciclistas resulta ser muy inseguro, debido en parte a factores de carácter físico como banquetas que no cumplen con los lineamientos de seguridad internacionales, cruceros peligrosos por falta de visibilidad o infraestructura en mal estado, rutas seguras para ciclistas; así como a factores humanos psicosociales y culturales como la pobre educación vial de los conductores, la violación de las normas de tránsito y las altas velocidades de los automóviles y del transporte público.³

Población de bajos recursos

En México, como en todo país en desarrollo, el 80% de la población se encuentra debajo de la línea de pobreza.

Los principales problemas de transporte a los que se enfrenta éste sector, están relacionados principalmente con la inequidad en el acceso físico y económico al espacio. Éste sector vive principalmente en las áreas periféricas a las ciudades ubicadas lejos del lugar de trabajo, así como también del equipamiento público como escuelas y centros de salud, y además de la distancia, todavía deben adaptarse a un espacio diseñado para automóviles.

La imposición de tarifas difíciles de pagar de transporte público o el tener que dar mantenimiento constante a sus vehículos, que por lo general son muy contaminantes por ser modelos viejos, también influyen en su movilidad.

Niños y Adolescentes

Este grupo representa hasta el 50% de la población en la mayoría de los países y los principales problemas de movilidad a los que se enfrenta este sector son los mismos de los peatones y ciclistas, sumándole a esto los límites biológicos para andar solos en las calles y a la preocupación de los padres por ello. También existen diferencias de género en este rango de edad, ya que las actividades, en su mayoría de socialización, que realizan los niños fuera de sus casas, es mayor a la de las niñas, debido principalmente a factores culturales y de seguridad que los padres transmiten.

Introducción

Mujeres

Las mujeres son las que sufren más los problemas de los peatones, debido a que ellas suelen caminar más. Estos problemas se ven aumentados si se toma en cuenta que también suelen llevar consigo cargas extras como bultos, bolsas, víveres, o niños cargando o de la mano, factores que no son bien considerados en el sistema de transporte.

También sufren de dificultades para ingresar al transporte público, cuando este está lleno de pasajeros, debido a las desventajas físicas frente a los hombres, además del peligro de acoso sexual en estos medios de transporte.

Las bicicletas también forman parte de su problema de movilidad, ya que la mayoría de los modelos están diseñados para los hombres. La estructura y componentes de la bicicleta hacen que su uso por parte de las mujeres sea difícil y muchas veces hasta vergonzoso, debido a la relación del tamaño de la bicicleta y la estatura promedio de las mujeres, además de lo difícil que les resulta su uso con vestidos o faldas.¹

Adultos mayores

Los adultos mayores suelen usar más el transporte público y la caminata como medio de transporte, y al igual que las mujeres, ellos tienen problemas al

entrar a los vehículos llenos de pasajeros debido a sus condiciones físicas, si se trata de vehículos de ascenso a nivel de piso, como es el caso del metro o metrobús, en la Ciudad de México, o también si se trata de vehículos con ascenso a desnivel como los camiones y microbuses, tienen problemas físicos al subir los escalones para abordarlos.

Los problemas como peatón se ven aumentados de igual manera por sus limitaciones físicas que dificultan su recorrido por las calles, y dificultándolo aún más las malas condiciones de las calles con obstáculos físicos que deben de librar, como el concreto fracturado de las banquetas, estancamiento de agua pluvial en ellas, o restos de lo que alguna vez fue parte de la instalación de mobiliario urbano. Un gran problema que tienen es el tiempo de los semáforos en los cruces de las calles, ya que resultan muy cortos para garantizarles un desplazamiento seguro y cómodo.¹

Discapacidad física

Las personas con discapacidad son el grupo más perjudicado y los que menos movilidad tienen. En los países desarrollados se garantiza sus necesidades básicas de desplazamiento, sin embargo en países en desarrollo es raro observar algún tipo de apoyo hacia ellos ya que no existe la suficiente infraestructura que permita

Introducción

su adecuada inclusión y tránsito en el espacio público.

1.2.- Impacto de la movilidad

La movilidad de las personas tiene consecuencias para quienes habitan en el mismo ambiente e involucra el consumo de recursos materiales como inmateriales para que se lleve a cabo.

El recurso inmaterial más importante para todas las personas, es el tiempo, y la disminución del consumo de éste al mínimo para los desplazamientos, debe ser el objetivo principal del sistema de tránsito, y el que buscan en general las personas para que se pueda utilizar también en otras actividades. Sin embargo, en la Ciudad de México, este recurso es altamente utilizado para los desplazamientos diarios, invirtiendo las personas más del promedio que otras ciudades de América Latina. En el Distrito Federal se invierten 1.46 horas diarias en tiempos de desplazamiento contra el promedio de 1.1 horas en otros países de América Latina, convirtiéndose así en la Ciudad con mayor tiempo perdido para la movilidad de las personas.¹⁸

La movilidad requiere de un gran espacio para que se pueda llevar a cabo, siendo éste, otro recurso importante que el gobierno gestiona y proporciona a la sociedad a través de infraestructura, cuyos

costos son pagados por ella misma mediante la recaudación de impuestos. Además de este gasto, otro factor que impacta los recursos financieros de las personas son las tarifas propias del transporte público o el costo del vehículo propio y su mantenimiento.

La energía es indispensable para el funcionamiento de los vehículos que permiten la movilidad, ya sean vehículos motorizados o electrificados. Este recurso afecta la movilidad de las personas nuevamente en cuestión económica ya que proviene de energías no renovables y que en muchos de los países como el nuestro su costo se eleva cada mes.

La movilidad, así como otras actividades que son parte para el desarrollo económico de las sociedades, impacta fuertemente al medio ambiente, ya que se consumen grandes cantidades de materiales para la construcción tanto de los vehículos como de la infraestructura. Al mismo tiempo causa un gran impacto el desecho de estos materiales cuando termina su ciclo de vida útil.

Finalmente se encuentran los impactos causados por personas a personas. Entre estos se encuentran el ruido, la contaminación del aire, los accidentes de tránsito, la congestión vehicular, y el “efecto barrera” el cual se caracteriza por el perjuicio a la vida y derechos de los peatones y

Introducción

ciclistas¹, este efecto es provocado por el tráfico vehicular y la mala planeación de las ciudades que fomentan el uso excesivo de los automóviles.

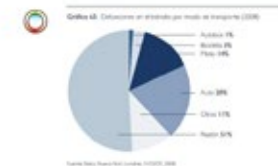
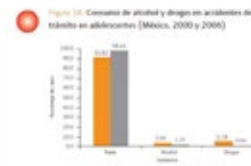
La base del transporte público en la Ciudad de México es el transporte de superficie, siendo los autos particulares los que ocupan la mayor cantidad de recursos de espacio e infraestructura, comparitendolo con autobuses, microbuses y combis, todos ellos vehículos de mediana y baja capacidad, lo cual ha provocado que del año 1986 al 2000 haya crecido de un 56% a un 70% el uso de estos tipos de transporte.² En el Distrito Federal existen casi 3 millones de autos particulares y más de 100 mil taxis que juntos solamente transportan al 20% de la población, representando el 90% de la actividad vehicular y son los responsables del 50% de las emisiones totales provenientes del transporte.³ Actualmente, la capital mexicana está optando por incluir camiones de gran capacidad, como es el caso del metrobus, tratando de reducir el espacio de superficie que utilizan los autos particulares y de transporte público.

Como puede observarse, la movilidad de las personas trae consigo numerosas consecuencias a distintas escalas impactando fuertemente los diversos organismos y sociedades que dan forma a una ciudad. A continuación se analizará la consecuencia de la movilidad rectora de este trabajo, la cuál me llevo a desarrollar la propuesta

de diseño industrial debido a los fuertes impactos que dejan al ocurrir: los accidentes de tránsito.

Causa de los accidentes

Causa	Porcentaje
Conducir	98%
Problemas al manejar	1%
Faltos del vehículo	1%
Falta atención al camino	1%



1.- Accidentes de tránsito

1.3- Accidentes de tránsito

La Organización Panamericana de la salud define al accidente, como la cadena de eventos y circunstancias que llevan a la ocurrencia de una lesión no intencional.

Los accidentes de tránsito han ido aumentando hasta convertirse hoy en la primera causa de muerte por causa externa en el mundo.

La transición del transporte motorizado hacia las calles de los países occidentales, ocurrió a finales de la década de los '50, trayendo consigo un gran aumento de colisiones graves, pero no fue sino a principios de la década de los '70, cuando la mortalidad por accidentes viales en países desarrollados, llegó a niveles nunca antes vistos, y fue entonces cuando comenzaron a darle prioridad a la organización vial, haciendo leyes y departamentos de seguridad vial.¹¹

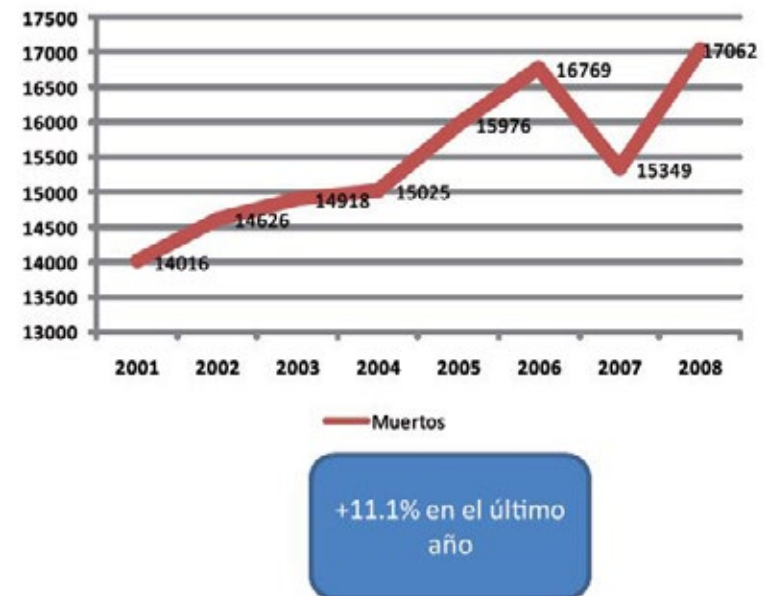


Muertos por accidentes de tránsito en Francia (1960-2002)

Este patrón de la década de los '70 en países desarrollados, se ha repetido en los últimos diez años en los países en desarrollo.

En México, La tasa de crecimiento de la flota vehicular es de 200 mil vehículos particulares al año³, siendo el 2008 el año con más decesos por accidentes viales.

Muertos por accidentes de tránsito



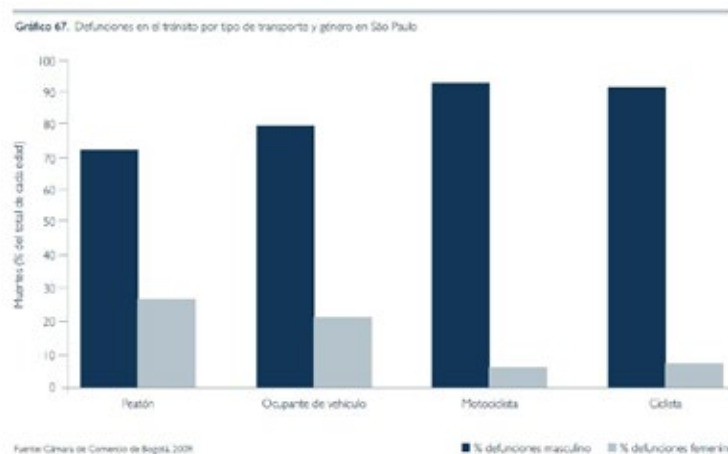
Muertos por accidentes de tránsito en México (2001-2008)

1.- Accidentes de tránsito

Los accidentes de tránsito resultan ser un gran problema de salud pública en todo el mundo. Cada día mueren 3 000 personas a causa de accidentes de tránsito y 50 millones resultan heridas al año.⁴

Los hombres son los más perjudicados en este tipo de accidentes, ya que resultan ser el 73% de las víctimas fatales en el ámbito mundial. En América Latina, las tasas de mortalidad resultan con respecto a las mujeres en una proporción de 1 a 3 o 4, es decir, por cada mujer que muere en accidente de tránsito mueren 3 o 4 hombres.¹

A nivel nacional, según cifras del INEGI, en el año 2008 fallecieron 17 062 personas a causa de accidentes de tránsito de vehículo automotor.⁷



En la zona metropolitana del Valle de México, los accidentes de tránsito ocasionan alrededor de 2,500 decesos cada año.

Para las niñas y niños de entre 5 y 14 años de edad, estos accidentes son la primera causa de muerte y la segunda causa de discapacidad a nivel nacional, además de ser también la segunda causa de orfandad.³⁻⁴

Este problema afecta tanto a países desarrollados como a países en vías de desarrollo, siendo estos últimos más propensos a medida que crece la motorización de sus sociedades, y más aún cuando el ambiente de tránsito y la misma sociedad no están preparados para ello. Aunque las características de los accidentes varían dependiendo de la región del mundo, el factor común entre todas las regiones es el uso del automóvil, siendo este la principal causa de este tipo de accidentes.¹

El 62% de las muertes por accidentes de tránsito ocurre solamente en 10 países, y su distribución se da en un 77% en las zonas urbanas. México, ocupa el séptimo lugar dentro de la lista de esos 10 países con mayor mortalidad en el mundo.⁴⁻⁷

El riesgo de accidente depende de varios factores:

- Agentes Internos
- Agentes Externos
- Tipo de transporte

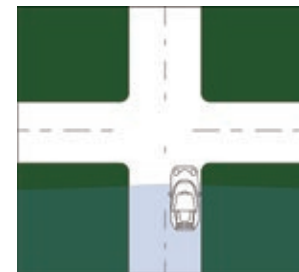
1.- Accidentes de tránsito

Agentes Internos

Estos agentes pertenecen a descuidos propios del conductor del vehículo. Entre estos agentes se encuentran los siguientes:

- Falta de precaución: hay numerosos factores que provocan falta de precaución y por consiguiente accidentes de tránsito. El conducir y al mismo tiempo realizar otras actividades como hablar por teléfono, maquillarse o escuchar música a volúmenes altos, son de las actividades más comunes que provocan distracciones en el conductor.
- No respetar señalamientos: acciones como estacionarse en lugares prohibidos, no hacer caso de las señales de precaución, de los límites de velocidad o de los semáforos, son las más frecuentes para provocar un accidente.
- Conducir en condiciones inadecuadas: el conducir bajo las influencias de sustancias que alteran los sentidos como drogas o alcohol, son factores determinantes que influyen en el comportamiento de las personas y que provocan múltiples accidentes, así como también el conducir cansado o bajo estrés. Según datos de la ENSA 2000, en México el 6.3% de las personas que tuvieron un accidente manifestaron haber ingerido alcohol, mientras que el 5.7% había consumido algún tipo de

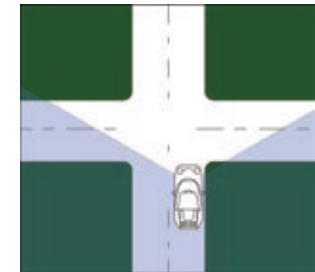
- drogas, por lo que la mayoría de los accidentes (88%), ocurren sin haber ingerido algo.
- Exceso de velocidad: Es proporcional la posibilidad de accidente con el aumento de velocidad, así como la gravedad del mismo. Según datos de la Cruz Roja Mexicana, la capacidad visual se ve disminuida al aumentar la velocidad.



Velocidad: Inmóvil
Ángulo de visión: 180°



Velocidad: 65 km/hr
Ángulo de visión: 72°



Velocidad: 30 Km/hr
Ángulo de visión: 120°



Velocidad: 100 km/hr
Ángulo de visión: 36°

1.- Accidentes de tránsito

En el Distrito Federal, la principal causa de los accidentes de tránsito se debe a estos factores internos causados en un 98% por los conductores de los vehículos.⁷



Agentes Externos

Estos agentes no tienen que ver directamente con acciones que el conductor realiza justo antes del accidente, como en los agentes internos. Los principales agentes externos son:

- Fallas mecánicas: se deben principalmente a malas condiciones del vehículo, dadas por la falta de mantenimiento y revisión, como en las llantas, frenos, aceite, etc.
- Fallas en el camino o infraestructura: esto se puede deber a deslaves en el camino, así como a baches, señalizaciones en mal estado, no entendibles o sin funcionamiento.

- Imprudencia de peatones: no utilizar los puentes peatonales y cruzar en lugares inadecuados, puede resultar fatal no solo para ellos, sino también para los demás conductores.
- Condiciones climatológicas: el reflejo del sol, la neblina, la lluvia y el granizo son factores que aumentan notablemente los accidentes de tránsito al reducir la visibilidad del conductor y cambiar las condiciones de la carretera.

Tipo de transporte

En Europa el uso de la motocicleta es el modo de transporte más riesgoso, ya que posee el mayor número de muertes. Comparado con el uso del tren o metro, el usar motocicleta es 394 veces más peligroso, en segundo lugar se encuentran los peatones, donde ser peatón resulta 183 veces más peligroso, y en tercer lugar se encuentran los ciclistas con un número 154 veces mayor de muertes que las que causa el usar el metro.¹

Cuadro 21. Riesgos en el uso de modos de transporte, Europa

Modo	Muertes/100 millones pasajeros-km	Índices relativos	
		En relación al tren	En relación al autobús
Moto	13,800	394	197
A pie	6,400	183	91
Bicicleta	5,400	154	77
Automóvil	0,700	20	10
Autobús	0,070	2	1
Tren-metro	0,035	1	0,5

Fuente: WHO, 2004. Adaptado por el autor.

1.- Accidentes de tránsito

En América Latina cambia la peligrosidad de los modos de transporte, siendo los peatones los más vulnerables con un 51.7% de muertes en accidentes de tránsito. En segundo sitio se encuentran los ocupantes de automóvil con 19.6% de muertes y en tercer lugar los motociclistas con 14.5%.⁶

Cuadro 24. Muertes en tránsito por modo de transporte, ciudades seleccionadas de América Latina¹ (2007)

Modo	Muertos	%
Automóvil	1.185	19,6
Moto	876	14,5
Bicicleta	186	3,1
Autobús	34	0,6
Tren	9	0,1
A pie	3.127	51,7
Otros	636	10,5

¹Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Bogotá, San José, Ciudad de México, Guadalajara, León, São Paulo, Montevideo y Caracas.

Fuente: CAE, OMLU (2010).

Es evidente que los peatones resultan ser de los más perjudicados tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo, y una de las razones es la notable diferencia que existe entre masas y energía cinética entre personas y los vehículos de transporte. En estudios realizados en la década de los 70 en países en desarrollo, se mostro que los peatones, ciclistas y motociclistas, pertenecientes a los roles más vulnerables, representaban entre el 56% y 74% de las muertes en el tránsito.¹

Hoy en día el simple hecho de conducir un vehículo es considerado como amenaza para la vida de los

demás, aunque no se deseen las consecuencias de los accidentes de tránsito. Este enfoque se ve aumentado si no existen represalias adecuadas para quien los provoca, realidad que es común en países en desarrollo.¹

1.4.- Consecuencias de los accidentes de tránsito

Los accidentes de tránsito traen consigo defunciones, morbilidad, daños materiales, problemas viales y legales, además de representar a los gobiernos importantes gastos económicos. Esto se resume a que es indispensable para el sector salud y para la administración pública en general, actuar para prevenir los accidentes, siendo estos la mayoría de las veces provocados por conductas riesgosas que pueden ser evitadas.⁸

Una de las consecuencias más importantes de los accidentes de tránsito es la discapacidad que produce a las personas sobrevivientes. En algunas ocasiones esta discapacidad puede ser solamente temporal, pero muchas otras veces es definitiva. Cada año se producen en México más de 18 000 incapacidades permanentes.⁴

Como ya se mencionó con anterioridad, 50 millones de personas resultan heridas cada año por accidentes de tránsito, por lo que de igual manera, un gran número de camas hospitalarias

1.- Accidentes de tránsito

son utilizadas por estos heridos. Esto representa grandes costos de seguridad social para los países¹ ya que es necesario consumir recursos económicos muy grandes para atender a los lesionados.⁴ En el informe dado por la OMS sobre prevención de los traumatismos por el tránsito que publicó en 2004, señala que por cada persona que muere por causa de lesiones, se hospitalizan en promedio 30 personas, y 300 más reciben atención en los servicios de urgencias.⁴

En países como México, se calcula que las lesiones por el tránsito son el origen de entre el 30% al 86% del total de las admisiones por traumatismo en los establecimientos de salud.⁴

Se calcula que los costos por accidentes de tránsito corresponden al 1% y 2% del PIB de los países. En América Latina los costos por estos accidentes se calculan en 18.9 billones de dólares.¹

Cuadro 20. Costos estimados de accidentes de tránsito en el mundo

Región	(en USD billones)
África	3,7
Asia	24,5
América Latina	18,9
Oriente medio	7,4
Europa central y del este	9,9
Países de alta motorización ¹	453,3
Total	517,7

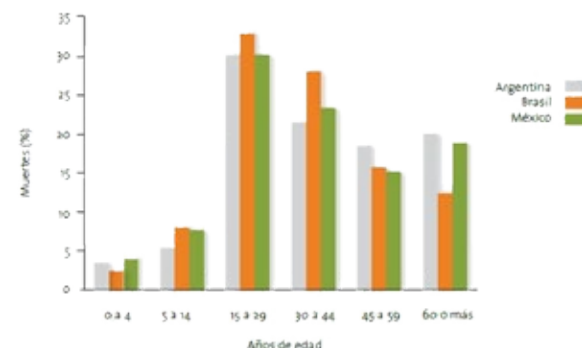
¹Australia, Nueva Zelanda, Japón, Estados Unidos, Canadá y países ricos de Europa.

Fuente: WHO, 2004.

Los roles más vulnerables, que son a su vez los que resultan con heridas de mayor gravedad, son los que registran una mayor estancia hospitalaria. Los peatones y los motociclistas registran en promedio una estancia de 6.1 y 4.9 días respectivamente, mientras que los ciclistas y ocupantes de vehículo permanecen 1.5 y 2.4 días en promedio.⁴

Otra causa por la que la economía se ve afectada es porque los accidentes de tránsito representan la primera causa de muerte en la población en edad productiva (14 - 44 años)⁵, debido a que es el periodo donde sus actividades ocurren fuera del lugar de residencia (estudio y trabajo).¹ A todo esto se le suma que el 43% de las personas que sufren lesiones por accidentes de tránsito tarda en promedio un año en reincorporarse a sus actividades laborales.⁴

Gráfico 14. Muertes en el tránsito por edad, países seleccionados



Fuente: WHO 2004.

1.- Accidentes de tránsito

Los costos personales y sociales a causa de este tipo de accidentes se agravan aún más debido a la falta de apoyo para la mayoría de las personas afectadas. En países desarrollados, se les exige a los propietarios de automóviles contar con pólizas de seguro mediante las cuales puedan garantizar el pago de indemnizaciones por causa de accidentes de tránsito, sin embargo en países en desarrollo esto no se toma en cuenta, por lo que muchas veces las personas afectadas se ven obligadas a pagar sus gastos (gastos materiales y de salud) aunque no hayan sido las causantes del accidente.

Los accidentes de tránsito también provocan problemas viales, lo cual resulta en pérdidas económicas tanto para las personas como para las empresas, debido a los retrasos en tiempo laboral que ocasionan.

En el siguiente capítulo se mostrarán los distintos desarrollos tecnológicos y de diseño aplicados en la prevención y tratamiento de los accidentes de tránsito, mismos que me hicieron ver lo poco que hay con respecto a la protección y el bienestar del peatón y a proponer un sistema integral para ellos.

Capítulo II

Diseño y seguridad vial

2.- Diseño y Seguridad Vial

2.1.- Seguridad vial

Se define a la seguridad vial como el conjunto de instrumentos técnicos que favorecen el desplazamiento y movilidad de las personas a través de acciones sobre los patrones de uso del territorio, la vía, el mobiliario urbano, los sistemas de control del tráfico, los vehículos, el control policial y los usuarios, entre otros, en donde el principal objetivo es reducir la frecuencia y gravedad de lesionados por accidentes de tránsito.

La mayoría de las intervenciones para reducir y prevenir los accidentes de tránsito y sus consecuencias, se ha dado principalmente en los países desarrollados, sin embargo, estas acciones están en su gran mayoría dirigidas a los usuarios de los vehículos motorizados.

Para mejorar los efectos positivos en la seguridad vial, es necesario verla como un sistema social, en donde las actividades de cada persona y los procesos de la infraestructura, interactúan entre sí en un ambiente físico, mediante la utilización de todos los medios de transporte en conjunto, ya sean motorizados o no motorizados¹²; en el cual, la finalidad del sistema sea la seguridad en la interacción de las personas de cada modo de transporte, sin agravar ni beneficiar a alguno en específico.

En países desarrollados como Alemania, por ejemplo, el estado ha comprobado que las inversiones en seguridad vial para la prevención de accidentes, son recuperables a corto plazo, considerando que de cada peso que invierten en prevención, se han ahorrado poco más de cinco pesos.¹³

Para lograr un sistema de seguridad vial óptimo, es necesaria una concientización política sólida en este rubro. Si las autoridades no ven como una buena inversión el fortalecer la seguridad vial, que en un futuro podrán reflejarse positivamente como ahorro en otras áreas, como en incapacidades dentro del sector salud, es difícil que se pueda alcanzar a cubrir el objetivo de un sistema de movilidad eficiente.

A continuación se presentan de manera sintetizada las nuevas ideas respecto a la seguridad vial señaladas en el Informe mundial, propuestas por La Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja¹³:

- Las colisiones no son la consecuencia inevitable del crecimiento económico e imponen una considerable carga económica a la sociedad (en términos de vidas y recursos financieros perdidos).

2.- Diseño y Seguridad Vial

- Los traumatismos causados por el tránsito se pueden prevenir y predecir en gran medida; se trata de un problema causado por el ser humano que cabe someter a un análisis racional y a la aplicación de medidas correctivas.
- Se dispone de soluciones comprobadas, técnicamente sencillas, que producen un rendimiento considerable con inversiones relativamente pequeñas.

2.2.- Sistemas de transporte inteligentes

Los sistemas de transporte inteligentes o ITS por su acrónimo en inglés Intelillegnt Transportation Sistem, se han ido incorporando conforme su tecnología avanza, como una solución a las demandas de seguridad vial, gestión de tráfico y movilidad ciudadana. Estos sistemas integran y coordinan una gran variedad de sectores y de áreas que no tenían previamente conexión directa entre ellas, tales como el sector automotriz, de transporte, tecnologías de la información y comunicaciones, entre otras.¹⁴

Los sistemas ITS aumentan la eficacia del tráfico incorporando tecnologías punteras y novedosas en diversos niveles del control y gestión de la circulación, orientados hacia el uso de sistemas cooperativos e inteligentes mediante la integración de tecnologías de la información

y comunicaciones con las infraestructuras, vehículos y usuarios. Compartiendo esta información vital, las tecnologías ITS permiten a los usuarios obtener mayores beneficios de las redes de transporte, aumentando su seguridad vial con un menor impacto en el entorno.

Todas las aplicaciones ITS tales como los sistemas de información a viajeros, sistemas de monitorización y gestión de carreteras y autopistas, gestión de incidencias, detección de peatones, etc. dependen de los parámetros del tráfico proporcionados por los diferentes sensores que miden en tiempo real la situación en las vías.

Desde la década de los 90, se dispone de múltiples tecnologías para la detección de vehículos. Atendiendo a su forma de instalación se pueden distinguir dos grandes familias de detectores de vehículos:

- Intrusivos
- No intrusivos

Tecnología ITS intrusiva

Los detectores intrusivos son aquellos que se instalan en la propia calzada, por debajo o en la superficie del pavimento. El principal problema

2.- Diseño y Seguridad Vial

de este tipo de tecnología se encuentra a la hora de la instalación, ya que para ello es necesaria la interrupción del tráfico vehicular y por los mismos materiales con los que son instalados, como resinas o selladores, si llegan a fallar, su reparación llega a ser muy complicada, requiriendo nuevamente la interrupción del tránsito.

Dentro de los detectores ITS intrusivos más importantes se encuentran las espiras magnéticas, los sensores piezoeléctricos, las sondas de presión o magnetómetros.

Espiras magnéticas

Esta tecnología ha sido la más usada dentro de los sistemas ITS y a pesar de que la instalación puede resultar inconveniente para el flujo vehicular, una vez instalados pueden durar años sin presentar malos funcionamientos.

Actualmente se está investigando la posibilidad de medir valores de velocidad con una sola espira magnética, y también desarrollar espiras capaces de detectar bicicletas.

Magnetómetros

También son conocidos como sensores magnéticos los cuales utilizan las variaciones en el campo magnético de los vehículos para su detección y mediciones.

Piezoeléctricos

Estos sensores utilizan materiales especialmente procesados capaces de convertir energía cinética en energía eléctrica. Cuando un vehículo pasa sobre el sensor, el material piezoeléctrico genera un voltaje proporcional a la fuerza o peso del vehículo. Este material sólo puede generar voltaje cuando las fuerzas están cambiando.¹⁵

Estos sensores suelen ser muy usados temporalmente para la recolección de datos de tránsito de un lugar a investigar.



Espiras Magnéticas



Magnetómetro



Sensores piezoeléctricos

2.- Diseño y Seguridad Vial

Tecnología ITS no intrusiva

Los detectores no intrusivos son aquellos que se instalan fuera de la calzada, sobre postes, señales, semáforos, puentes o incluso en edificios. La ventaja de estos detectores es que a diferencia de los intrusivos, su instalación no requiere de recortes en el tránsito vehicular ya sea para su instalación o reparación.

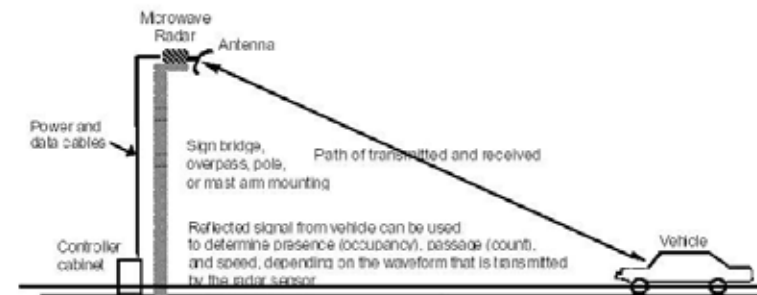
Sobresalen dentro de este tipo los sistemas de láser escáner, infrarrojo pasivo, radares de microondas y los de visión artificial.

Radares de microondas

Esta tecnología puede funcionar con dos tipos de detectores: los detectores de microondas basados en el efecto Doppler, que es el más generalizado, y los detectores de ondas continuas de frecuencia modulada o FMCW por sus siglas en inglés,

Los detectores de microondas Doppler transmiten una radiación baja de energía de microondas a la zona de detección, mientras que los FMCW transmiten ondas continuas de frecuencia modulada a la zona de detención.

El principal problema de los radares de microondas es que no pueden detectar vehículos detenidos o circulando a bajas velocidades.

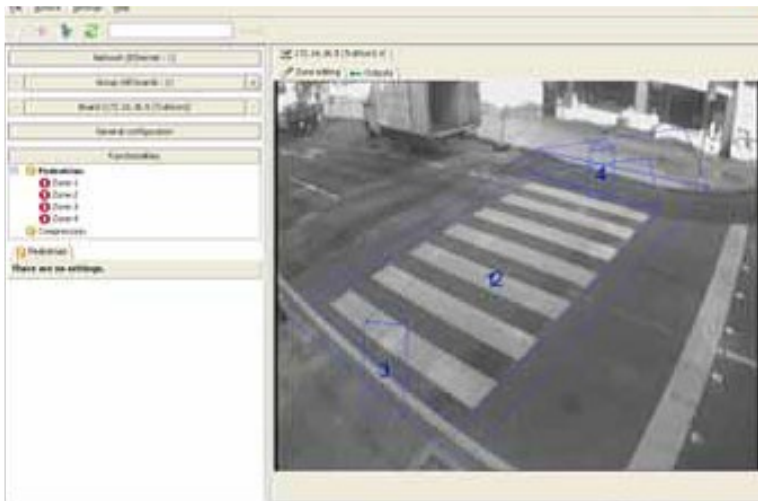


2.- Diseño y Seguridad Vial

Visión artificial

Esta tecnología no puede llamarse estrictamente una tecnología sensora, ya que su funcionamiento se basa en algoritmos programados de las imágenes de video captadas. Actualmente su uso se ha estado ampliando gracias a la rápida evolución de su tecnología, con lo que se reducen los precios para su aplicación.

Es una tecnología muy usada para la detección de peatones ya que con estos algoritmos el software hace un análisis píxel a píxel entre cada uno de los fotogramas que recoge la cámara permitiendo establecer el patrón de movimiento del peatón, que es lo que permite su clasificación.



Sensores acústicos

Este tipo de sensores tienen la desventaja de que no son estables en ambientes ruidosos, por lo que pueden dar mediciones irreales. Son capaces de detectar volumen, presencia, flujo y clasificación.



2.- Diseño y Seguridad Vial

Para poder elegir qué tipo de tecnología utilizar, es necesario tener en cuenta muchos factores como el tipo de vía y sus necesidades, las entidades gestoras, los costos, la duración de la aplicación, y la finalidad de su instalación ya que no todas las

tecnologías son aplicables para cada situación.

A continuación se muestra una tabla comparativa entre las distintas tecnologías ITS.

TECNOLOGÍA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Espiras Magnéticas	Diseño flexible a cada aplicación Tecnología madura y muy estudiada Proporciona parámetros básicos (volumen presencia, flujo, velocidad) Insensible a las inclemencias meteorológicas, como: lluvia, niebla y nieve Proporciona mejor precisión en el conteo de vehículos que otros sensores	La instalación requiere realizar cortes en el pavimento Instalaciones defectuosas disminuyen la vida del pavimento La instalación y mantenimiento requiere cerrar la vía al tráfico Sistemas sometido a fatiga por el tráfico y la temperatura Si se instalan múltiples espiras se necesitan controlar simultáneamente
Sensores Magnéticos	Menos susceptible que las espiras a las fatigas del tráfico Algunos modelos envían la información de forma inalámbrica Pueden utilizarse donde las espiras no se pueden instalar Insensible a las inclemencias meteorológicas, como: lluvia, niebla y nieve	La instalación requiere realizar cortes en el pavimento Instalaciones defectuosas disminuyen la vida del pavimento La instalación y mantenimiento requiere cerrar la vía al tráfico No puede detectar vehículos parados sin el uso de SW y HW especial
Piezoeléctricos	Es una de las tecnologías más baratas No sufren fatiga con el tráfico Tecnología madura y muy estudiada	La instalación requiere realizar cortes en el pavimento Instalaciones defectuosas disminuyen la vida del pavimento Sensibles a variaciones de temperatura
Radar de Microondas	Proporciona medidas directas de velocidad Puede trabajar en varios carriles a la vez Tecnología madura en detección de vehículos y cálculo de velocidad	Los sensores que emiten onda continua no detectan vehículos parados Tecnología no apta para clasificación de vehículos
Visión Artificial	Controla y detecta múltiples carriles o zonas Facilidad en modificar/añadir carriles o zonas Proporciona multitud de información Proporciona detección de amplia área cuando se juntan varias cámaras	Requiere mantenimiento periódico de las lentes Sensible a las inclemencias meteorológicas, como: lluvia, niebla y nieve Durante las horas de oscuridad necesita iluminación en las vías Da lugar a fallos si se produce movimiento en las cámaras debido al viento o vibraciones del soporte
Sensores Acústicos	Detectores pasivos Insensible a las precipitaciones Algunos modelos pueden detectar múltiples carriles	Bajas temperaturas pueden afectar a la precisión en el conteo de vehículos Algunos modelos no son recomendados en el caso de tráfico lento o incluso parado
Sensores Ultrasónicos	Detecta en múltiples carriles Sistemas capaces de detectar vehículos pesados Tecnología muy estudiada y extendida en Japón	Sensible a cambios de temperatura y turbulencias Si los sensores trabajan con pulsos de periodo muy largo pueden producir errores en las medidas si los vehículos circulan a altas velocidades
Sensores IR Pasivos	Proporcionan medidas de velocidad utilizados en modo multizona Sistemas capaces de detectar bicicletas	Pueden ver reducida su sensibilidad ante fuertes lluvias o nevadas Necesita varios sensores para detección de velocidad
Sensores IR Activos	Medidas muy precisas de detección y clasificación de vehículos Sistemas capaces de cubrir varios carriles	Su funcionamiento se ve afectado antes cambios bruscos de intensidad luminosa en la vía Pueden requerir mantenimiento periódico de las lentes

2.- Diseño y Seguridad Vial

2.3.- Elementos de diseño industrial presentes en la seguridad vial

Dentro del sistema de seguridad vial para cualquier ciudad, hay tres factores clave de los cuales se desprenden la mayoría de las causas de los accidentes de tránsito y que se deben manejar conjuntamente para el buen diseño del sistema:

- El comportamiento de los usuarios del sistema vial: al que se pueden imputar, entre el 80 y el 90% de las colisiones.
- La infraestructura de vialidad: a ella se pueden atribuir entre el 10 y el 20% de las colisiones.
- Los vehículos: el mal estado de un vehículo es la causa de entre el 5 y el 10% de las colisiones.

El diseño industrial y la ingeniería trabajan conjuntamente para la fabricación de productos para la seguridad vial, enfocándose principalmente en dos de ellos: la infraestructura y los vehículos; aunque en muchos casos están íntimamente ligados al comportamiento de los usuarios.

A pesar de ser la conducta, el factor más recurrente para la manifestación de un accidente de tránsito, no existen muchos productos de seguridad vial que influyan directamente en ella, ya que se define por factores externos psicosociales muchas veces ajenos al sistema vial.

2.3.1.- Usuarios

Aunque aún no hay estadísticas oficiales, muchos de los accidentes de tránsito están asociados a causas psicosociales las cuales están determinadas por las percepciones, experiencias y la personalidad del usuario.

El estrés que puede dar origen a que un conductor incremente la velocidad del vehículo o no respete los señalamientos de tránsito puede ser ocasionado por la mala administración del tiempo para llegar a su destino de trabajo, citas sociales, relaciones personales o incluso el mismo cansancio del tránsito mismo. Esto aplica de igual manera para los peatones, los cuales deben soportar todavía los efectos del clima, ya que no es lo mismo caminar en un día soleado, en dónde el cansancio de un día laboral se incrementa con los rayos directos del sol; o caminar cuando está lloviendo y no se tiene tiempo para refugiarse en algún sitio.

2.- Diseño y Seguridad Vial

Entre los numerosos factores de riesgo que causan choques en carreteras o intensifican la gravedad de los traumatismos, los cuatro más comunes son los siguientes:

1. La omisión del uso de cinturones de seguridad
2. La omisión del uso de cascos protectores
3. La conducción de automóviles a velocidades excesivas o inadecuadas
4. La conducción bajo los efectos del alcohol.

Cada uno de estos factores primarios de riesgo está implicado en un porcentaje que oscila entre el 30 y el 50 por ciento de las colisiones fatales o discapacitantes en todo el mundo, con independencia del país de que se trate.

Los países que han adoptado planes de acción focalizados para combatir por lo menos uno de los factores de riesgo antedichos han logrado reducir la mortalidad causada por el tránsito entre un 20 y un 40 por ciento en unos pocos años, incluso cuando la tendencia anterior exhibía aumentos pronunciados.

Naturalmente, hay otros factores de riesgo sustanciales, tales como la fatiga de los conductores (que afecta en particular a los conductores del transporte comercial interurbano), el uso de teléfonos móviles, la conducción bajo los efectos de las drogas, la inobservancia de las distancias de seguridad y la falta de ayudas visuales para los conductores.¹¹

Llavero peatonal

Como medida para evitar atropellos, el Ayuntamiento de Barcelona creó un llavero reflectante para peatones, el cual va dirigido principalmente para personas mayores de 65 años. Este objeto funciona únicamente en la noche al reflejar las luces del propio vehículo. Funcionando de igual manera que los chalecos reflectantes de seguridad. También existen pulseras con el mismo principio y el mismo fin, evitar ser atropellados de noche.



2.- Diseño y Seguridad Vial

2.3.2.- Infraestructura

La infraestructura vial, considerada en su conjunto (con inclusión de la superficie de la carretera, las señales y el diseño), es un importante factor de seguridad.

En el diseño de las carreteras se debe tener en cuenta el error humano y se debe tratar de reducir al mínimo sus consecuencias.

Se ha demostrado que algunas mejoras infraestructurales de bajo costo pueden reducir sustancialmente las colisiones en carreteras y su gravedad. Como ejemplos de mejoras cabe mencionar la separación de distintos tipos de tráfico, el mejoramiento de la marcación y las señales de las carreteras, los senderos más seguros para peatones y vehículos de dos ruedas, la construcción de aceras y cruces más visibles para peatones y la reducción de las velocidades del tránsito (mediante el uso de badenes, bandas sonoras y rotondas).

En las carreteras existentes, estas mejoras se deben hacer primero en los puntos de alto riesgo, donde se producen muchos choques, especialmente en la entrada y salida de zonas urbanizadas y de gran actividad (tales como mercados y escuelas).¹¹

Semáforos

Los semáforos desde su primera aparición en 1868 han sufrido pocos cambios en cuanto a su funcionalidad. El primer semáforo básicamente era una copia de los semáforos de las vías del tren: tenía dos brazos móviles accionados por cables en el interior de una torre. Cuando el brazo estaba abajo, se podía pasar. Si se levantaba horizontalmente, había que detenerse y, si formaba 45 grados con la horizontal significaba "precaución".⁹

Hoy en día existen semáforos tanto para carros como para personas y ciclistas los cuales funcionan a través de luces que indican si se avanza o hay que detenerse.

Con la tecnología led se ha logrado dar movimiento y formas a estas luces mejorando la interacción entre estos objetos.



Semáforo de 1968



Semáforo de lámpara de halógeno



Semáforo peatonal de Leds

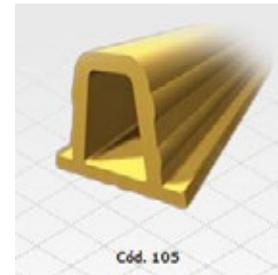
2.- Diseño y Seguridad Vial

Topes

Los topes son elaborados con el fin de regular la velocidad de los automóviles, sobre todo en cruces peatonales, esto con el fin de evitar accidentes.

Hoy en día existen variedad de diseños que permiten diferentes funciones, ya sea como reductor de velocidad, señalizador o deflector en acotamientos, como tope para estacionamientos donde se requieran delimitar las zonas de los vehículos, entre otros.

En este tipo de objetos el diseño industrial y la ingeniería han intervenido para su realización, esto con el fin de no producir daños a los vehículos ni a sus ocupantes, o a la pérdida sobre el control del auto.



Tope Estacionamiento
Especial para estacionamientos
y requieran delimitar zonas para
vehículos.



Paragolpe Antichoque
Práctico y versátil, resistente y de
alta durabilidad, soporta todo tipo
de fatiga.

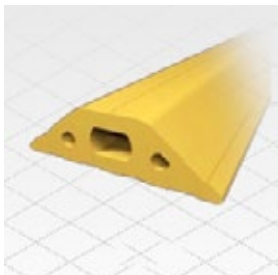
Protectores

Son elementos que tienen como función la protección del peatón, la vegetación y los vehículos que transitan o se encuentran en la vía pública; se deben localizar en los lugares en los que exista mayor riesgo de contacto peatón-vehículo-áreas verdes.

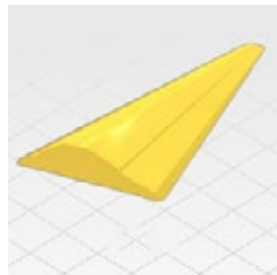
- Protectores o vallas para peatones.

Los protectores para peatones, o barandales se diseñarán de tal manera que proporcionen confianza al usuario con respecto a la vialidad vehicular.

Es recomendable ubicar estos protectores en las zonas de mayor aglomeración de peatones y donde exista peligro de contacto directo con la circulación de vehículos, como en mercados,



Lomo de Burro
Soporta el paso de autobuses de
gran altura y gran peso, provisto
con agujeros especiales para el
paso de cables electrónicos,
mangueras para agua y gas.



Lomo de Burro
Soporta Lomo de Burro Chico
Puede ser usado como
señalizador o deflector en
acotamientos de rutas colocados
en diagonal

2.- Diseño y Seguridad Vial

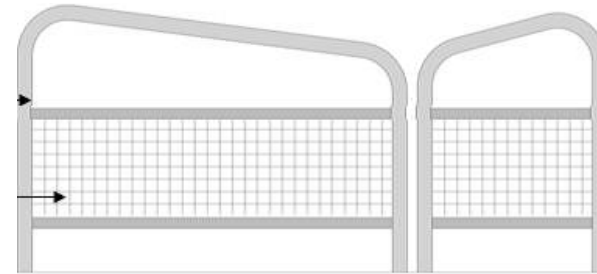
centros comerciales, centros de trabajo, lugares de recreación, etc

Sin lugar a dudas, la sorpresiva irrupción de niños a las calzadas de las vías públicas constituye permanentemente un alto riesgo de accidentes de tránsito.

Lo anterior, cobra especial relevancia frente a las salidas de establecimientos educacionales, desde los cuales, grupos de niños, luego de permanecer durante la jornada escolar, suelen abandonar el establecimiento desprevenidos y alborotados, invadiendo de este modo las aceras e incluso las calzadas.



Vallas peatonales instaladas en el exterior de un colegio



Propuesta de diseño de vallas peatonales para Madrid

- Protectores para áreas verdes.

Estos elementos se emplean para evitar que las áreas verdes sean invadidas por los usuarios de la vía pública.

Los protectores para áreas verdes deberán ubicarse en lugares de gran concentración de tránsito vehicular y/o peatonal. Pueden ser similares a las protecciones para peatones pero con una altura menor.



Peso:
 •Módulo 500: 27 Kg.
 •Poste de sujeción 700: 10 Kg.
Acabado:
 -Esmalte vitrificado.
 -Pintura negro forja "oxirón".
Materiales:
 -Pie construido en fundición de hierro.
Diámetro del tubo:
 -Ø 50 mm.

2.- Diseño y Seguridad Vial

- Protectores para vehículos (defensas y barreras).

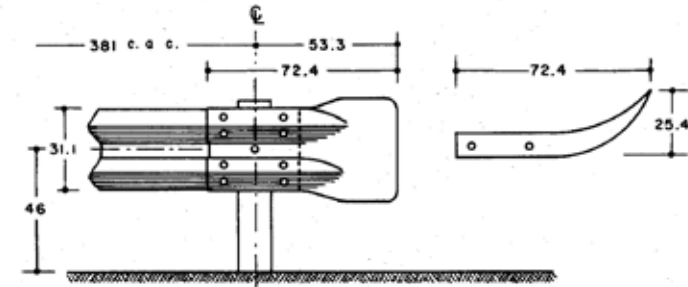
Estos elementos del mobiliario urbano se usan para evitar en lo posible que los vehículos salgan del arroyo o invadan el carril contrario. Pueden fabricarse de lámina galvanizada, concreto u otro material resistente y se apoyarán en postes adecuados al tipo de material.

El protector lateral se ubicará en los lugares en los que haya mayor peligro por el alineamiento vial o por accidentes topográficos. Se deberán colocar en la orilla exterior de las curvas peligrosas o en tangentes con terraplenes altos, en una o ambas orillas según sea necesario.

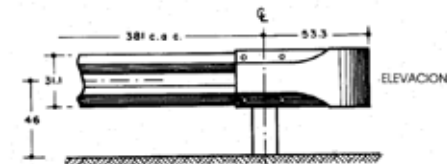
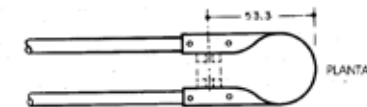
Los protectores centrales se instalarán en el eje geométrico de la faja separadora central, como complemento de la misma y proporcionando así mayor seguridad a los usuarios.



Dimensiones:
550 mm. de altura.
Peso:
-Pie: 6 Kg.
Acabado:
-Esmalte vitrificado.
-Pintura negro forja "oxirón".
Materiales:
-Pie construido en fundición de hierro.
Diámetro del tubo:
-Superior: Ø 50,8 mm.
-Inferior: Ø 33 mm.



DEFENSAS LATERALES DE LÁMINA GALVANIZADA.



DEFENSAS CENTRALES DE LÁMINA ACANALADA GALVANIZADA Y POSTES DE CONCRETO REFORZADO, DE MADERA DE VIGUETAS DE FIERRO.

2.- Diseño y Seguridad Vial

2.3.3.- Vehículos

Los vehículos modernos son mucho más seguros que los modelos más antiguos. Las normas de seguridad técnica y la inspección anual de vehículos son obligatorias en los países de altos ingresos. En cambio, los países de ingresos bajos y medianos suelen tener un parque automotor deficiente, circunstancia que agrava el problema de la seguridad vial.

Así ocurre, en especial, con vehículos comerciales como taxis, autobuses y camiones, que por término medio representan el 50 por ciento de todos los vehículos en esos países. Es necesario introducir sistemas de inspección técnica eficaces e independientes, lo antes posible, en particular para el parque de vehículos comerciales. La inspección debe ser estricta en lo que concierne a las funciones de seguridad vitales de los vehículos, como el frenado, la amortiguación y la iluminación.

Otra preocupación en los países de ingresos bajos y medianos es la sobrecarga de los vehículos comerciales que transportan mercancías o pasajeros (o ambos a la vez, como suele ocurrir). Es esencial adoptar reglamentos sobre cargas máximas e inspecciones periódicas. Una mayor mejora del sector del transporte público y

comercial es uno de los medios más adecuados para evitar esas sobrecargas. Aunque la calidad de los elementos de seguridad de un vehículo es un componente crítico del sistema de seguridad vial, los vehículos deficientes son todavía sólo la tercera causa más importante de las colisiones en carreteras.¹¹

El sector donde más dinero se invierte tanto en diseño industrial como en ingeniería para resolver problemas de accidentes de tránsito y de seguridad, es sin duda el sector automotriz. Los cinturones de seguridad, los asientos, el volante, las bolsas de aire, los pedales, cada parte es probada y analizada para el mejoramiento de la seguridad de los ocupantes del automóvil.

Para ello se realizan los crash test, los cuales son pruebas de seguridad que se realizan a los automóviles con el fin de evaluar su resistencia a impactos y colisiones. Estos surgen a raíz de los primeros accidentes de tránsito.

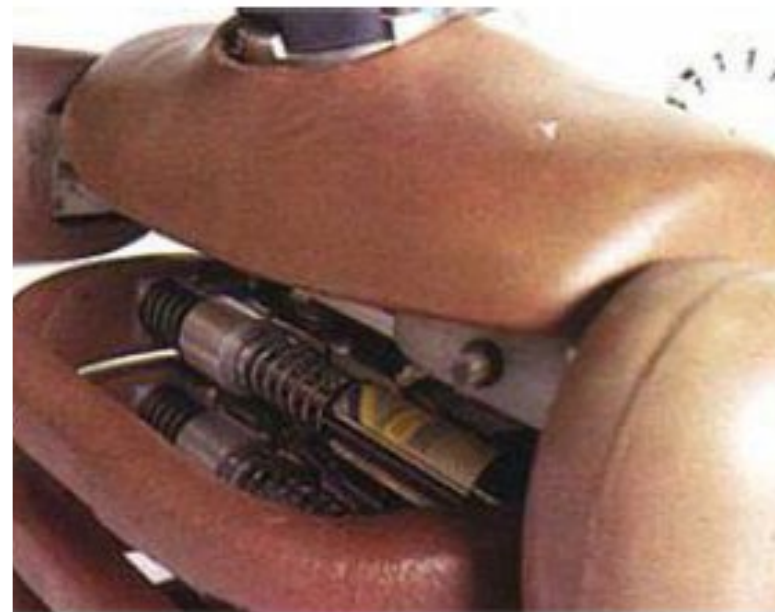
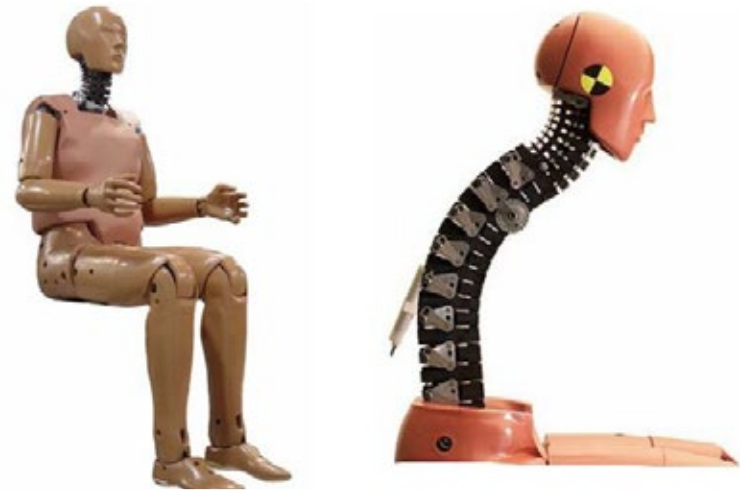
La primera víctima fatal fue una mujer de 44 años, la cual fue arrollada por un automóvil que circulaba a tan solo 6 km/hr, y murió a causa de las lesiones recibidas en la cabeza. Esto fue en el año 1896, y a partir de entonces la industria automotriz comenzó a preocuparse por la seguridad vehicular. Aunque es importante mencionar esta preocupación ha sido a favor de los ocupantes del vehículo, dejando de lado

2.- Diseño y Seguridad Vial

la seguridad de los peatones hasta hace pocos años.

Los primeros crash test fueron realizados con cadáveres de seres humanos, donde se colocaban instrumentos para medir la fuerza que se necesitaba para quebrar los huesos. Fue hasta 1950 cuando se comenzaron a utilizar dummies o maniquíes, sin embargo aún carecían de la realidad necesaria para las pruebas de seguridad. En 1972 se incluyeron en los dummies articulaciones como las rodillas, hombros y columna vertebral, obteniendo resultados más reales. Años más tarde en 1976, Harold J. Mertz creó la primera familia de dummies los cuales se usaron como referencia hasta 1998.

Hoy en día existen numerosos modelos de dummies capaces de medir diferentes cosas, como impactos laterales, impactos traseros los cuales permiten medir las lesiones cervicales, e incluso dummies por computadora que permiten integrar datos del comportamiento del cuerpo durante el accidente. Todos estos dummies además de estar dotados con una estructura ósea completa, cuentan con sensores capaces de medir los efectos sobre los distintos sistemas del cuerpo, tanto en órganos como hasta daños en la piel.



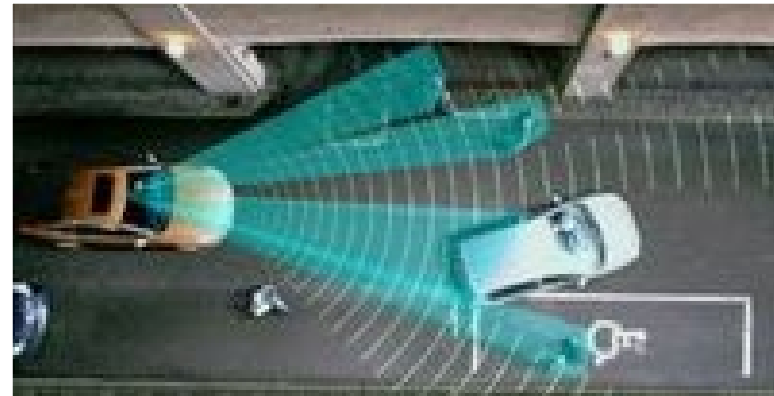
2.- Diseño y Seguridad Vial

Actualmente la industria automotriz está comenzando a desarrollar tecnología para la protección a los peatones en caso de ser embestidos por un vehículo. Está demostrado que la forma, los materiales, las dimensiones y la estructura de la parte frontal del auto influyen de manera determinante en las consecuencias del atropello. Para eso se realizan las pruebas de protección a peatones.¹⁰



La más reciente medida para evitar atropellos, es la presentada por la compañía Volvo. A incluido en sus autos el sistema city safety, el cual es capaz de detectar personas que se encuentran en la trayectoria del vehículo.

Este sistema se acciona cuando la persona se encuentra cercana al auto aproximadamente a un metro, frenando de manera automática sin problemas a una velocidad inferior a 30 km/hr y hasta 60 km/hr aminora los daños al peatón.



Ahora se analizará en primer plano las problemáticas que viven día a día los peatones, así como el accidente de mayor impacto y consecuencia de un peatón: el atropellamiento. Esto mediante la investigación con información secundaria y primaria sacada de el análisis conductual de las personas y de su entorno a través de videos, entrevistas y fotografías.

Capítulo III

Problemática del peatón

3.- Problemática del peatón

En la ciudad de México los atropellamientos constituyen la primer causa de muerte accidental y representan más de 50% del total de las muertes reportadas en el rubro de accidentes de tránsito de vehículos de motor.

Se calcula que en 2000 la Ciudad de México contaba con poco más de millón y medio de vehículos automotores particulares, cuyo volumen se ha incrementado de forma considerable con el paso de los años, representando el 87% del parque vehicular. La respuesta a conflictos como los embotellamientos ha sido transformar las calles en grandes avenidas, donde los sistemas de tránsito y seguridad vial se han enfocado de manera fundamental a sólo una parte de los usuarios: los conductores de los vehículos de motor. Con este enfoque no se ha tomado en cuenta que en la Ciudad de México, al igual que en muchas otras localidades del país así como en las de otras naciones en desarrollo, la vía pública se caracteriza por poseer una mezcla de usuarios, donde los peatones, los comerciantes, los ambulantes y los ciclistas, comparten y luchan en condiciones desiguales por un espacio, convirtiéndose así en grupos muy vulnerables a sufrir lesiones por accidentes de tráfico.

Por ejemplo, al construirse una avenida, se trazan los espacios necesarios para los vehículos, y su uso no representa problemas, siempre que se realice a bordo de un vehículo automotor. Sin

embargo, esas avenidas suelen separar zonas muy pobladas, en donde los habitantes que no cuentan con automóvil, y en su necesidad de movilidad, deben de ir de un punto a otro, a pie y en la mayoría de las veces cargando consigo, objetos y mercancías que dificultan aún más la actividad de llegar a su punto de destino. Para esta acción, las personas sin vehículos tienen dentro de la infraestructura, los puentes peatonales, que para llegar a ellos casi siempre deben realizar un esfuerzo adicional. Esto provoca que el peatón termine por cruzar en los puntos que considera más convenientes, sin importar que se enfrente a situaciones de alto riesgo.

Así, en aras del desarrollo, las modificaciones en la vía pública la han convertido en el espacio de mayor peligro para uno de los usuarios más numerosos de la vía pública, que a la vez se cuenta entre los más vulnerables: el peatón.¹⁷

3.- Problemática del peatón

3.1.- Efecto Barrera

El uso del transporte individual como lo son los automóviles particulares, no solo representa inequidad en el uso del espacio de vías públicas, sino también repercute negativamente en el ambiente construido en la ciudad y en el sistema de circulación. La organización del tránsito en función de los usuarios de los vehículos puede afectar las relaciones sociales que ocurren en el espacio, al hacer que los peatones y ciclistas se adapten a transitar por condiciones de vía e infraestructura inadecuadas para ellos.

Cuando ocurren frecuentemente, en una zona del espacio público, accidentes de tránsito o situaciones de riesgo, la interacción social se ve disminuida en ese lugar. A este efecto se le conoce como “efecto barrera” o de intrusión. Desafortunadamente, esta poca interacción social y los efectos negativos de exclusión para peatones, ciclistas y usuarios de transporte público, se ven como normales, puesto que no hay una identificación consciente de cómo fue creado el espacio público, ya que desde pequeños, los niños son informados que el espacio no les pertenece a ellos sino a los vehículos motorizados, imponiendo un patrón que adoptaran por el resto de su vida.¹

Donald Appleyard fue pionero en el estudio del

“Efecto Barrera”, y analizó cómo es que el tráfico afecta las relaciones humanas, basándose en tres diferentes niveles de tránsito vehicular: con tránsito local, con tránsito moderado y por último las relaciones en un ambiente de alta concentración de vehículos. Los resultados que obtuvo fueron, como se puede ver en la tabla, que entre más tránsito haya en una localidad, su nivel de relaciones humanas de la misma, decrece.

Cuadro 19. Densidad de relaciones humanas e intensidad del tráfico

Nivel de tráfico	Vehículos/día	Índice de relaciones ¹
Local	2.000	9,3
Medio	8.000	5,4
Alto	16.000	4,0

¹Número de amistades y relaciones cotidianas.

Fuente: Appleyard (1981).

Las tendencias actuales de ciudades en desarrollo están llevando a la división de la sociedad entre quienes tienen acceso al automóvil y quienes no lo tienen, transformando el espacio público en espacio exclusivo vehicular, afectando derechos de accesibilidad y movilidad de peatones, ciclistas e incluso a los usuarios del transporte público.

3.- Problemática del peatón

Las consecuencias que trae consigo el uso enfocado al transporte motorizado, dependen de cómo se conforme y de el volumen de tránsito que se genere. Los impactos de estas consecuencias como la contaminación ambiental, la inseguridad, el ruido y las vibraciones a las construcciones cercanas, determinan en gran medida el comportamiento de las personas. Estos impactos negativos se han generado en función de la cantidad de vehículos y su necesidad de adaptarse al espacio para sobrevivir.

Existen tres niveles de impacto del efecto barrera

- Primario: reducción de los desplazamientos cortos debido a las dificultades para desplazarse, al aumento de los recorridos y al peligro de accidentes.
- Secundario: cambio en la distribución de espacio local debido a la reducción de los desplazamientos, de la interacción social y de la separación de las comunidades.
- Terciario: modificación del funcionamiento del espacio local a causa de cambios en su utilización.

3.2.- Accidentalidad peatonal

Los factores que intervienen en la accidentalidad peatonal son muy diversos. Generalmente, lo determinante de un accidente en que se ven implicados peatones es la combinación de varios de esos factores, que se pueden agrupar en los siguientes tipos:

1. Situación del peatón en el momento del accidente: La mayor parte de los atropellos en zona urbana se produce fuera de las intersecciones. Por orden de importancia, las situaciones en que se producen los accidentes desde el punto de vista del peatón, son las siguientes:
 - Peadón cruzando la calzada fuera de la intersección
 - Peadón atravesando una intersección
 - Peadón situado sobre la acera o refugio

Un factor determinante en los atropellos es la acción infractora del peatón al cruzar por puntos no regulados.

2. Motivo por el que se produce el atropello

Las infracciones más frecuentes del peatón son

3.- Problemática del peatón

por orden de importancia:

- No utilizar el paso de peatones donde lo hay
- Irrumpir o cruzar la vía anti-reglamentariamente
- No respetar la señal del semáforo

3. Variables ambientales

La iluminación y determinadas condiciones atmosféricas influyen en la mayor accidentalidad peatonal de forma clara. La lesividad (víctimas mortales / accidentes con víctimas) es mucho más elevada en zonas insuficientemente iluminadas o no iluminadas, en este factor influye la velocidad del vehículo.

En lo relativo a los factores atmosféricos, hay pocos datos disponibles para ciertas condiciones meteorológicas.

4. Los peatones con mayor riesgo

Por grupos de edad, se puede afirmar que el grupo formado por niños y personas mayores es el más vulnerable. En el caso de las personas mayores, el factor explicativo es la reducción de las capacidades motriz y perceptiva, lo que hace que disminuya su capacidad de eludir con rapidez una situación peligrosa.

En el caso de los niños (y personas jóvenes), el motivo más habitual de accidente es la irrupción en la vía o cruzar esta anti-reglamentariamente. La percepción del tráfico por parte de este grupo, se ve alterada por determinados condicionantes biológicos y psicológicos que han de ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar las acciones de sensibilización.

5. Características de la vía

La vía, sus peculiaridades de uso y características juegan un papel fundamental en la configuración de situaciones de riesgo en zonas urbanas.

La anchura de la vía influye en la accidentalidad peatonal: existe una correlación clara entre el número de carriles de la vía y el número de accidentes de peatones. Del mismo modo, existe una relación clara entre la distancia que debe atravesar el peatón y la peligrosidad de una determinada locación.

Otros elementos vinculados a las características de la vía, como son la duración de la fase semafórica o la existencia de refugios centrales, amortiguan el efecto de la anchura de la vía.

6. Variables de tráfico

La velocidad y la intensidad de circulación son factores directamente relacionados con la accidentalidad peatonal.

3.- Problemática del peatón

La velocidad del vehículo conlleva serias consecuencias cuando un peatón se ve involucrado. Un peatón alcanzado a 64 km/h tiene un 85% de probabilidad de resultar muerto; a 48 km/h, la probabilidad baja al 45%, mientras que a 32 km/h, la tasa de mortalidad es de tan sólo 5%.

A mayores velocidades (e iluminación deficiente), es menos probable que el conductor vea al peatón y aún menos probable que sea capaz de frenar para no impactar con él.

Hay también una relación creciente entre el número de atropellos y la intensidad de circulación de la vía; cuanto más tráfico vehicular haya en un punto de una vía, mayor probabilidad habrá que en ese punto se produzcan atropellos.

7. Elementos de seguridad vial

Se consideran los siguientes elementos de seguridad peatonal: barreras peatonales, pasos elevados, sendero o paso peatonal y semáforos. Estadísticamente, se ha demostrado que la ocurrencia de accidente de peatón es relativamente baja cuando existen estos elementos.

8. El estacionamiento de vehículos

Existe una correlación muy elevada entre la ocurrencia de accidente de peatones y la

presencia de vehículos estacionados junto al paso peatonal (incluye las esquinas y paraderos de buses).

La doble fila es, a su vez, una causa de disminución de la visibilidad mutua de peatones y conductores que provoca una mayor accidentalidad.

Una de las paradojas que se plantea en los atropellamientos es que el riesgo de que las personas sufran lesiones disminuye en la medida en que el tránsito vehicular se incrementa. La razón es simple: nadie puede morir en un embotellamiento. Sin embargo, la letalidad y mortalidad crecen en las calles vacías, aun en las carreteras; es decir, el riesgo de morir aumenta en periodos de bajo flujo vehicular, en especial durante la noche. Así pues, construir más vías rápidas en áreas urbanas y, a la vez, diseñar y ofrecer en el mercado vehículos más veloces, ha provocado un incremento en el número de víctimas mortales por los accidentes de tránsito, sobre todo entre los grupos más vulnerables.¹⁷

3.- Problemática del peatón

3.2.1.- Etapas del atropellamiento

Las etapas o fases del atropello pueden estar presentes todas o ausente algunas de ellas llamándose atropello completo y atropello incompleto

1. Fase de choque

Consiste entre el encuentro entre la víctima y el vehículo se divide en impacto primario e impacto secundario.

Impacto primario: Es el golpe que el vehículo le asesta al peatón

Traumatismo: son los producidos por el parachoques a nivel de las piernas tibia y peroné son fracturados datos que ayudan a identificar el vehículo, la altura promedio de un parachoques americano es de 50 cm y japonés 40 cm lesiones que provoca:

Fractura simple = 25 km./hora

Fractura múltiple = más de 40 km./hora

Impacto secundario: Después 1 impacto el cuerpo gira sufriendo trauma adicional por la parrilla del radiador, los focos o guardafangos lesiones localizadas en cadera, muslo, glúteos o espalda (fractura pelvis). Cuando es con camión el cuerpo

es lanzado hacia adelante o al lado en vez de arriba.

2. Fase de caída

Se produce cuando la víctima luego de sufrir el impacto del vehículo es propulsado hacia adelante contra el suelo.

Lesiones: Predominan los traumatismo en la mitad superior del cuerpo como fractura de cráneo, contusiones de cerebro, hombros etc. A mayor velocidad, el peatón es impulsado al techo del automóvil.

3. Fase de aplastamiento

El vehículo pasa por encima de la víctima.

Lesiones: trauma cutáneo escaso y trauma profundo visceral severo, fractura de cráneo con evisceración, marcas de llantas en extremidades o abdomen y tórax, avulsión o despegamiento de la piel por la aplicación de los frenos.

4. Fase de arrastre

Es cuando el cuerpo queda enganchado al vehículo y es arrastrado sobre la vía.

Lesiones: escoriaciones en estrías y líneas largas, cuadros traumáticos.

3.2.2.- Matriz de Haddon

William Haddon creó una matriz que identifica los factores de riesgo antes del choque, durante el choque y después del choque, en relación con la persona, el vehículo y el ambiente. Aunque esta matriz tiene más de 40 años de existir, aún es utilizada para resolver y diseñar sistemas de seguridad vial.

La matriz de Haddon es una herramienta analítica que ayuda a identificar todos los factores asociados con un choque. Una vez que se identifican y analizan los diversos factores, se pueden adoptar y priorizar contramedidas adecuadas para aplicarlas tanto en el corto como en el largo plazo.

La matriz de Haddon

Fase		Ser humano	Vehículos y equipo	Entorno
Antes del choque	Prevención del choque	Información Actitudes Discapacidad Aplicación de la reglamentación por la policía	Buen estado técnico Luces Freno Maniobrabilidad Control de la velocidad	Diseño y trazado de la vía pública Limitación de la velocidad Vías peatonales
Choque	Prevención de traumatismos durante el choque	Utilización de dispositivos de retención Discapacidad	Dispositivos de retención de los ocupantes Otros dispositivos de seguridad Diseño protector contra accidentes	Objetos protectores contra choques
Después del choque	Conservación de la vida	Primeros auxilios Acceso a atención médica	Facilidad de acceso Riesgo de incendio	Servicios de socorro Congestión

Fuente: OMS/Banco Mundial, Informe mundial, 2004

La matriz ilustra la interacción entre los tres factores (el ser humano, el vehículo y la infraestructura) en el transcurso de las tres fases de una colisión: antes, durante y después del choque.

Como se puede observar en la matriz de Haddon, los elementos de diseño industrial para la prevención de accidentes se encuentran enfocados en los vehículos y el entorno o infraestructura, habiendo pocos elementos que afecten de una manera eficaz y positiva al factor humano, siendo esta un área de oportunidad para el diseño de elementos de protección peatonal amigables.

3.- Problemática del peatón

En la siguiente tabla, siguiendo el mismo esquema que la matriz de Haddon, se detallan los elementos existentes de diseño industrial de cada factor en estas tres fases, pero haciendo un enfoque a los accidentes de tránsito por atropellamiento.

Fase	Peatón	Conductor	Infraestructura
Antes del atropellamiento	•Semáforos peatonales temporizados •Elementos reflectantes	•Detector de peatones •Luces •Frenos •Claxon	•Semáforos •Señalizaciones •Vías peatonales •Bolardos •Vallas peatonales •Muros de contención
Atropellamiento		•Bolsas de aire •Cinturón de seguridad •Diseño de vehículo protector contra accidentes	•Bolardos •Vallas peatonales •Muros de contención
Después del atropellamiento			•Torreta de servicios de urgencia •Equipo de primeros auxilios •Ambulancia •Policías de tránsito

3.- Problemática del peatón

3.3.- Investigación peatonal in situ

Para conocer más de cerca la realidad de los peatones y los factores que intervienen en realización de sus acciones diarias en el espacio público se hizo una investigación de campo en distintos cruces de la Ciudad de México. Esta investigación de campo se divide en los siguientes puntos:

- Observación
- Contacto
- Conclusiones
- Propuesta de diseño

3.3.1.- Observación

Objetivo: Analizar las acciones e interacción de los distintos tipos de peatones en diferentes puntos del espacio público, para en base a ello, dar una propuesta de diseño más justa, funcional y centrada en el peatón.

Metodología: En esta primera etapa del análisis se recurrió a la observación personal diurna y nocturna, documentando las actividades e interacciones de los distintos tipos de peatones a través de grabaciones de vídeo y fotografías en

distintos puntos del espacio público destinados a ellos, como son:

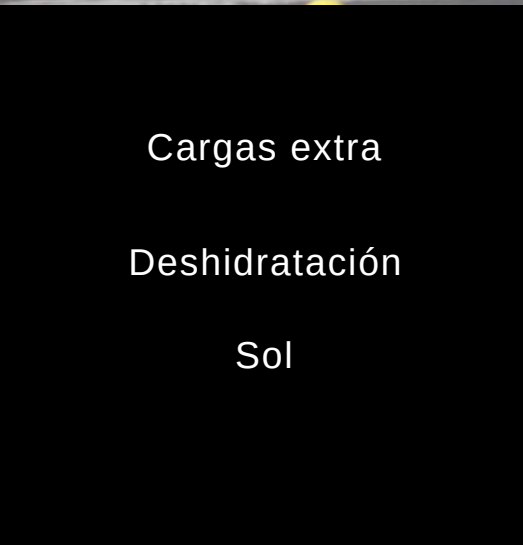
- Cruces peatonales
- Camellones
- Senderos peatonales
- Paradas de autobús



**Registro fotográfico:
Cruces peatonales**



Aumento de velocidad para
completar el cruce



Cargas extra
Deshidratación
Sol



Distancias largas
de cruce

Cansancio





Cruces no señalizados

Falta de visibilidad
peatonal nocturna



Estrés peatonal en vuelta
derecha para autos



**Registro fotográfico:
Camellones**



Barreras en camellones dañadas para cruce



Elementos de bolqueo y prohibitivos



Distancias largas de cruce





Recorridos sobre camellon
para cruce posterior



Cruce a cualquier
punto del camellon



Camellones angostos



**Registro fotográfico:
Senderos peatonales**

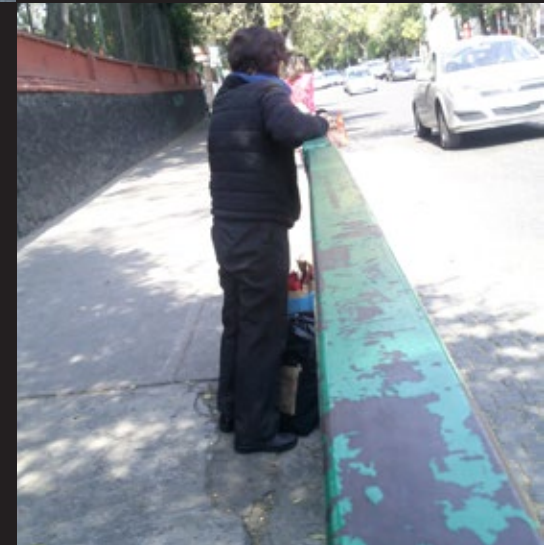
Barreras peatonales



Mobiliario urbano
estorboso



Busqueda de elementos
de apoyo para descanso



Senderos angostos





Invasión de senderos
peatonales



Invasión peatonal en
avenida



Ambulantaje



**Registro fotográfico:
Parada de autobús**

Espacio insuficiente



Invasión peatonal a avenida

Alta concentración peatonal





Agotamiento



Poca visibilidad



Mobiliario urbano
de espera insuficiente



3.- Problemática del peatón

En esta primera etapa se pudieron observar muchos problemas con los que un peatón debe enfrentarse diariamente, y que muchas veces son la causa que los lleva a realizar acciones peligrosas, por ejemplo, la amplitud de los senderos peatonales o banquetas es insuficiente para la cantidad de usuarios que puede haber en una zona, y además de ello, muchas veces ese espacio está compartido con comercio ambulante, lo que provoca que el peatón tenga que salirse del sendero peatonal hacia el arroyo vehicular, arriesgando su integridad.

Una de las reacciones más frecuentes en los peatones, es la desesperación ante la espera del turno de cruce. Esto puede deberse a que al ya tener tiempo caminando las calles, el llegar a un cruce y tener que esperar, sin muchas veces, hacer otra cosa mas que ver el entorno, su percepción del tiempo se vuelve más lenta .

De las cosas que más llamaron la atención en esta primera etapa de observación, fue la cantidad de cosas que un peatón puede llevar consigo y que dificultan aún más su andar por las calles, impactando, muchas veces, directamente en su estado físico, provocando fatiga muscular y mental.

Estas observaciones dentro de la realidad peatonal nos llevan a saber las debilidades existentes dentro del sistema de seguridad vial y

los factores que intervienen en la conducta de las personas dentro del espacio público. Sin embargo, es necesario ir más allá de la observación para tener información más exacta de lo que ocurre en la percepción de cada uno de los usuarios de las calles.

¿Qué cargan los peatones?

- Bolsas
- Mochilas, portafolios
- Prendas (Suéter, chamarras)
- Bultos (Tortillas, bolsas con despensa, mandado, botellas de agua, comida)
- Bebes (cobija, pañalera..)
- Niños (en hombros, en brazos, de la mano)
- Mascotas
- Comida (botanas, tortas)
- Regalos
- Herramientas
- Costales
- Diablitos

3.- Problemática del peatón

3.3.2.- Contacto

Basándonos en lo observado previamente a través del análisis en sitio, así como en los registros fotográficos y de vídeo, se elaboró una encuesta para saber más a fondo lo que los peatones piensan y sienten sobre su realidad en el espacio público.

Se hizo especial énfasis en saber en qué momento les es más cansado ser peatón, en su sentir con respecto a la seguridad vial peatonal y en los aditamentos que llevan consigo frecuentemente al caminar por la ciudad.

Para este último punto no sólo se encuestó a las personas, si no también se hicieron mediciones cuantitativas de peso y cantidad, sobre esos objetos, con el fin de saber que tanto les afectan.

A continuación se muestra el formato utilizado para entrevistar al peatón, así como registros fotográficos que nos permiten ver los objetos que los peatones llevan consigo. Las hojas con las respuestas de los peatones se incluirá en el Anexo 1 del formato digital.

3.- Problemática del peatón



Soportes isquiáticos para cruces peatonales

Encuesta a peatones

Objetivo:

Identificar los problemas con los que tiene que lidiar diariamente una persona al caminar por la calle, así como sus hábitos y opiniones sobre el diseño y organización vial actual de la ciudad.

Además de la entrevista, se planea contar y pesar los objetos que transportan y cargan, ya sea en los hombros, brazos y manos.

- 1.- ¿Cuánto tiempo al día caminas por las calles?
- 2.- ¿Qué sientes al cruzar por una calle?
- 3.- ¿Qué sueles hacer mientras esperas tu turno para cruzar una calle?
- 4.- ¿Qué opinas sobre la seguridad vial para el peatón?
- 5.- ¿Qué opinas sobre las barreras peatonales?
- 6.- ¿Qué sueles cargar mientras caminas por la calle?
- 7.- ¿Te pesa, te cansa o te estorba lo que cargas?
- 8.- ¿Cuándo sientes que es más cansado ser peatón?
- 13.- ¿Cruzas siempre por los pasos se cebra? ¿Por qué?
- 9.- ¿Te sientes seguro al cruzar por los pasos de cebra?
- 10.- ¿Cómo describirías tu experiencia como peatón?
- 11.- ¿Qué te gustaría cambiar para mejorar esa experiencia?



Soportes isquiáticos para cruces peatonales

Encuesta y medición de objetos transportados por peatones

Participante	Sexo	Actividad	Cantidad de objetos	Tipo	Peso
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

“Inseguridad”

“Miedo”



“No hay respeto
por el peatón”



“Bolsas”

“Mochilas”

“Mandado”





“Más seguridad vial”

“Que todos respeten”

“Más iluminación”



“Observar semáforo,
autos, gente”



“Por las tardes,
después del trabajo”

“Con sol”



3.- Problemática del peatón

3.3.3.- Conclusiones

Mediante la observación y el contacto directo con las acciones de los peatones y sus opiniones con respecto a su andar por el espacio público, se pudieron identificar varios problemas que provocan acciones que pueden desembocar en accidente. Estos problemas pueden ser englobados en 3 grupos de acciones:

- Cruces anticipados: Estas acciones se deben a varios factores que en conjunto determinan la decisión del peatón por cruzar la calle de estas maneras. Mediante los videos que se grabaron mientras los peatones esperaban su turno de cruzar, se pudo observar cómo conforme pasaba el tiempo, se desesperaban cada vez más, ya que llegan a un punto de inactividad en el que sólo pueden ver el tránsito de los autos y la luz del semáforo. Esto fue también lo que comentaron en las entrevistas, de tal manera que esta inactividad junto con el cansancio de caminar por las calles y el que provoca el llevar objetos extra cargando, hacen que la percepción del tiempo de espera se incremente, llevándolos a buscar el tiempo para poder cruzar y seguir su camino.
- Cruces fuera de los pasos peatonales: Los cruces que se dan fuera de los pasos peatonales, en su mayoría se dan de los

camellones hacia la acera. Esto es porque en ellos se quedan las personas cuando el tiempo de cruzar ya no les es suficiente, por lo que aprovechan ese tiempo para seguir caminando en su dirección y al mismo tiempo observar si es posible el cruce. Este tipo de cruces también se da cuando el peatón, al buscar el ahorro de tiempo y de energía y al ver que el semáforo cambia a su favor, se adelanta a cruzar la calle sin llegar aún a la zona de paso peatonal, sin embargo, cuando sucede esto, generalmente no hay peligro de accidente de tránsito, ya que los vehículos suelen estar en alto total.

- Invasión de avenida: Se pudo observar que cuando los peatones invaden la calle donde transitan los automóviles, es porque existen factores ajenos a ellos que lo provocan, tal como los puestos de comercio informal que al ocupar el espacio de la acera, hacen que los peatones salgan de ella para rodearlos y evitar ese obstáculo. Otro factor que impulsa a los peatones a invadir la avenida, es la falta de visibilidad que provocan vehículos estacionados antes del cruce. Esta falta de visibilidad provoca muchos de los atropellamientos, ya que muchas veces, el peatón se confía cuando el semáforo está a su favor, y cruza la avenida sin ver si se aproximan autos, y esta misma falta de visibilidad se comparte con el conductor, ya

3.- Problemática del peatón

que no se percata del cruce del peatón hasta que está a pocos metros de él.

Apartir de estas problemáticas, se generó una propuesta de diseño de mobiliario urbano enfocada en el reordenamiento y mejora de los cruces, la reducción de la ansiedad de los peatones y su percepción del tiempo para cruzar la calle mientras esperan su turno, ofreciendo, al mismo tiempo, mayor seguridad en el momento en que esté cruzando, con el fin de lograr un espacio público más incluyente y beneficioso para este sector, el cual es el más afectado por los accidentes de tránsito por atropellamiento.

Capítulo IV

Propuesta de diseño

Propuesta de diseño

4.1.- Fundamento

Como hemos visto, en las ciudades se concentra un alto índice de movilidad día con día, debido a las distintas actividades que se dan en ella, que contribuyen al desarrollo urbano.

Esta movilidad se da a través de varios medios, y para que se dé de manera eficiente es necesario que pertenezcan a un sistema en el cuál todos participen conjuntamente y de manera equitativa.

Debido a todas las secuelas que dejan consigo los accidentes de tránsito y a la poca participación en el desarrollo de un sistema igualitario, esta tesis se enfoca a la prevención de los atropellamientos, los cuales representan más del 50% de las muertes por accidente de tránsito, buscando así una manera de integrar al peatón en un ambiente más justo, incluyente y seguro.

Para ello se diseñaran elementos urbanos, que incluyan la tecnología e ingeniería de los sistemas de transporte inteligentes (ITS), que estén sincronizados entre sí, ofreciendo cruces peatonales seguros y delimitados, que ayuden tanto a los peatones como a los automovilistas a identificar con anticipación un posible accidente. Esto mediante cruces sensorizados con detectores de visión artificial para la presencia de peatones, y tecnología de microondas para

detectar vehículos que se acercan a una velocidad peligrosa a dicho cruce.

Actualmente la seguridad vial peatonal se limita a elementos prohibitivos y poco amigables hacia el peatón, siendo los semáforos temporizados, los únicos elementos que influyen directamente en la percepción de seguridad y bienestar del peatón, ya que estos les ayudan a saber y calcular el tiempo que tienen para cruzar la calle.

Los elementos diseñados se enfocan en mejorar la percepción de bienestar y seguridad tanto en el cruce peatonal, como en la actividad misma de ser peatón; ofreciendo áreas de descanso que influyan directamente en una actitud de relajación por parte del peatón, reduciendo estrés y cansancio que provoca caminar en las calles y el esperar el momento de cruce si este está semaforizado.

Propuesta de diseño

4.2.- Perfil de Diseño de Producto

Los elementos urbanos a diseñar como parte del sistema para mejorar la seguridad vial peatonal, deben proporcionar cuatro aspectos importantes: descanso peatonal, delimitación peatonal, protección peatonal y señales de advertencia de peligro de atropellamiento tanto para los peatones como para los automovilistas.

Para ello se diseñaran 5 diferentes elementos urbanos: soportes isquiáticos, postes de advertencia para camellones, vialetas luminosas, bancos para camellones y vallas peatonales, siendo los tres primeros los elementos de advertencia hacia el peatón y conductor que contarán con Leds y estarán sincronizados con tecnología ITS, ofreciéndoles información y tiempo para prever un posible atropellamiento.

La instalación completa del sistema se dará inicialmente en las intersecciones más peligrosas de la ciudad de México donde la cantidad de atropellamientos sea mayor a 4 por año.

Aunque los cuatro elementos son parte de un mismo sistema, los factores de diseño de cada uno se preponderan de distinta manera.

Soportes isquiáticos

Función

Este elemento, al tener incorporados los Leds de advertencia tanto para peatones como para conductores, es indispensable que funcionen las 24 horas del día sin ningún tipo de alteración en la sincronización con los sensores, además de proporcionar la misma intensidad de luz en cada elemento, por lo que se debe cuidar que el diseño sea resistente a los factores ambientales naturales y del entorno que pudieran alterar el funcionamiento adecuado de los Leds.

Estos elementos, además de ofrecer al peatón un área de descanso, son delimitadores de los cruces, por lo tanto su diseño debe funcionar como un delimitante que dirija el flujo peatonal hacia ellos pero sin ser una barrera imposible de cruzar, permitiendo que si un peatón cruza en un lugar no permitido, este se pueda incorporar a la banqueta y así evitar ponerse aún más en peligro y a los automovilistas.

Ergonomía

Es indispensable que las luces emitidas desde los elementos, por los Leds, sean visibles tanto para el peatón como para el conductor, por lo que la altura, ángulo e intensidad de luz deberán de ser acordes con la distancia del observador y su

Propuesta de diseño

ángulo visual.

Al ser elementos de mobiliario urbano, se debe encontrar una altura idónea para que cualquier persona pueda descansar cómodamente durante el tiempo de espera que produce un semáforo. El diseño del mueble debe considerar los elementos ambientales y del entorno que pudieran modificar la función de descanso y espera, tales como la acumulación de lluvia, de polvo, basura, etc.

Es muy importante que las dimensiones de estos elementos propicien una buena circulación de las personas que transitan los senderos peatonales, a fin de evitar que se conviertan en obstáculos los mismos objetos y sus ocupantes.

Estética

Los elementos de mobiliario urbano, además de brindar funcionalidad y servicios a los ciudadanos, deben incorporar la dimensión estética, como bien menciona el urbanista Jordi Borja, como prueba de calidad urbana y de reconocimiento cívico.

Estos soportes isquiáticos, al estar interactuando directamente con peatones y conductores mediante las luces de advertencia de Leds, serán los elementos dentro del sistema con mayor preponderancia, siendo estos los que marquen la pauta para el diseño de los demás objetos que

integren la familia de muebles urbanos.

Producción

El volumen de producción de estos elementos se estima, en una primera etapa, de 3000 piezas distribuidas en los cruces más peligrosos de la Ciudad de México, por lo que los materiales a utilizar deberán resistir los factores ambientales y el contacto directo de cientos de personas que los utilizarán diariamente, además de actos vandálicos que pudieran recibir, con tal de ofrecer un producto con una vida útil de al menos 10 años.

La fabricación de los soportes isquiáticos deberá de realizarse al 100% fuera del sitio de instalación para reducir el tiempo y los bloqueos temporales que esta pudiera ocasionar

Postes de advertencia

Función

Estos elementos cumplirán con la misma y como única función, la de advertencia de los soportes isquiáticos, reforzando la visibilidad de las señales de advertencia Led para los carriles junto al camellón, por lo que de igual manera deberán de resistir los factores ambientales para que proporcionen una fiel sincronización con los sensores ITS.

Propuesta de diseño

Con el fin de que haya una lectura de señales de advertencia homogénea por parte de los peatones y conductores, los postes de advertencia deberán de mantener la misma configuración formal que los soportes isquiáticos cumplen para esta función, omitiendo las funciones de delimitación y descanso.

Al tener la misma configuración formal, los factores ergonómicos y estéticos serán los mismos que para los soportes isquiáticos.

Producción

Tener la misma configuración formal, no solo permitirá a peatones y conductores una clara lectura y fácil adaptación a las señales de advertencia, sino también a reducir costos.

Se estima una producción inicial de 1500 unidades para instalar en los cruces peligrosos que cuenten con camellones.

Vialetas luminosas

Función

Las vialetas luminosas serán elementos que al igual que los soportes isquiáticos y los postes de advertencia para camellones, estarán sincronizados con los sensores ITS, por lo que es necesario que dicha sincronización se lleve a cabo con datos precisos y en tiempo real,

para que las señales de advertencia lleguen al observador de manera correcta y veraz.

Estos elementos se instalarán dentro del arroyo vehicular justo antes del paso peatonal, teniendo como principal función la de reforzar aún más las señales de advertencia para los conductores, sin embargo, también proporcionarán iluminación al cruce con el fin de que los peatones sean más visibles por la noche.

Ergonomía

Al igual que los soportes isquiáticos, la visibilidad de las señales de advertencia de las vialetas hacia el conductor debe de ser bien estudiada, de tal manera que puedan ser vistas a una distancia mayor a cuarenta metros para que este pueda tener tiempo suficiente para disminuir su velocidad ante el cruce peatonal.

También el ángulo del haz de luz que iluminará al peatón, deberá de ser el adecuado para proporcionar una buena visibilidad peatonal nocturna.

Producción

Se instalarán dos vialetas luminosas por carril, por lo que se estima una producción inicial de 3000 unidades con un costo aproximado de \$1,000 pesos.

Propuesta de diseño

Debido a que su instalación será dentro del arroyo vehicular, es necesario que el diseño y los materiales para su fabricación sean altamente resistentes a las vibraciones del entorno y al paso de los autos sobre de ellos.

Estética

La estética de estos elementos deberá corresponder a la de la familia de muebles pertenecientes al sistema, con el fin de tener una integración solida de la funcionalidad del conjunto en el consciente de los ciudadanos.

Las vialetas en su configuración, deberán transmitir fortaleza y resistencia, ya que serán los elementos de mayor uso rudo al estar en contacto directo con los automóviles.

Bancos para camellones

Función

Estos bancos estarán instalados en los cruces que dispongan de camellones, ofreciendo otra zona de descanso peatonal, con el fin de influir directamente en la actitud del peatón, haciendo no sólo un cruce más tranquilo y seguro, sino también dando una mejor calidad de infraestructura peatonal para mejorar la movilidad de las personas.

Al igual que los soportes isquiáticos, los bancos deberán de evitar que se acumule en ellos elementos ajenos que puedan alterar su función, como agua, basura, etc.

Estos bancos no solo tendrán interacción directa con los peatones quienes serán los usuarios principales, sino que también serán parte de la infraestructura visible de la ciudad por lo que su estética es muy importante para embellecerla. Al ser parte de un sistema de tecnología inteligente, su aspecto debe reflejar vanguardia y limpieza por medio de sus acabados y materiales

Ergonomía

Los bancos deberán tener una altura en la cual todas las personas puedan sentarse a esperar cómodamente. A pesar de que la mayoría de la población peatonal sea de entre 20 a 35 años, los bancos deberán adaptarse tanto para la población infantil, como para los adultos mayores.

Producción

Se instalarán de tres a cuatro bancos por camellón, estimándose una producción para la primera etapa, de 3000 piezas.

Los materiales a usar deberán resistir el uso diario de los peatones, así como los factores ambientales y del entorno. Su fijación deberá ser

Propuesta de diseño

de tal forma que puedan ser sustituidos fácilmente si por alguna razón son dañados.

Vallas peatonales

Función

Las vallas peatonales estarán instaladas junto con los soportes isquiáticos así como en las esquinas de cada intersección. Esto como medio de protección, delimitación, direccionamiento hacia el cruce y una mejor visibilidad mutua entre conductores y peatón, además de ofrecer también un área de descanso y apoyo para los peatones, habiendo así una interacción más amable y directa con ellos, y no sólo sean barreras limitadoras como las vallas actuales.

Estética

Al igual que los demás elementos del sistema, la estética de las vallas peatonales seguirá la misma línea formal que los soportes isquiáticos, con el fin de unificar el sistema para hacer más sólido su funcionamiento y tenga una rápida familiarización en el consiente de los ciudadanos.

Además de reflejar en su estética, vanguardismo y limpieza, las vallas peatonales deberán reflejar amabilidad y respeto por el peatón y sus actividades con tal de lograr actitudes recíprocas y ordenadas.

Producción

El costo aproximado de las vallas peatonales será de \$1, 000 pesos por valla y el volumen de producción se estima en 4500 unidades instaladas en las banquetas, junto con los soportes isquiáticos, y en las esquinas de cada intersección.

Los materiales y acabados deberán ser resistentes a la intemperie y a las vibraciones del entorno provocadas por el tránsito. De la misma manera, que los demás elementos, su fabricación deberá de ser al 100% fuera del sitio de instalación, con el objetivo de reducir y los bloqueos temporales a la acera por esta.

Ergonomía

La altura de las vallas peatonales deberá ser tal, que permita una buena visibilidad mutua entre peatones y conductores, tomando en cuenta la altura tanto de adultos como niños peatones. Estas medidas deberán permitir que el conductor pueda identificar a los peatones dentro de la acera, y que los peatones puedan ver en qué momento es seguro realizar su cruce por la calle.

Propuesta de diseño

4.3.- Argumentación Económica

El gobierno del Distrito Federal cada vez está más consciente del impacto económico que traen consigo los accidentes de tránsito, y en especial los 15 mil accidentes anuales que involucran a los peatones. Por ello, este en el reciente año 2014 presentó el *Programa de acción de cruces seguros*, en donde están destinando 24.2 millones de pesos para diez de los cruces más peligrosos del Distrito Federal. Las acciones que incluye este programa son revisión de semáforos, ampliación y construcción de banquetas, instalación de bolardos, construcción de rampas, instalación de barandales metálicos, e instalación de piso táctil para personas con discapacidad visual.

La Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal calcula que en cada atropellamiento existe una pérdida económica de 142 mil 116 pesos. En el año 2006 se registraron 4 mil 992 atropellamientos dejando un costo de 710 millones de pesos.¹⁹

SAP es un sistema que ofrece más que amplitud y comodidad en el trayecto peatonal, además de ofrecer áreas de descanso y gracias a tecnología de transporte inteligente, advierte tanto a peatones como conductores sobre un posible accidente, dando valiosos segundos de

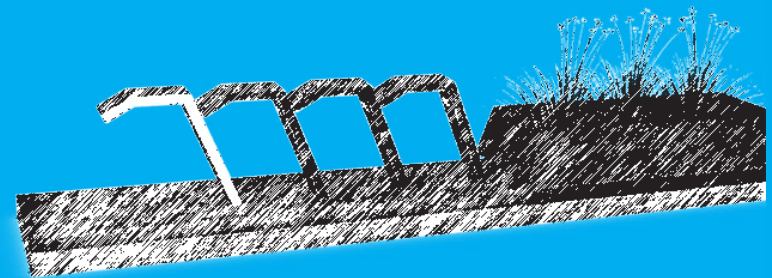
reacción para anticiparse y poder evitarlo.

En el Distrito Federal hay 92 intersecciones donde los atropellamientos son recurrentes, yendo de los 4 hasta los 20 atropellamientos dando un total de 428 atropellamientos al año. Esto genera un costo, sin contar los servicios de emergencia, de \$60,825,648 pesos. La inversión en el sistema SAP por intersección es de \$544,251.92 pesos y si se toma en cuenta que su efectividad es del 50%, en una intersección con 4 atropellamientos al año, el costo de la inversión puede ser recuperado en un lapso menor de dos años, y en una intersección de 20 atropellamientos se recupera en cuatro meses, pudiendo utilizar esos recursos en otros activos y no en gastos por accidentes de tránsito.

Al instalar el sistema SAP en estas 92 intersecciones se estaría ahorrando en el primer año más de \$30 millones de pesos, cubriendo el 60% de la inversión tan solo en el primer año de funcionamiento.



Conceptos iniciales



Propuesta de diseño

Pulsera de advertencia

Este primer concepto para prevenir accidentes, se enfocó exclusivamente al peatón, en donde el objeto adaptado al usuario como una pulsera, advierte al peatón mediante pulsos vibratorios y luces de advertencia, sí un vehículo se aproxima a él, peligrosamente, y así darle tiempo al peatón de reaccionar y cambiar de dirección. Sin embargo, la tecnología ITS que podría adaptarse al tamaño del objeto, no haría rentable el producto.



Propuesta de diseño

Proyector holográfico

Con esta propuesta se busca que, tanto peatones como conductores, respetaran el derecho de cruce mediante una barrera meramente visual proporcionada por un objeto de señalización urbana basado en holografía. De igual forma, la tecnología actual haría incosteable el proyecto, además de que las imagenes proyectadas variarían con respecto a la intensidad de luz del ambiente, lo que podría ocasionar confusion en las personas.



Propuesta de diseño

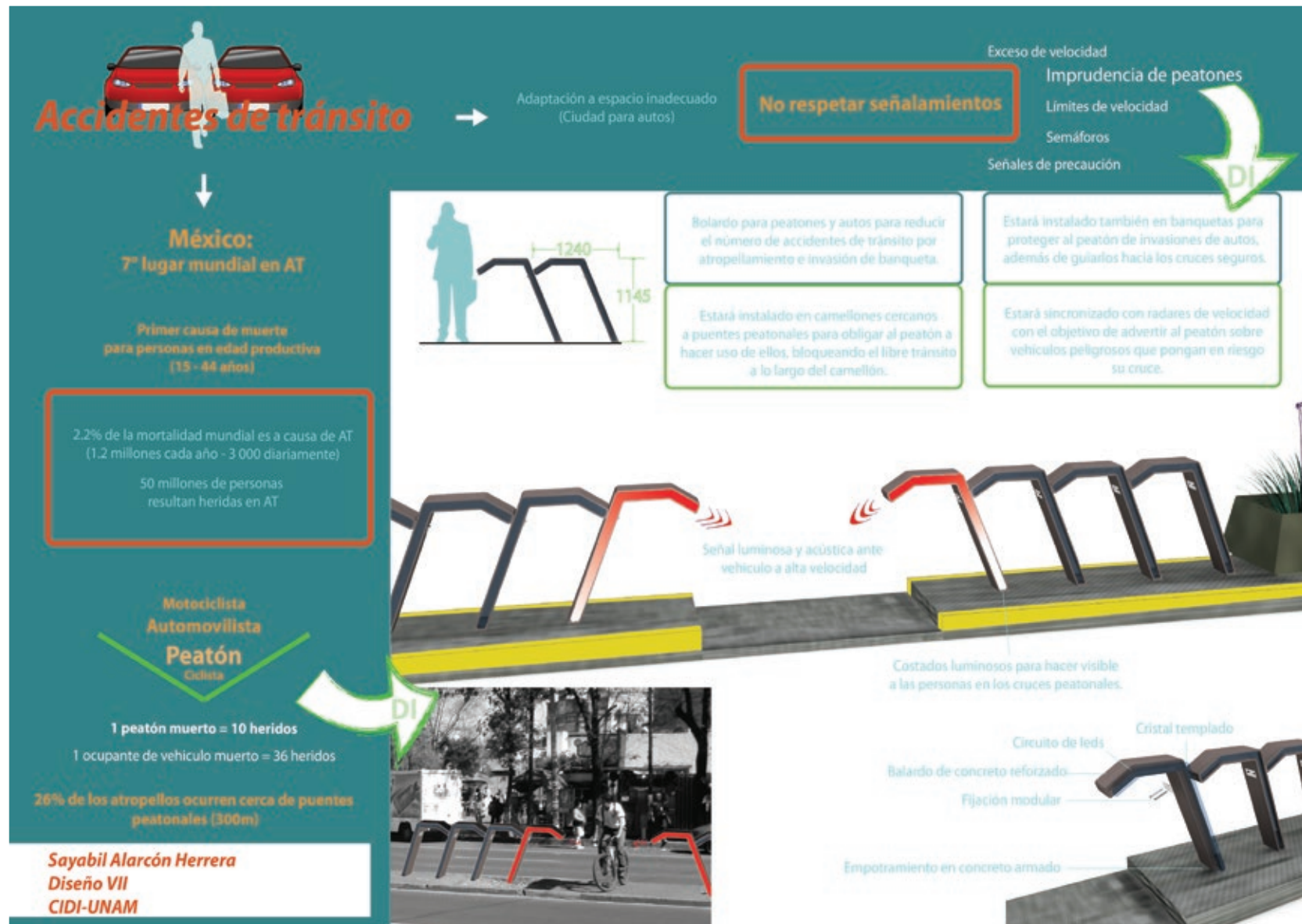
Delimitadores peatonales

En este concepto se buscó delimitar el paso de los peatones con el fin de enfocar una sola área de atención visual para los automovilistas y así aumentar la precaución al acercarse a estas zonas. También se propuso sensorizar estos cruces de tal manera que, mediante señales luminosas y sonoras incluidas en estos delimitadores, el peatón pudiera saber si un auto se acercaba al cruce con una velocidad peligrosa y así también aumentar su precaución al pasar la calle. Esta propuesta fue la que se escogió como base para seguir desarrollando a lo largo del proyecto.



Propuesta de diseño

Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales



Propuesta de diseño

Soportes Isquiáticos

Propuesta del sistema

Esta propuesta surge a partir de la observación y contacto con los peatones, descrita en el capítulo tres, y en base a ello, se hizo una lluvia de ideas, herramienta muy utilizada en el diseño, para la generación de ideas y conceptos.

De esta lluvia de ideas, los puntos que se utilizaron para formar e incluir en la propuesta de diseño, fueron: incluir elementos que soporten las cosas que cargan los peatones; iluminación para hacer visible al peatón en los senderos peatonales y

en el cruce; reducir en su percepción el tiempo de espera de cruce; elementos para sentarse y descansar momentaneamente; y una mayor seguridad en las calles y cruces.

Estas características se incluyeron en el diseño de soportes isquiáticos instalados en los cruces peatonales, los cuales permitan el descanso temporal del peatón.

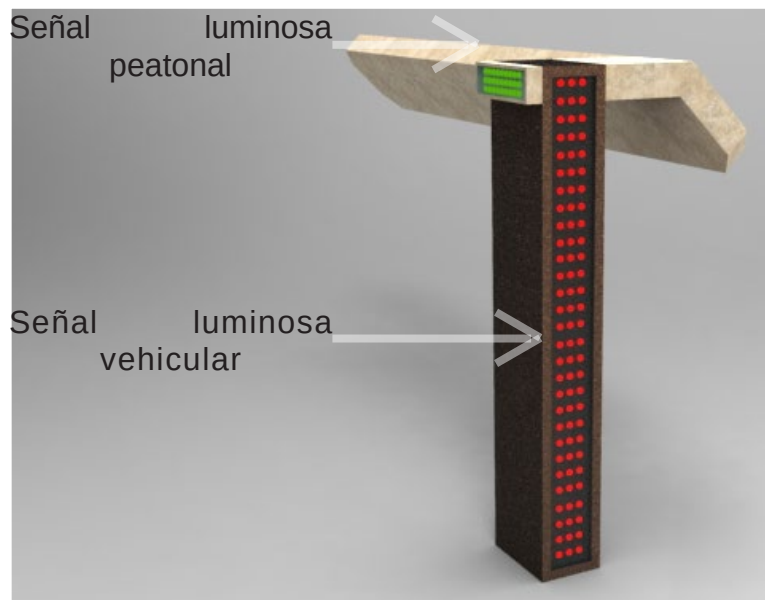
Los elementos para soportar las cosas que las personas suelen cargar, se incluyeron al soporte isquiático mediante ranuras incluidas en la misma superficie de descanso en donde se recargaría el peatón.



Propuesta de diseño

Se siguió manteniendo la propuesta de sensorizar los cruces peatonales para que los peatones pudieran saber si un auto se acercaba a exceso de velocidad al cruce y poder actuar ante ello. También se propuso sensorizar a los peatones al momento que están cruzando, ya que muchos de los atropellamientos ocurren por la falta de visibilidad del conductor hacia el peatón.

Se incluyeron, conformando un sistema que daría pie al sistema y conjunto final, vialetas luminosas igualmente sincronizadas con las señales emitidas por los soportes isquiáticos, con el fin de reforzar la visibilidad de estas señales para los automovilistas. La instalación de estas vialetas se pensó a lo largo del cruce peatonal, paralelas a la línea blanca de detención de los pasos de cebra.

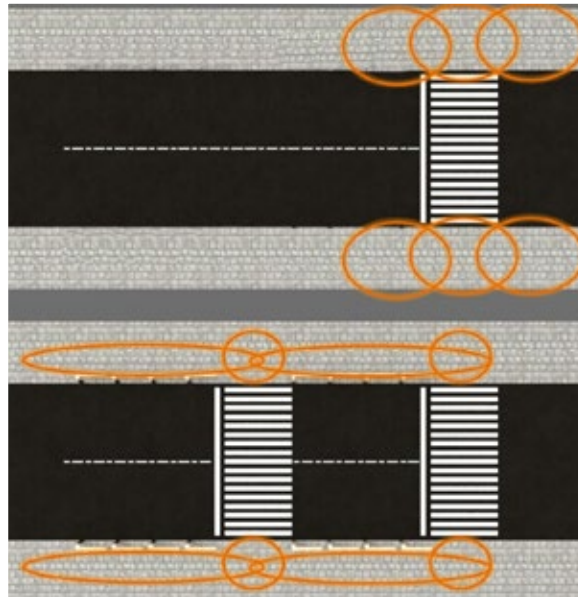


Propuesta de diseño

La distribución en la instalación de los soportes isquiáticos fue pensada para que además de servir como zona de descanso peatonal, siguiera delimitando los cruces, y a su vez, evitando que el peatón invadiera la avenida. Esto a través de dos cruces peatonales delimitados por los soportes, para lograr una mejor distribución longitudinal de las personas.

Radios de concentración peatonal en cruces

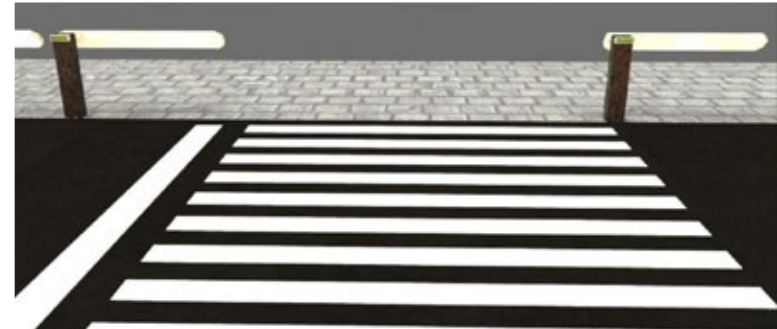
Actualidad



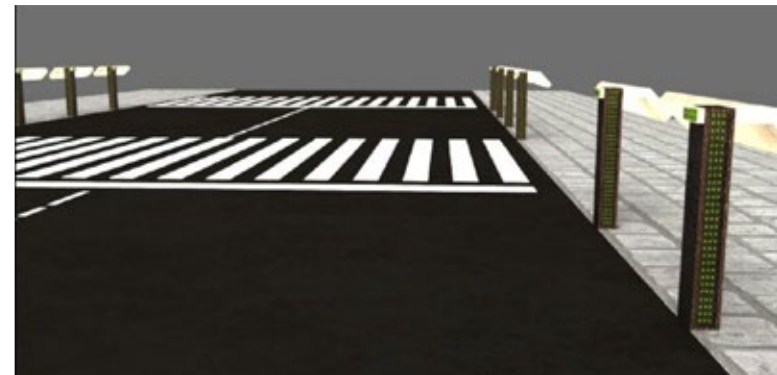
Propuesta



Vista del peatón



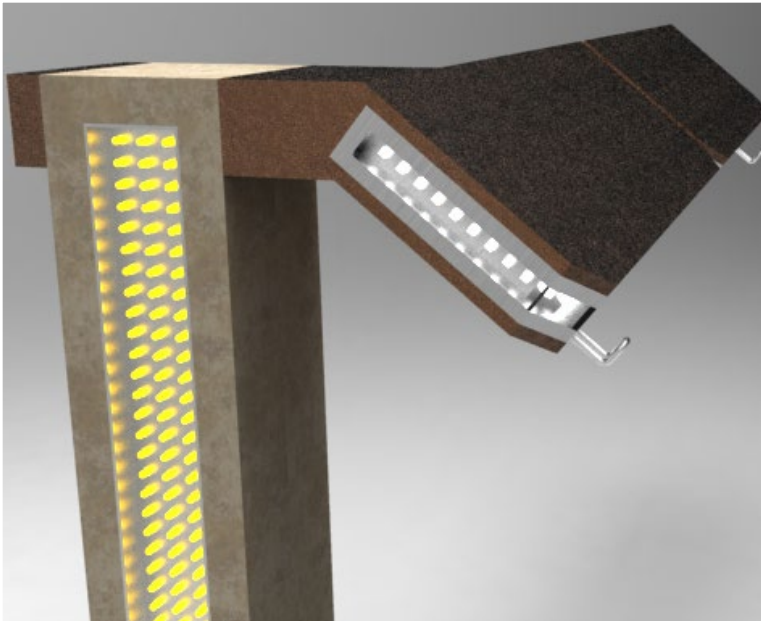
Vista del automovilista



Propuesta de diseño

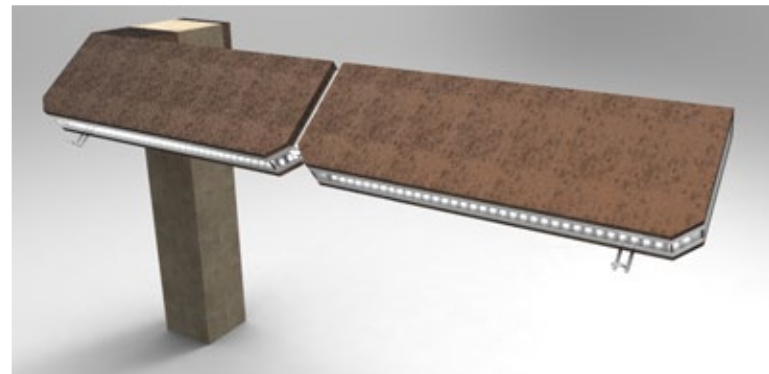
Propuesta volado

Con base en el mismo principio de funcionamiento de delimitación, seguridad y descanso, que conformarían todo un sistema, se fueron desarrollando más propuestas formales de soportes isquiáticos, pensando ya, en los factores productivos y los materiales reales para su fabricación.



En esta propuesta se pensó en el concreto armado como material para el poste donde se encontrará el sistema de advertencia de luces Led, debido a su gran resistencia y durabilidad en la intemperie.

Para la superficie de soporte, en donde los peatones se apoyarán, se propuso acero corten, para ofrecer al usuario una textura con fricción que permitiera adherencia al momento de descansar en ella. En el interior de esta superficie se pensó en incluir Leds de luz blanca que permitieran iluminar los senderos peatonales, sin embargo, además de que elevaría mucho los costos de producción, la iluminación emitida sería ineficiente, ya que quedaría cubierta por las mismas personas que utilicen el soporte..



Propuesta de diseño

Se siguió manteniendo la propuesta de que el objeto funcionara también para soportar las cosas que cargan los peatones. En esta propuesta se incluyeron como barras de acero fijas a la superficie de descanso. Se pensó principalmente para bolsas, mochilas o objetos que tuvieran asas para poder colgarlas de ellas.

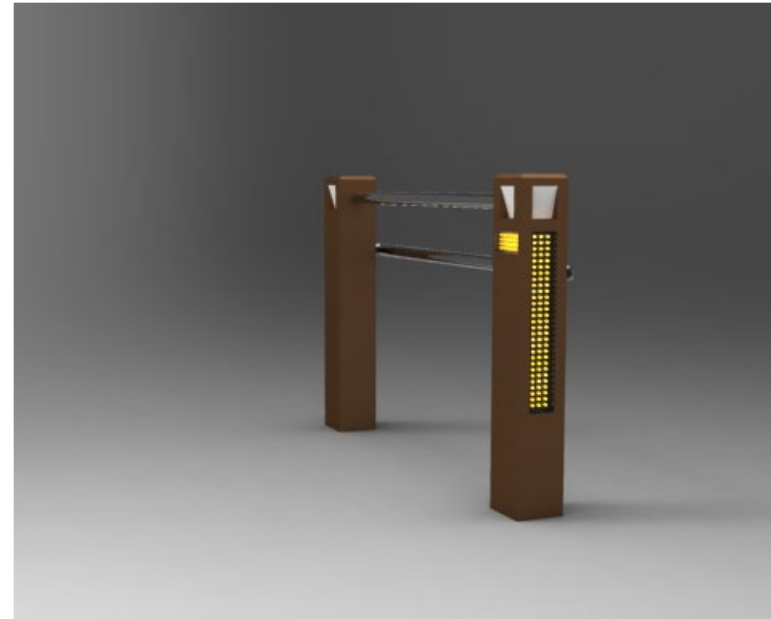


Propuesta de diseño

Propuesta Tubular

En esta propuesta se busca que el soporte contara con otro apoyo al piso para evitar fuerzas de torque que pudieran haber con el uso constante de los usuarios. Para ello se propusieron dos postes que fueran sosten de dos tubos de acero de 1 1/2", en donde el tubo superior funcionaría como respaldo y el inferior como soporte isquiático. Uno de esos postes sería el que emitiera las señales de advertencia de Led quedando el otro sólo con la función de soporte.

Se busco iluminar los senderos peatonales desde un punto más radial, desde la parte superior de cada poste y así evitar que los usuarios al usar el soporte, cubran la luz, sin embargo, debido a que los soportes isquiáticos emiten luz de advertencia, posteriormente se decidió no incluir más iluminación en los mismos, para evitar confusiones en conductores y peatones que pudieran provocar accidentes.



Propuesta Final

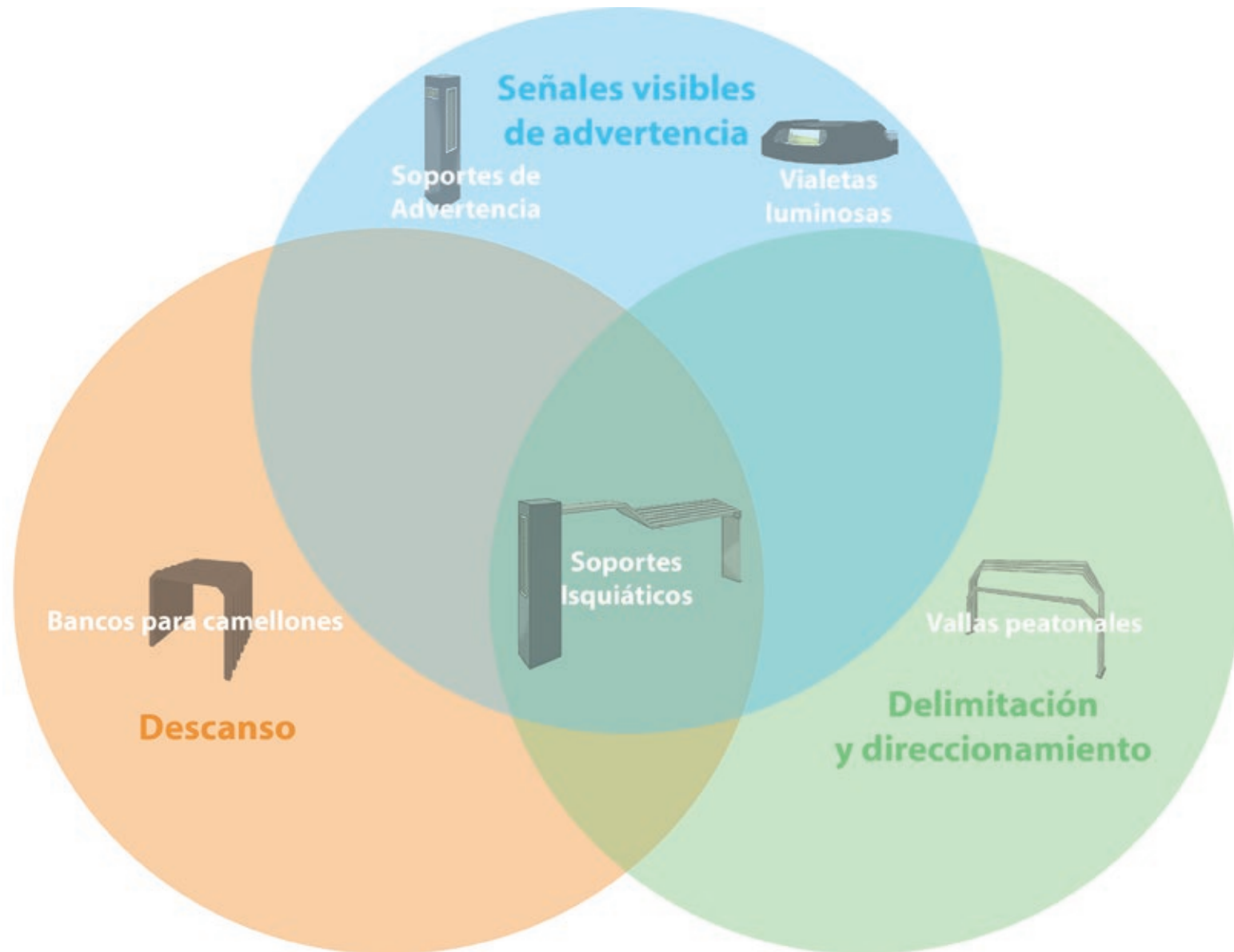
Lluvia de ideas

- **Elementos que carguen las cosas de los peatones**
- Puentes para autos, no para personas
- **Iluminación**
- Cruce con velocidad y tiempo determinados
- **Reducir tiempo de espera (percepción)**
- Elementos de prevención previos a cruces peatonales
- **Elementos para sentarse**
- Información de proximidad del próximo cruce
- Diversión en cruces
- Fomentar la caminata
- **Seguridad en calles y cruces**

Propuesta de diseño



Propuesta de diseño



Propuesta de diseño

4.5.1.- Aspectos Generales

La propuesta final de diseño es un conjunto de objetos que conforman un sistema enfocado en la seguridad vial peatonal, con el fin de reducir los atropellamientos por cruces antirreglamentarios por parte de los peatones.

Como ya se vio, estos cruces antirreglamentarios se deben principalmente a factores de tipo psicosocial y físico causados por el ritmo de vida tan acelerado en una ciudad como el Distrito Federal, y de la poca equidad existente en el espacio público, un espacio diseñado para automovilistas. Por ello, este sistema ofrece a los peatones, elementos de mobiliario urbano que impacten directamente en su percepción de tiempo de espera de cruce, mediante el descanso físico, y con funciones tecnológicas proporcionadas por sensores ITS, que proporcionen información de advertencia a ellos y a los conductores, haciendo con ello un cruce más seguro y precavido.

Estos elementos del sistema son soportes isquiáticos, soportes de advertencia, vialitas luminosas, vallas peatonales y bancos para camellones, los cuales se irán describiendo uno por uno para al final mostrarlos en conjunto en una propuesta de implementación para una parte del cruce más peligroso del Distrito Federal, que es el cruce entre Av. Paseo de la Reforma y Av. Hidalgo.



Propuesta de diseño

4.5.2.- Factores de mercado

El cliente potencial que adquirirá estos elementos urbanos es el gobierno de la Ciudad de México, a través de la Secretaría de Gobierno, las delegaciones políticas y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, quienes se encargan de elaborar, coordinar, evaluar y autorizar los programas y proyectos de diseño, ya sea por medio de licitación pública o por invitación restringida, así como su distribución, emplazamiento, instalación, operación y mantenimiento en la vía pública y espacios públicos del Distrito Federal.

Cuentan con especialistas técnicos profesionales en las áreas del Diseño Industrial, la Arquitectura, Arquitectura de Paisaje y el Urbanismo, que junto con otros miembros de distintas dependencias, como la Dirección General de Administración Urbana; la Dirección General de Equipamiento Urbano y Proyectos; la Coordinación General de Programas Delegacionales y Metropolitanos; la Secretaría de Transportes y Vialidad, ahora Secretaría de Movilidad, y la misma Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, conforman la Comisión Mixta, la cuál funge como órgano de consulta y dictaminación técnica de cada proyecto referente al mobiliario urbano.

4.5.3.- Usuarios

Los usuarios de estos elementos urbanos serán todas aquellas personas que se encuentren en el espacio público donde esten instalados, ya sean peatones en el cruce peatonal o automovilistas que se dirigen a este, sin embargo, como se vio anteriormente, por estadística, los usuarios, en ambos casos, más frecuentes serán las personas en edad productiva de entre 20 a 50 años de edad, ya que son el grupo de personas más móviles y por ello, el grupo más propenso y afectado a los accidentes de tránsito.

Este sistema también está pensado hacia otros dos grupos, el de los niños y adultos mayores peatones, que aunque su movilidad y accidentalidad es menor, sus condiciones físicas los vuelven más vulnerables, sobre todo al cruzar una avenida.

Propuesta de diseño

4.5.4.- Volumen de la demanda

De acuerdo a una investigación realizada por la Secretaría de Salud en el año 2008, existen 9 delegaciones del Distrito Federal con alto índice de frecuencia en los accidentes de tránsito, en donde se incluyen accidentes por atropellamiento, colisión, caída de pasajero, derrapamiento y volcadura.

Estas delegaciones son parte de los primeros dos grupos, de cuatro en total, con prioridad alta para ser intervenidas y desarrollar estrategias que disminuyan la accidentalidad de tránsito.

La siguiente tabla muestra los cuatro grupos en orden prioritario de intervención y el tipo de persona más accidentado.

Como se puede observar, los peatones, en la mayoría de las delegaciones, son las personas más afectadas por los accidentes de tránsito, por lo que es el grupo más importante en el que se requieren acciones y estrategias para reducir la accidentalidad.

En esta investigación se encuentran también registrados el número y tipo de involucrado en los accidentes de tránsito de las intersecciones más importantes de cada delegación.

Delegación	Prioridad por grupos	Prioridad por delegación	Categoría y tendencia	Prioridad por tipo de accidentes que provocan defunciones							
				Peatón	Ocupante de automóvil	Motorista	Ciclista	Ocupante de autobús	Ocupante de camioneta o furgoneta	Ocupante de transporte pesado	Otros accidentes de transporte terrestre
Benito Juárez	1	1	Frecuencia muy alta con crecimiento	1	2	3	5	4	0	7	6
Miguel Hidalgo		2	Frecuencia muy alta con crecimiento	1	2	3	4	5	5	0	5
Cuauhtémoc		3	Frecuencia muy alta con crecimiento	1	2	3	4	0	4	4	0
Iztapalapa		4	Frecuencia alta y crecimiento abrupto	1	2	0	3	3	0	0	3
Coyoacán	2	5	Frecuencia alta con crecimiento	1	2	3	3	0	0	0	0
Álvaro Obregón		6	Frecuencia alta con crecimiento	1	2	3	4	0		4	0
Venustiano Carranza		7	Frecuencia alta y cambios mínimos	1	2	3	4	6	6	6	5
Gustavo A. Madero		8	Frecuencia alta y cambios mínimos	1	2	3	5	5	0	4	6
Tlalpan	3	9	Frecuencia alta y cambios mínimos	2	1	3	0	0	0	4	4
Azcapotzalco		10	Frecuencia media y cambios mínimos	1	2	3	0	0	4	0	0
Iztacalco		11	Frecuencia media y cambios mínimos	1	2	3	0	0	0	0	0
Tlahuac		12	Frecuencia baja y cambios mínimos	1	2	0	0	0	0	0	3
Xochimilco	4	13	Frecuencia baja y cambios mínimos	1	2	0	0	0	0	0	3
Cuajimalpa de Morelos		14	Frecuencia baja y cambios mínimos	1	2	0	0	0	0	0	3
Magdalena Contreras		15	Frecuencia baja y cambios mínimos	1	2	3	0	0	0	0	0
Milpa Alta		16	Frecuencia baja y cambios mínimos	2	1	0	0	0	0	0	0

Propuesta de diseño

De estas tablas se extrajeron los datos para enfocarnos en la cantidad total de cruces por cantidad de atropellamientos, con el fin de definir la cantidad de cruces a instalar el sistema.

Número de Atropellamientos	Número de intersecciones por delegación					
	Benito Juárez	Cuauhtémoc	Iztapalapa	Miguel Hidalgo	Total de Intersecciones	Total de Atropellamientos
1	32	15	24	22	93	93
2	18	21	21	20	80	160
3	9	14	6	15	44	132
4	4	14	5	4	27	108
5	1	12	4	3	20	100
6		2	1	1	4	24
7	1	2		1	4	28
8		2			2	16
9		2	1		3	27
10		1			1	10
+10		1			1	20
Total	65	86	62	66	279	718

Cantidad de intersecciones por número de atropellamientos
Grupo 1

Propuesta de diseño

Se puede observar que a medida que crece la cantidad de atropellamientos, decrece el número de intersecciones. Esto quiere decir que la mayoría de los atropellamientos son esporádicos y están dispersos en diferentes intersecciones, por lo que conviene enfocarse a aquellas con mayor recurrencia de atropellamientos.

Número de Atropellamientos	Número de intersecciones por delegación						
	Coyoacán	Álvaro Obregón	Venustiano Carranza	Gustavo A. Madero	Tlalpan	Total de Intersecciones	Total de Atropellamientos
1	30	26	28	31	24	139	139
2	10	13	18	17	4	62	124
3	2	6	15	8	1	32	96
4	4	2	6	7	3	22	44
5	1		1	2		4	20
6							
7		1		1		2	14
8			1			1	8
9			1			1	9
10							
+10							
Total	47	48	70	66	32	263	454

Cantidad de intersecciones por número de atropellamientos
Grupo 2

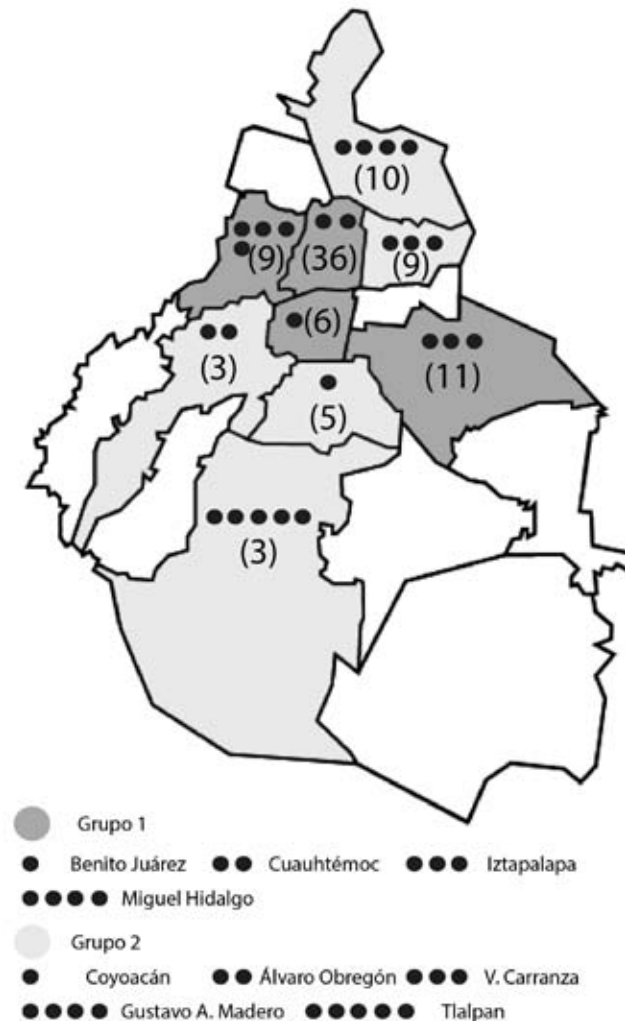
Propuesta de diseño

Para definir el volumen de producción en una primera etapa del proyecto, se tomaron en cuenta las intersecciones con más de 4 atropellamientos, pertenecientes a los dos primeros grupos de delegaciones con mayor accidentalidad. Esto nos da un total de 92 intersecciones para instalar el sistema y los elementos diseñados.

En la siguiente imagen se define la cantidad de intersecciones a intervenir por delegación y por grupo de prioridad.

En base a ello y al ejemplo de instalación del sistema que se verá posteriormente, se calculó que para las 92 intersecciones a intervenir, se instalarán:

- Soportes isquiáticos: 3,000 unidades
- Postes de advertencia: 1,000 unidades
- Vialitas luminosas: 3,000 unidades
- Bancos para camellones: 3,000 unidades
- Vallas peatonales: 4,500 unidades



Propuesta de diseño

4.5.5.- Requerimientos Fotométricos del Sistema de Circuitos Led

El sistema cuenta con tres dispositivos que emiten advertencias luminosas a través de diodos Led, dos de ellos están diseñados para dirigirlas a los automovilistas y un dispositivo emitirá la advertencia a los peatones. Al ser parte de la infraestructura de tránsito de una ciudad, las luces emitidas de estos dispositivos deben obedecer una serie de requisitos normativos. Para esta tesis se tomo como referencia la norma española UNE-EN 12352 con título Dispositivos de advertencia de peligro y balizamiento.

Dispositivo peatonal

Objetivo: Advertir al peatón que se encuentra cruzando la calle a través de los pasos de cebra sensorizados, mediante dispositivos luminosos instalados en soportes isquiáticos, sobre al acercamiento de un vehículo a velocidad potencialmente peligrosa para el peatón.

Dispositivo vehicular

Objetivo: Advertir al conductor que se encuentra próximo a un cruce peatonal, mediante dispositivos luminosos instalados en soportes isquiáticos, sobre la existencia de un peatón dentro del cruce sensorizado.

Dispositivo de vialeta

Objetivo: La vialeta luminosa cuenta con dos tipos de dispositivos luminosos. El primero, al igual que el dispositivo vehicular, advierte al conductor sobre la existencia de peatones cruzando la avenida, y el segundo dirigido hacia el paso peatonal, ilumina el cruce con luz blanca para una mejor visibilidad de los peatones por las noches.

Intensidad luminosa

El tamaño del área luminosa de cada dispositivo fue definido tomando como referencia el tamaño de los dispositivos de los semáforos vehiculares y peatonales. De acuerdo a la tabla 1, tomada de la norma UNE-EN 12352, la intensidad luminosa máxima superficial para los dispositivos peatonales será de 150 cd, estando el dispositivo en la clase L2H de dicha tabla, mientras que la intensidad luminosa máxima superficial para los dispositivos vehiculares será de 500 cd, estando el dispositivo en la clase L8M.

Los dispositivos deberán ser capaces de reducir la intensidad de la luz emitida hasta un mínimo del cincuenta por ciento (50%) de su máxima intensidad. La intensidad máxima de los elementos lumínicos será empleada durante las horas de luz diurna, mientras que la menor intensidad será utilizada durante la noche.

Clase	Área de la superficie de emisión luminosa en cm ²	Intervalos angulares		Intensidad luminosa			
				Tensión nominal			Tensión mínima
		Horizontales	Verticales	$I_{Rmin.}$ en cd	$I_{Amin.}$ (% de $I_{Rmin.}$)	$I_{Amáx.}$ en cd	$I_{Umáx.}$ (% de $I_{Rmin.}$)
L1		300°	+5° a -5°	1	100	100	50
L2L	≥18	+7° a -7°	+7° a -7°	25	25	100	25
L2H	≥18	+7° a -7°	+7° a -7°	150	25	1500	25
L3	≥75	+10° a -10°	+5° a -5°	2	50	100	25
L4(F2)	≥140	+10° a -10°	+5° a -5°	43	25	100	15
L5	≥140	+2° a -2°	+2° a -2°	500	25	2000	25
L6	≥2 x 250	+10° a -10°	+5° a -5°	10	25	100	12.5
L7	≥250	+10° a -10°	+5° a -5°	20	25	100	12.5
L8G	≥250	+7.5° a -7.5°	+5° a -5°	25	25	100	12.5
L8L	≥250	+7.5° a -7.5°	+5° a -5°	250	25	500	12.5
L8M	≥250	+7.5° a -7.5°	+5° a -5°	500	25	1500	12.5
L8H	≥250	+7.5° a -7.5°	+5° a -5°	1500	25	5000	12.5
L9L	≥700	+1.5° a -1.5°	+1.5° a -1.5°	500	25	2000	12.5
L9M	≥700	+1.5° a -1.5°	+1.5° a -1.5°	2000	25	8000	12.5
L9H	≥700	+1.5° a -1.5°	+1.5° a -1.5°	20000	25	40000	12.5

Tabla 1
Clases de dispositivos luminosos de advertencia de peligro
EN 12352:2000

Propuesta de diseño

Prestaciones cromáticas.

Existen tres tipos de colores indicados para los dispositivos de advertencia de peligro, cuyas especificaciones se muestran en la Tabla 2. Para mantener una uniformidad de color, entre todos los dispositivos, se utilizará un sólo color con cualquiera de las ecuaciones de disponibles para el color Amarillo.

Color de los dispositivos luminosos	Ecuación	Límite
Rojo C	$Y=0.29$ $Y=0.98-X$ $Y=0.320$	Rojo Púrpura Amarillo
Amarillo C1	$Y=0.387$ $Y=0.98-X$ $Y=0.727\%+0.054$	Rojo Blanco Verde
Amarillo C2	$Y=0.380$ $Y=0.940-X$ $Y=0.500$	Rojo Blanco Verde

Tabla 2
Colores de los dispositivos luminosos de advertencia de peligro
EN 12352:2000

4.5.6.- Requisitos Eléctricos y Funcionales

Duración del destello

La continuidad de la luz emitida deberá ajustarse a la clase F4 señalada por la norma UNE-EN 12352, que indica una velocidad de intermitencia de entre 120 y 150 destellos por minuto.

Características de operación

Los dispositivos deben de operar de manera automática mediante un sistema coordinado entre estos y los sensores con una tensión de alimentación de 127V C.A. o 220V C.A. con 10% de tolerancia.

Protección de Voltaje Transiente

Los circuitos de cada dispositivo luminoso debe incluir un circuito de protección contra ruidos repetitivos de voltaje y esporádico de alta energía, en general el dispositivo debe ser diseñado para absorber la interferencia transientes.

Energizado del circuito de Led

Los Led de iluminación individual, se alambrarán a sus fuentes de alimentación, de tal manera que, ante un fallo catastrófico de un Led no se producirá una pérdida de más del 20 por ciento

Propuesta de diseño

del rendimiento a la iluminación del módulo y que su efecto en la distribución de la luz sea mínimo.

Oscurecimiento

El circuito del módulo de señales a Led se diseñará para reducir la intensidad de iluminación y además, responda disminuyendo los niveles de iluminación en el ambiente. El circuito que reducirá la intensidad de iluminación a los módulos de señales a Led de tráfico, deberá operar en todo momento al mismo porcentaje de la intensidad luminosa mínima requerida, aplicando el mismo factor de reducción sobre todo el conjunto de módulos que esté en el grupo de cruce.

Fallas Impedancia

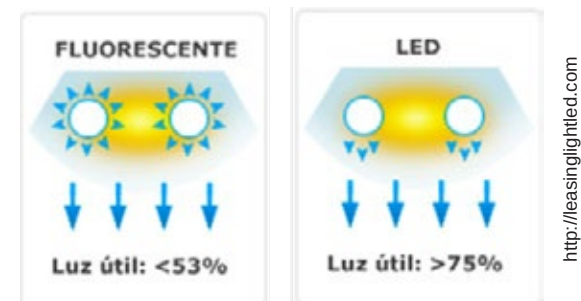
El diseño del módulo de señal led deberá detectar cuando ocurra una pérdida de rendimiento en su iluminación debido a las quemaduras de los Led de entre 25 y 40%. Esta pérdida de rendimiento en su iluminación debido a la poca luz de cada Led individual o quemadura de los Led, no se detectará para las pérdidas de menos de 25%, pero si para cualquier pérdida de luz mayor al 40%. La unidad, al darse cuenta de una pérdida válida de luz, presentará una impedancia de 500 K Ohms en la línea de corriente alterna, apagándose completamente.

4.5.7.- Selección de Leds

¿Porqué Leds?

La tecnología LED se ha introducido desde hace ya varias décadas en el ramo de la iluminación, formando actualmente una gran revolución en este ámbito. Debido a sus múltiples beneficios de calidad visual y eficiencia energética se están posicionando como la fuente de luz del futuro.

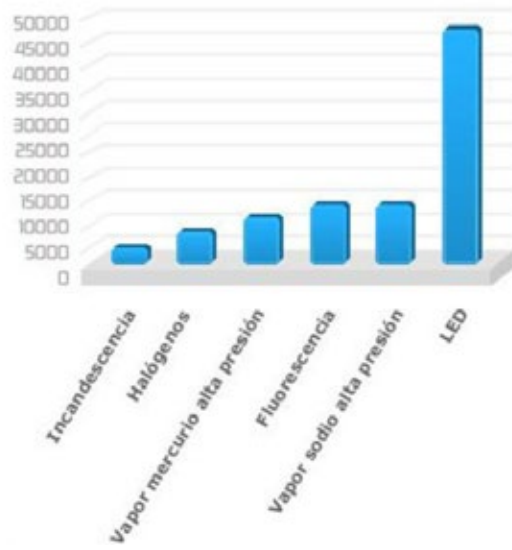
Los focos fluorescentes, así como los incandescentes, emiten iluminación de manera omnidireccional, lo cuál significa que parte de la luz generada, se pierde en el interior del portalamparas o el reflector de la lámpara donde están instalados. Los diodos Led emiten iluminación direccional, aumentando con ello la cantidad de luz útil por arriba del 75%.



Comparativa de luz útil entre tecnología Fluorescente y Led

Propuesta de diseño

La vida útil de los Leds es una de sus principales ventajas, ya que supera las 40, 000 horas de funcionamiento, contra las 1, 000 horas de un foco incandescente, o las 8, 000 horas de un foco fluorescente.



Comparativa de vida útil entre tecnologías de iluminación

Además de su aplicación en componentes electrónicos, en la industria automotriz, en iluminación arquitectónica y urbana, la tecnología LED se está introduciendo en el ámbito de la señalización de tráfico.



Los encendidos frecuentes en un foco incandescente o fluorescente reducen en gran medida la vida útil, sin embargo, los leds no son afectados por estos factores. En esta tesis, los dispositivos requieren de señales intermitentes constantes, por lo que el usar tecnología led, implicaría menos costos por mantenimiento.

Los diodos led pueden emitir luz de diferentes colores, lo cual es una gran ventaja, ya que se evita la colocación de micas o filtros para lograr el color deseado, lo cual trae consigo una disminución en el rendimiento luminoso y eficiencia energética.

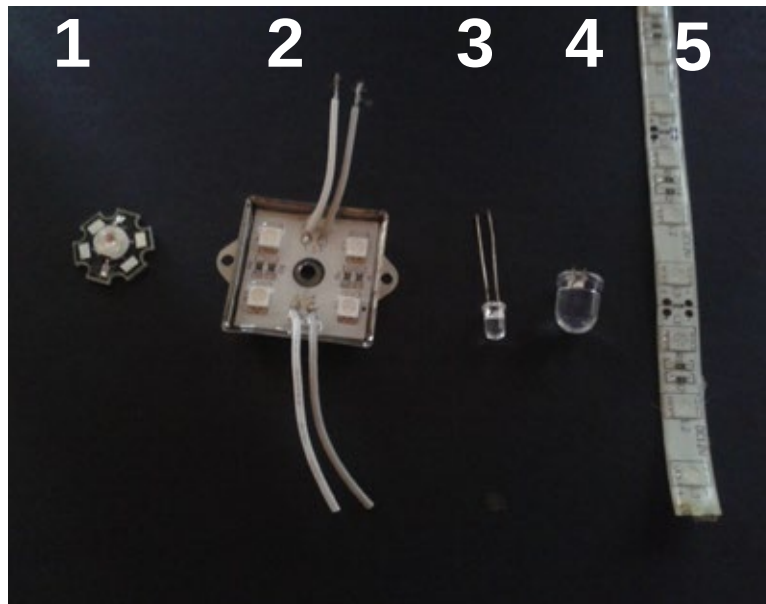
Otras ventajas de la tecnología led en señalización de tráfico son su fiabilidad, mayor resistencia a las vibraciones, mejor visión ante diversas circunstancias de iluminación y menor disipación de energía.

Propuesta de diseño

Selección y comparación de Leds

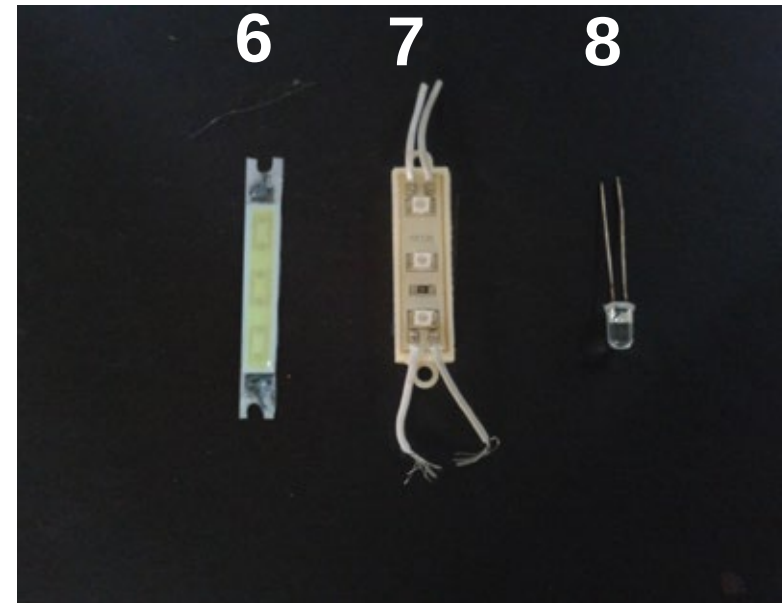
Para definir que tipo de Leds usar en los dispositivos, tanto de los soportes como de las vialetas, se hicieron pruebas con diferentes tipos de Leds tomando en cuenta su intensidad luminosa y precio. Los leds seleccionados para

las pruebas se montaron en simuladores de soportes isquiáticos y de vialetas, con el fin de llegar a la selección más adecuada de acuerdo con la perspectiva de los usuarios.



Leds para simulador de soportes isquiáticos

- 1.- Led de potencia de 1W, color ámbar
- 2.- Módulo de 4 leds 5050, color ámbar
- 3.- LED DIP 5mm UB, color ámbar
- 4.- LED DIP 10mm, color ámbar
- 5.- Tira de Leds 5050 color ámbar



Leds para simulador de vialetas luminosas

- 6.- Led de potencia de 6W, color blanco
- 7.- Módulo de 3 Led 3528, color blanco
- 8.- LED DIP 5mm UB, color blanco

Propuesta de diseño

1.- Led de potencia de 1 watt, color ámbar



Tipo de LED: POTENCIA de 1W
 Ángulo de apertura: 120 grados
 Encapsulado transparente
 Base para disipador de calor

Temperatura de operación: - 35 a 60 °C
 Corriente nominal: 350mA
 Temperatura de soldadura sin plomo: 260°C
 5 seg. máximo
 Numero de chips internos: ñu

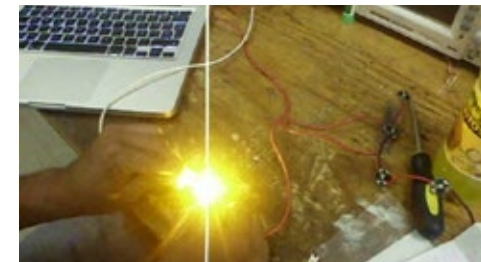
Costo	
1-2	3-4
\$ 17.24	\$ 16.37

Observaciones

Al ser un LED de potencia en las especificaciones no se proporciona la intensidad luminosa (cd) sino el flujo luminoso (Lumenes), lo cual nos indica un rango mayor en cuanto a visibilidad. El problema de este tipo de LED es el costo, lo cual llevaría al reducir el número de LEDs y la superficie luminosa en el diseño, siendo esta importante para el proyecto. Debido a ello, no se incluyeron en las pruebas con soportes isquióticos.

Y Colores disponibles	Longitud de onda [nm] / Temperatura de Color [Tc]	Voltaje de Operación [V]		Consumo [W]	Flujo Luminoso [lm]	
		Min	Máx		Min	Máx
R	600-650	2.0	2.6	1.0	35	55
G	490-540	2.0	2.6	1.0	50	70
B	450-500	3.0	3.8	1.0	10	25
Y	550-600	2.0	2.6	1.0	25	45
WW	3000-5000 K	3.0	3.8	1.0	50	80
W	5000-7000 K	3.0	3.8	1.0	70	100

Nota: Las especificaciones y precios fueron tomadas de la página AG Electrónica, en donde se compraron la mayoría de los LEDs.



Propuesta de diseño

2.- Módulo de 4 LEDs 5050, color ámbar



Tipo de LED: Montaje superficial 5050

Cantidad de LEDs: 4

Y= Colores disponibles

Cinta adhesiva

Angulo de apertura: 140 grados

	R	G	B	Y	WW	W	CW	SP	PK
Flujo Luminoso (lm)	11-13.5	25-31	7-10	12-13	39-43	34-38	-	-	-
Longitud de onda (nm)	600-650	490-540	450-500	550-600	-	-	-	-	-
Consumo mW/mA	1485/124	1432/120	1382/115	1415/120	1356/113	1377/115	-	-	-
Temperatura de color (K)	-	-	-	-	2700-5000	5000-7000	-	-	-

Voltaje de operación: 12 Volts

Dimensiones: 35 X 35 mm, ver figura M18

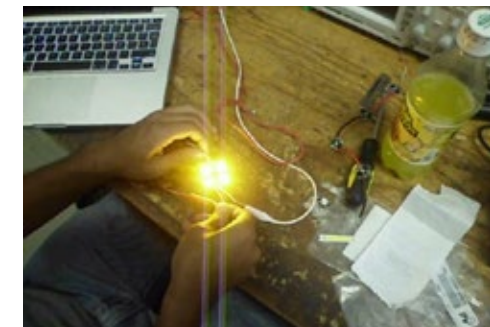
Costo	
1-4	5-9
\$ 21.55	\$ 21.37

Observaciones

De igual forma que el Led de potencia de 1 Watt, en la tabla se muestra solamente el flujo luminoso (Lumenes) pero de menor intensidad.

Este módulo se forma mediante 4 LEDs 5050, siendo la máxima intensidad luminosa de cada LED de 3000 mcd. El costo por cada módulo sigue siendo alto para la aplicación.

Nota: Las especificaciones y precios fueron tomadas de la página AG Electrónica, en donde se compraron la mayoría de los LEDs.



Propuesta de diseño

3.- LED DIP de 5mm, color ámbar



Costo	
1-49	+ 500
\$ 2.58	\$ 2.30

Tipo de LED: DIP 5mm Redondo

Temperatura de operación: - 40 a 70 °C

Angulo de apertura: 15° a 30°

Corriente nominal: 20mA

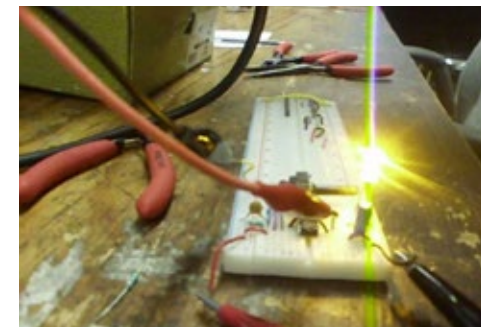
Encapsulado transparente

Y Colores disponibles	Longitud de onda [nm]	Voltaje de Operación [V]		Consumo [mW]	Intensidad Luminosa [mcd]	Ángulo de Dispersión [°]
		Min	Max			
R	600-650	2.0	2.4	40	12 000 - 15 300	30°
G	490-540	3.0	3.5	60	20 000 - 25 000	30°
Y	550-600	2.0	2.4	40	11 500 - 15 300	30°

Observaciones

Este tipo de LEDs son utilizados generalmente en los semáforos y otros dispositivos de señalización vial. Su costo es muy bajo y tienen una muy buena intensidad luminosa.

Nota: Las especificaciones y precios fueron tomadas de la página AG Electrónica, en donde se compraron la mayoría de los LEDs.



Propuesta de diseño

4.- LED DIP de 10 mm, color ámbar



Tipo de LED: DIP 10 mm

Angulo de apertura: 15° a 30°

Encapsulado transparente

Temperatura de operación: - 40 a 70 °C

Corriente nominal: 20mA

Y	Colores disponibles	Longitud de onda [nm] / TC [K]	Voltaje de Operación [V]		Consumo [mW]	PP		Intensidad Luminosa [mcd]					
						AD	AC	B		SB		UB	
			Min	Max				Min	Max	Min	Max	Min	Max
R		600-650	2.0	2.4	40	-	-	-	-	1000	3700	10000	13800
G		490-540	3.2	4.0	40	-	-	-	-	-	-	8000	13800
B		450-500	3.2	4.0	40	-	-	-	-	-	-	4900	6300
Y		550-600	2.0	2.4	40	-	-	800	3700	3000	12000	5000	13800
O		600-650	2.0	2.4	40	-	-	-	-	-	-	2500	8000
W		5000-10000K	3.0	3.4	40	-	-	-	-	-	-	10000	23400
PK		430-440	2.0	2.4	40	-	***	-	-	-	-	-	-
SP		380-420	3.0	3.4	40	-	***	-	-	-	-	-	-
RGB		630-525-475	3.0	3.4	40	-	***	-	-	-	-	-	-

Costo	
1-24	+ 500
\$ 2.58	\$ 2.35

Observaciones

Este tipo de LEDs durante las pruebas resultaron ser muy delicados, ya que se fundieron muy rápidamente.

A pesar de ser económicos y con muy buena intensidad luminosa, no son resistentes a las vibraciones, por lo que no funcionan para el proyecto.



Nota: Las especificaciones y precios fueron tomadas de la página AG Electrónica, en donde se compraron la mayoría de los LEDs.

Propuesta de diseño

5.- Tira de Leds 5050, color ámbar



Costo	
1-49	50-99
\$ 73.27	\$ 70.73

Tipo de LED: Montaje superficial 5050

Cantidad de LEDs: 150 LEDs

Y= Colores disponibles

Cinta adhesiva 3M

Longitud total: 5 metros

Ángulo de apertura: 120 grados

	R	G	B	Y	WW	W	CW	SP	PK
Flujo Luminoso (lm)	300-400	600-800	150-210	200-400	600-800	750-1100	-	35-50	100-200
Longitud de onda (nm)	600-650	490-540	450-500	550-600	-	-	-	380-430	450-650
Consumo Watts/Amp.	22/1.9	19/1.6	17/1.4	21/1.8	17/1.4	28/1.7	-	17/1.5	18/1.6
Temperatura de color (K)	2700-5000 5000-7000 7000-10000								

Voltaje de operación: 12 Volts

Nota: Conectar máximo 3 tiras en serie

Observaciones

Este tipo de leds se usan frecuentemente para iluminación de decoración y creación de ambientes tanto en interiores como en exteriores. Los leds que conforman esta tira luminosa tienen las mismas características que los del módulo de 4 Leds 5050. A pesar de ello, en las pruebas, las tiras tenían la iluminación más deficiente y con menor intensidad.



Nota: Las especificaciones y precios fueron tomadas de la página AG Electrónica, en donde se compraron la mayoría de los LEDs.

Propuesta de diseño

6.- LED de potencia de 6W, color blanco puro



Tipo de LED: POTENCIA de 6W
 Ángulo de apertura: 120 grados
 Encapsulado transparente
 Base para disipador de calor

Temperatura de operación: - 35 a 60 °C
 Corriente nominal: 700mA
 Temperatura de soldadura sin plomo: 260°C
 5 seg. máximo
 Número de chips internos: 6

Costo	
1-2	3-4
\$ 126.74	\$ 120.39

Observaciones

Este es un Led muy potente y con un gran flujo luminoso. Debido a que sólo esta disponible en dos colores de luz blanca, no nos funciona como emisor de señales de advertencia. Se adquirió para probarlo en vialetas para iluminación peatonal.

Y Colores disponibles	Temperatura de Color [Tc]	Voltaje de Operación [V]		Consumo [W]	Flujo Luminoso [lm]	
		Min	Máx		Min	Máx
WW	3000-5000 K	-	-	-	-	-
W	5000-7000 K	9.0	11	9.0	330	420

Nota: Las especificaciones y precios fueron tomadas de la página AG Electrónica, en donde se compraron la mayoría de los LEDs.



Propuesta de diseño

7.- Módulo de 3 Led 3528, color blanco



Costo	
1-49	50-149
\$ 8.62	\$ 7.83

Tipo de LED: Montaje superficial 3528

Cantidad de LEDs: 3

Y= Colores disponibles

Cinta adhesiva 3M

Angulo de apertura: 140 grados

	R	G	B	Y	WW	W	CW	SP	PK
Flujo Luminoso (lm)	1-1.5	6-7.5	1.5-2	2.5-3	-	13.5-16	-	-	-
Longitud de onda (nm)	600-650	490-540	450-500	550-600	-	-	-	-	-
Consumo mW/mA	225/19	228/19	210/18	228/19	-	320/27	-	-	-
Temperatura de color (K)	-	-	-	-	2700-5000	5000-7000	-	-	-

Voltaje de operación: 12 Volts

Observaciones

La intensidad de luz que proporcionan es muy baja, y en las pruebas resultó insuficiente para hacer visible a una persona que cruza la avenida.

Nota: Las especificaciones y precios fueron tomadas de la página AG Electrónica, en donde se compraron la mayoría de los LEDs.



Propuesta de diseño

3.- LED DIP de 5mm, color blanco



Angulo de apertura: 15° a 30°

Corriente nominal: 20mA

Encapsulado transparente y difuso

Y Colores disponibles	Longitud de onda [nm] / TC[K]	Voltaje de Operación [V]		Consumo [mW]	PP		Intensidad Luminosa [mcd]					
					AD	AC	B		SB		UB	
		Min	Max				Min	Max	Min	Max	Min	Max
R	600-650	1.8	2.2	40	***	***	2200	6000	3100	10000	6300	14000
G	490-540	1.8	2.2	40	***	***	-	-	10600	13800	13800	22000
B	450-500	3.0	3.4	40	-	***	-	-	3700	6000	4900	9000
Y	550-600	1.8	2.2	40	***	***	2800	3700	4900	6300	6300	21300
O	600-650	1.8	2.2	40	***	***	-	-	-	-	2800	6000
W	5000 - 10000 K	3.0	3.4	40	-	***	10500	13800	18000	30000	20000	30000
PK	430-440	1.8	2.2	40	-	***	-	-	-	-	-	-
SP	380-420	3.0	3.4	40	-	***	-	-	-	-	-	-
RG	600-650 490-540	1.8	3.4	42	-	***	-	-	-	-	-	-
UV	400	3.0	4.5	60	-	***	-	-	-	-	-	-
RGB	630-525-475	3.0	3.4	60	-	***	-	-	-	-	-	-
LPK	430-440	3.0	3.4	40	-	***	-	-	-	-	-	-
LG	490-540	3.0	3.4	40	-	***	-	-	-	-	-	-
LB	450-500	3.0	3.4	60	-	***	-	-	-	-	-	-
LW	-	3.0	3.4	40	-	***	-	-	-	-	-	-

Costo	
1-49	+ 500
\$ 2.58	\$ 2.30

Observaciones

Estos tipos de leds tienen muy buena intensidad luminosa, por lo que son utilizados en algunos diseños de semáforos peatonales. Sin embargo, para que esa intensidad se de, es necesario que el circuito incluya varios Leds. Como se pudo observar en las pruebas, el tamaño de la vialeta es insuficiente para que este tipo de leds proporcionen buena intensidad, y sobre todo una buena iluminación que permita la visibilidad de los peatones por las noches.



Nota: Las especificaciones y precios fueron tomadas de la página AG Electrónica, en donde se compraron la mayoría de los LEDs.

Propuesta de diseño

Pruebas de simulador en autos

Objetivo

La prueba del simulador tiene por objetivo definir la altura, ángulo y tipo de Leds a utilizar tanto en las vialetas como en los soportes isquiáticos.

Para ello se realizaron pruebas de visibilidad con diferentes tipos de automóviles y conductores, simulando una calle con cruce peatonal, en donde el vehículo se situó a diferentes distancias y se comparará las variables de postura y tipo de Leds.



Los elementos que interactuaron en esta prueba de simulador fueron:

- 5 personas: Tres de las cinco personas son jóvenes estudiantes y los otros dos adultos. Participaron dos mujeres y tres hombres con un rango de edad fue de 21 a 49 años y un rango de estatura de 1.59 a 1.74 cm.

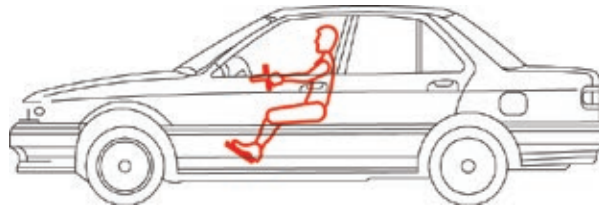


Propuesta de diseño

- 3 autos: Los autos elegidos para estas pruebas fueron Tsuru, Captiva y Urvan, buscando con ello que el conductor estuviera a distintas alturas con respecto al nivel de piso.

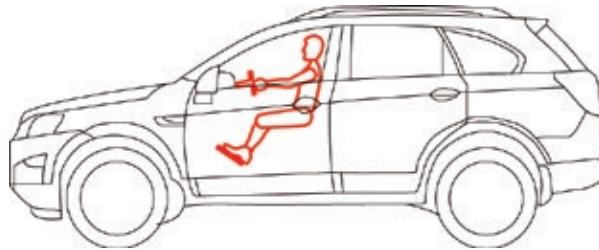
Tsuru

H= 1.08 m



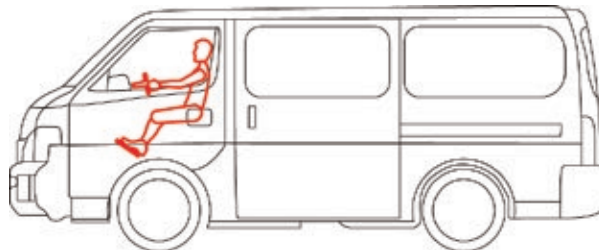
Captiva

H= 1.37 m



Urvan

H= 1.60 m



*H= Altura promedio del nivel de piso a ojos del conductor

- 4 Simuladores: cada simulador o poste cuenta con un circuito de Leds de los cuatro de color ámbar descritos previamente. De estos postes el conductor eligió el que más le llamara la atención desde distintas distancias. Cuentan con un radio de giro y un medidor de ángulos para registrar el ángulo que indiquen las personas desde el automóvil.



Circuito de 15 Leds
Dip de 5 mm



Circuito de 2
módulos Led de 4
Leds 5050 c/u



Circuito de
5 Leds Dip
de 10 mm



Tira con 30
Leds 5050



Simulador con
Módulos de
Led 5050

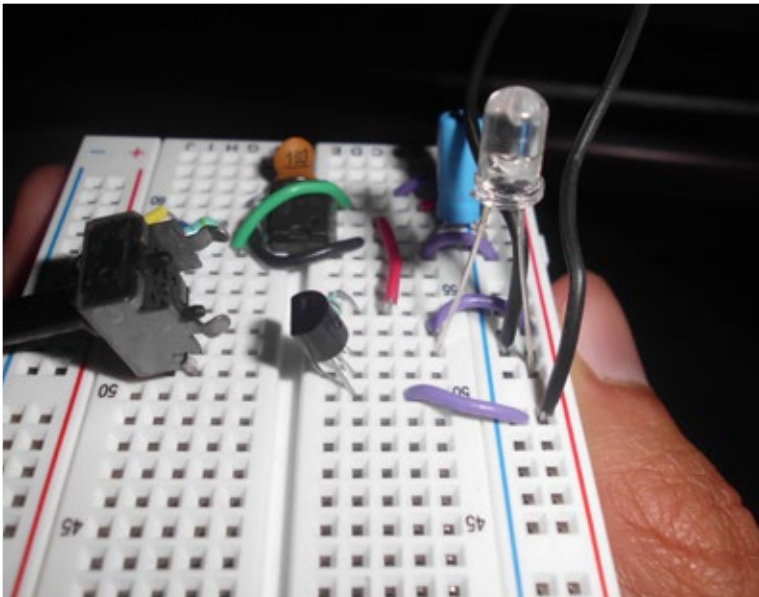


Base y poste giratorio de simulador
con registro angular

Propuesta de diseño

Timer de frecuencia

Los circuitos Leds de cada simulador se conectaron a otro circuito desarrollado con el apoyo del M. en I. Serafín Castañeda, académico de la Facultad de Ingeniería y asesor de esta tesis en la parte tecnológica y Daniel, estudiante de Ingeniería Mecatrónica, mediante el cual se podía controlar la frecuencia de parpadeo de los LEDs, ya que las señales luminosas de advertencia, por normativa, deben ser intermitentes.



Circuito de timer de frecuencia en Protoboard

Procedimiento

Se marcaron 6 puntos distanciados entre sí a cada 10 metros hasta llegar a 50 metros, en donde cada conductor observó los dispositivos de LEDs para elegir el ángulo donde se percibiera mejor la luz.



En la siguiente página se muestra una de las hojas de registro de datos de los cinco conductores. Las demás hojas de registro se encontrarán en el anexo 2 del formato digital.

La distancia 0 es el punto simulado de una línea de detención de un cruce peatonal. La distancia donde se posicionaron los simuladores con los dispositivos de LEDs equivale al ancho mínimo de un cruce peatonal (3.5 m), siendo esa distancia la que hay entre el simulador y el punto 0.

Propuesta de diseño

Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales



Proyecto: Simulador Soportes isquiáticos (LEDs)

Actividad: _Estudiante_____

Auto: _Tsuru_____

Altura de pie _1.59 m_____

Altura de piso a ojos en vehículo: _1.10 m_____



CENTRO DE INVESTIGACIONES
DE DISEÑO INDUSTRIAL **id**
Facultad de Arquitectura UNAM

Sexo: _Femenino_____

Edad: _21_____

Problemas Visuales: _No_____

Distancia en metros	Altura en metros	Tipo de LEDs			
		5 mm	10 mm*	Tira 25 cm 5050	Montaje Superficial 5050
0	1	78°	-	80°	80°
10	1	80°	-	83°	80°
20	1	85°	-	86°	85°
30	1	88°	-	90°	85°
40	1	90°	-	N/V	90°
50	1	90°	-	N/V	90°



N/V: Luz no visible

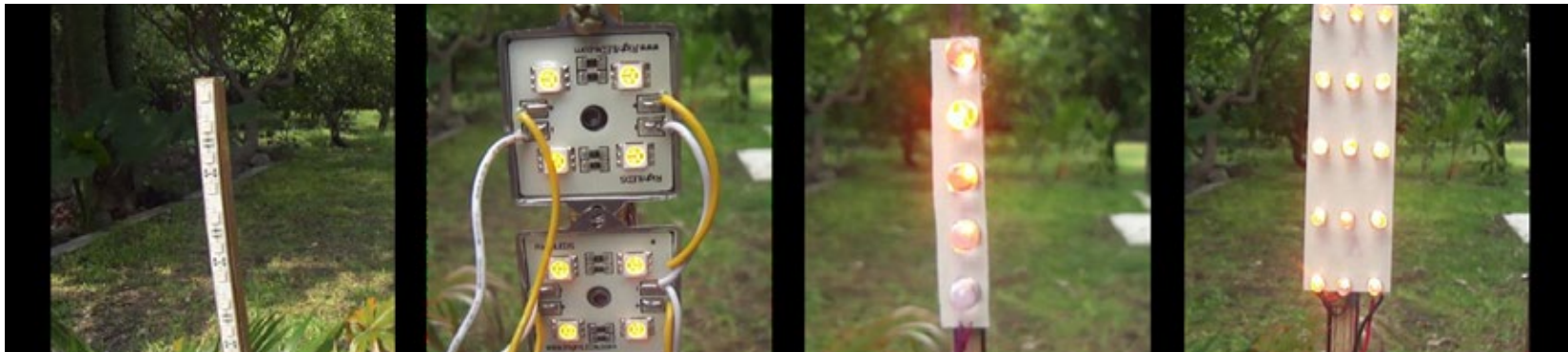
* Los LEDs de 10 mm no funcionaron

Propuesta de diseño

Comparación de intensidad de Leds para soportes isquiatícos

Se compararon los diferentes tipos de LEDs ya seleccionados para las pruebas en simulador, tanto de noche como por el día. Se observó que a la luz del día se reduce mucho la visibilidad

de los LEDs, sobre todo si la luz solar incide directamente en ellos. Los LEDs que mayor visibilidad tuvieron fueron los DIP de 5mm y los DIP de 10mm.



Tira de LEDs 5050

Módulo de 4 LEDs 5050

LEDs DIP 10 mm

LEDs DIP 5 mm



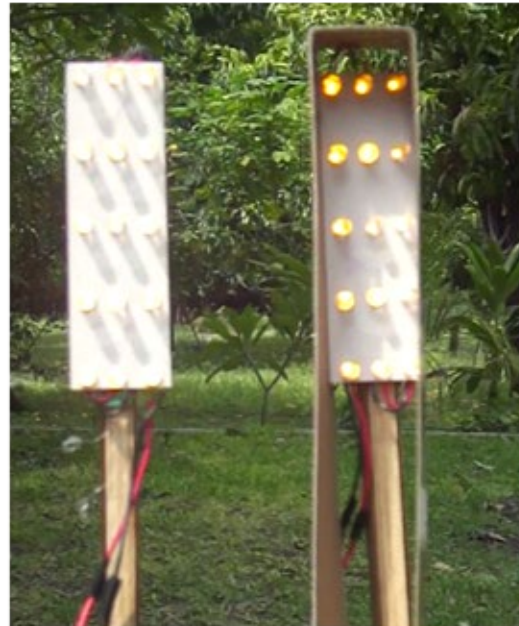
Nota: La tira de Leds 5050 tienen las mismas especificaciones del módulo de 4 Leds 5050

Propuesta de diseño

Para mejorar la visibilidad se hicieron viseras que proporcionaran sombra a los LEDs, y posteriormente se pintó la placa base de los LEDs de color negro, obteniendo un mayor contraste y con ello mejor visibilidad.



Módulo de 4 LEDs 5050



LEDs DIP 5 mm



LEDs DIP 5 mm

Propuesta de diseño

Comparación de intensidad de Leds en simulador para Vialita

La vialita tiene 2 objetivos.

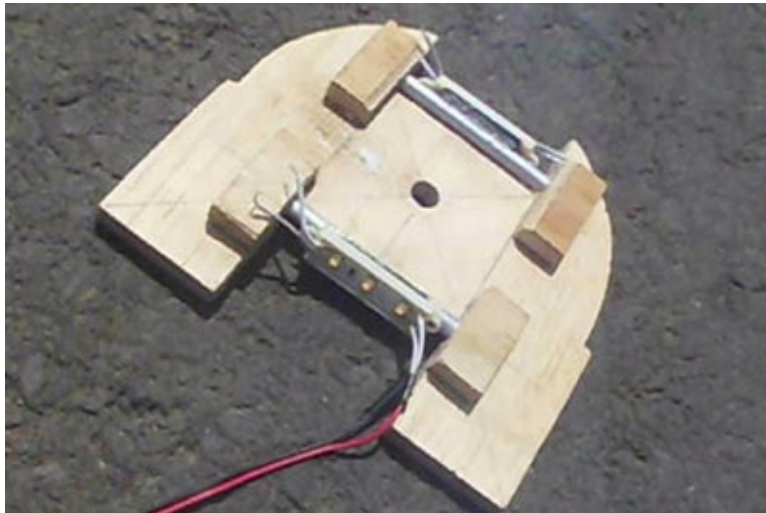
- 1.- Advertir al conductor sobre peatones cruzando.
- 2.- Hacer visible al peatón mientras cruza (en la noche).

Se compararon 2 tipos de LEDs de color ámbar en el simulador de vialita para el objetivo 1.

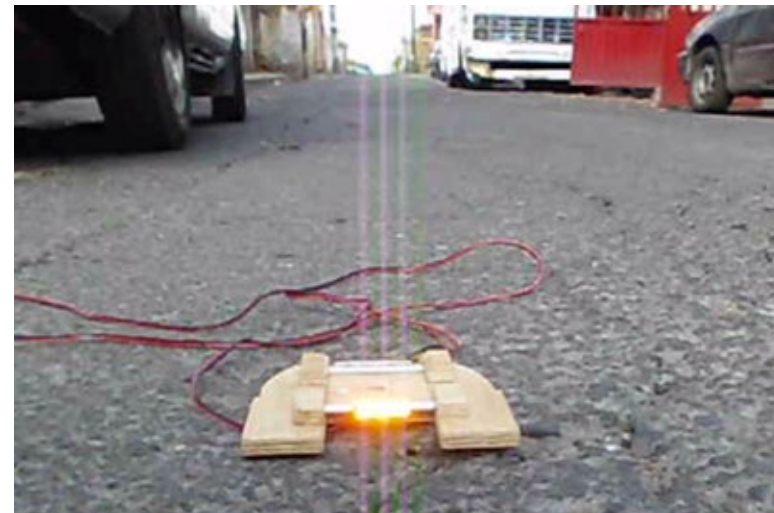
La luz producida por el módulo de 3 LEDs 3528 resultó ser casi imperceptible a la luz del día, mientras que el circuito de 3 LEDs DIP de 5mm lograron verse mucho mejor, siendo visibles hasta el último punto marcado en la prueba.



Módulo de 3 LEDs 3528 color ámbar



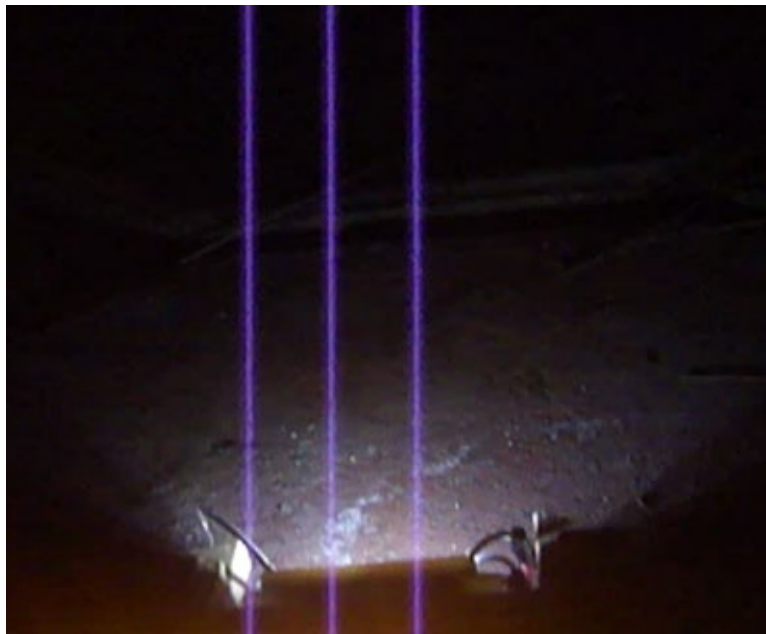
Módulo de 3 LEDs 3528



Circuito de 3 Leds DIP de 5 mm

Propuesta de diseño

Para el objetivo 2 también se probaron 2 tipos de LEDs. El módulo de 3 LEDs 3528 solo producía luz visible para pocos centímetros de distancia, lo cual no hacía cumplir el objetivo de hacer visible al peatón. La otra prueba se realizó con el LED de potencia de 6 W el cuál resultó muy efectivo al lograr hacer visible a una persona dentro de un ángulo de 120°.



Módulo de 3 LEDs 3528 de luz blanca



Led de potencia de 6 W



Simulador de vialeta con luz de adverttencia y luz para iluminaciòn peatonal

Propuesta de diseño

Conclusiones de las pruebas

Con la realización de las pruebas se pudo observar que el circuito de LEDs de 5mm fue el más visible de los 4 tipos probados. La desventaja que se observó en ellos es el ángulo de visión, ya que para ver bien su intensidad necesitan estar bien direccionados hacia la vista del conductor.

Debido a la poca cantidad de LEDs en los circuitos de cada simulador, era difícil su visibilidad para los últimos 2 puntos de distancia, sobre todo para el simulador con la tira de LEDs 5050.

Se observó que entre mayor distancia había entre el auto y el simulador, el ángulo al que se posicionaban los LEDs tendía a 90° con respecto a la línea de detención. Esto indica que 90° es el ángulo óptimo para el posicionamiento de los LEDs en el diseño, ya que el sensor con el que estarán sincronizados se encontrará a partir de los 30 metros de la línea de detención.

Se observó también que en los primeros 2 puntos marcados, los LEDs tenían mejor visibilidad en el auto Tsuru, esto debido a la altura de los ojos del conductor, ya que se encontraban a la misma altura que los LEDs en el simulador, a diferencia de la camioneta Urvan, en donde no se apreciaba en su totalidad la intensidad de los LEDs, sobre todo los DIP de 5mm. Esto no tiene afectación para el posicionamiento de los LEDs en el diseño,

ya que lo que se desea es que sean visibles a una distancia mayor de 30 metros.

Todos los participantes decidieron que los LEDs tenían mejor visibilidad a la altura de 1 m. Los LEDs DIP de 10 mm no funcionaron en las pruebas y se tuvo problemas con ellos al hacer los circuitos, ya que un par de ellos se fundieron muy rápidamente.

Propuesta de diseño

4.5.8.- Selección de sensores

El sistema cuenta también con dos tipos de sensores, un sensor vehicular y otro peatonal, que se sincronizarán con los leds instalados en las vialetas de advertencia, postes de advertencia y en los soportes isquiáticos.

- Sensor vehicular: Detectará vehículos que vayan a la velocidad máxima permitida de cada vía en donde se instalarán, y mandará la señal a los dispositivos luminosos siempre y cuando el sensor peatonal detecte peatones cruzando la calle al mismo tiempo.
- Sensor peatonal: Detectará peatones que se encuentren dentro del cruce peatonal, y mandará la señal a los dispositivos luminosos siempre y cuando el sensor vehicular detecte un automóvil acercándose a la velocidad programada. El sensor debe cubrir toda el área del cruce peatonal. Tomando en cuenta que cada carril mide 3.5 metros, el sensor peatonal deberá tener un alcance de entre 7 y 14 metros.

Para determinar la zona a sensorizar se debe tomar en cuenta la distancia que un auto debe de desplazarse desde que observa el factor que propicie la detención, (como semáforos, o en este nuestro caso, peatones cruzando), hasta que las características físicas y mecánicas del vehículo hagan que este pueda detenerse completamente.

VELOCIDADES MAXIMAS	
ZONA URBANA	
Calles y jirones	40 Km / h.
Avenidas	60 Km / h.
Via expresa	80 Km / h.
Zona de Hospital	30 Km / h.
Zonas Comerciales	35 Km / h.
Zonas Residenciales	55 Km / h.
Zona Escolar.	30 Km / h.
Transporte especial en vehículos menores.	30 Km / h.

Velocidades de circulación máximas por tipo de vía



Distancias de detención por velocidad del vehículo

Propuesta de diseño

Se analizaron las principales tecnologías ITS de acuerdo a las ventajas, desventajas, precio y capacidades; para poder elegir la que mejor se adaptara al proyecto. Se decidió usar tecnología no intrusiva para no afectar el tránsito al momento de su instalación, así como facilitarla y facilitar su mantenimiento.

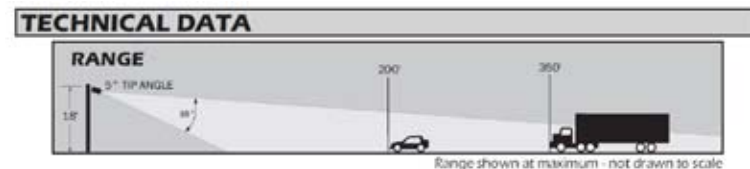
Muchas de estas tecnologías pueden realizar varias funciones a la vez, haciendo que los costos disminuyan, sin embargo, para la sensorización en nuestro sistema se requiere solamente que se mida la velocidad de los automóviles en el caso del sensor vehicular; se detecten peatones en un área determinada, para el sensor peatonal; y en ambos casos, que estas funciones sean registradas en varios carriles con un sólo dispositivo, para reducir los costos. En la tabla 2.2 se muestran estas comparaciones de funciones y precios de los distintos tipos de sensores ITS.

De acuerdo con lo anterior, se eligió usar tecnología de radar de microondas para detectar a los vehículos que transitaran a exceso de velocidad debido a que de entre los sensores capaces de detectar varios carriles a la vez, es la tecnología más económica y proporciona datos directos de velocidad. La desventaja de la tecnología de radar de microondas de no detectar autos inmóviles, no es de importancia para el proyecto, ya que el objetivo es medir la velocidad excesiva de los autos y no su inmovilidad.



Sensor Vehicular TC 26-B

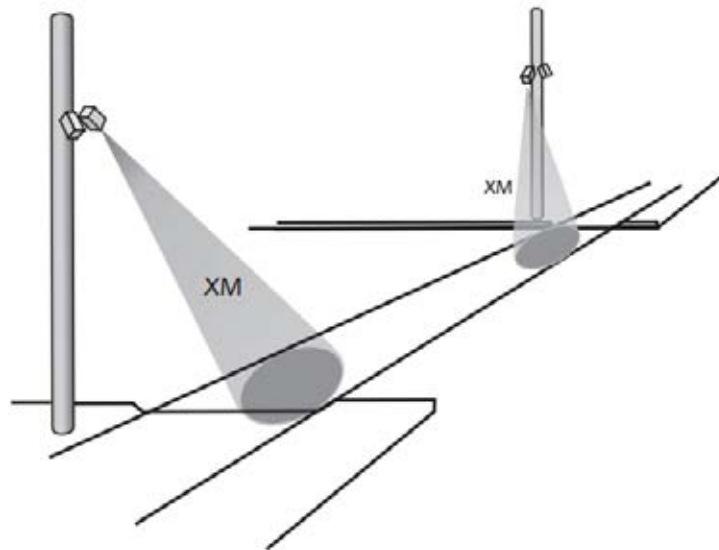
Es un sensor de movimiento de microondas que identifica el movimiento de un vehículo dentro del parámetro de detección definido previamente, para después enviar los datos al controlador de tráfico. Este sensor no es afectado por elementos externos como la temperatura, humedad, intensidad de color o variaciones del medio ambiente.



Propuesta de diseño

Para sensorizar los cruces peatonales se propone utilizar detectores de visión artificial ya que se puede delimitar perfectamente el área en la cual serán detectados los peatones.

Existen también sensores de microondas para detección de peatones, sin embargo, el área en la que trabajan es muy reducida, tanto que un peatón no podrá ser detectado a lo largo del cruce peatonal, sólo al principio y fin de este, siendo necesario dos sensores para poder cubrir un solo cruce peatonal, lo que aumentaría los costos.



Cruce sensorizado con tecnología de microondas



Sensor Peatonal C-Walk

Pedestrian Precense Sensor

Este sensor no intrusivo integra una cámara y un detector para hacer posible la detección de peatones en los cruces demarcados. La configuración del sistema es rápida y sencilla gracias al software del cual no es necesario ningún conocimiento técnico en particular.



Cruce sensorizado con tecnología de visión artificial

Tecnología	Parámetros proporcionados					Detección en múltiples carriles	Coste del equipo (\$)
	Conteo	Detección	Velocidad	Ocupación	Clasificación		
Espiras Magnéticas	✓	✓	✓ ^a	✓	✓ ^b	✗	Bajo ^c 500-800
Sensores Magnéticos	✓	✓	✓ ^a	✓	✗	✗	Medio ^c 900-6.300
Piezoelectrónicos	✓	✓ ^d	✓ ^a	✓	✗	✗	Bajo-Medio ^c 385-2.000
Radars de microondas	✓	✓ ^e	✓	✓ ^e	✓ ^e	✓ ^e	Bajo-Medio 700-3.300
Visión Artificial	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Medio-Alto ^f 5.000-26.000
Sensores Acústicos	✓	✓	✓	✓	✗	✓ ^g	Medio 3.100-8.100
Sensores Ultrasónicos	✓	✓	✗	✓	✗	✗	Bajo-Medio 600-1.900
Sensores IR pasivos	✓	✓	✓ ^h	✓	✗	✗	Bajo-Medio 700-1.200
Sensores IR activos	✓	✓	✓ ^h	✓	✓	✓	Medio-Alto 6.500-14.000

Tabla 2.2 – Tecnologías: Información proporcionada y coste del equipo [MK07]

^aLa medida se realiza mediante: dos sensores instalados a una distancia conocida; un sensor y la distancia de la zona de detección; o bien mediante las longitudes de los vehículos.

^bLa clasificación se realiza con unidades electrónicas especiales que contienen el firmware que clasifica vehículos.

^cIncluye el sensor instalado en la superficie así como los detectores locales o receptores electrónicos.

^dRequiere un diseño especial del sensor y un software de procesado.

^eMediante radares de microondas que transmiten la onda apropiada y disponen de una unidad de procesado de la señal.

^fDepende del tipo de información enviado al CGT: información sin procesar, parámetros procesados o imagen de video.

^gCon modelos que presentan la forma de onda apropiada y disponen de una unidad de procesado.

^hUsando modelos con detección en múltiples vías.

Soportes isquiáticos

Propuesta de diseño

Factores de Función

Los soportes isquiáticos tienen 3 funciones principales:

- Descanso
- Advertencia
- Delimitación y direccionamiento

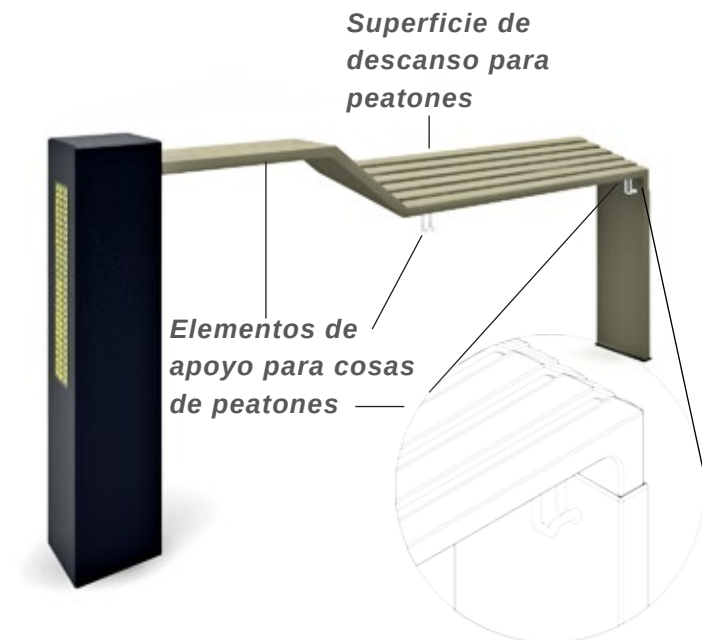
Descanso

Los soportes isquiáticos están diseñados para que los peatones puedan descansar de manera temporal mientras esperan su turno para cruzar.



La superficie de apoyo corporal permite que el peatón pueda recargar y distribuir su peso a las protuberancias isquiáticas.

También ofrece áreas de soporte que sirven de apoyo para las cosas que cargan y puedan descansar del peso de las mismas, dando libertad de hacer otras actividades, como reacomodar cosas en sus mochilas o bolsas, ajustarse prendas, hacer llamadas telefónicas, preparar alimentos para recién nacidos, entre otras actividades que surgen diariamente durante la trayectoria del peatón, fomentando así la convivencia y reduciendo el estrés.



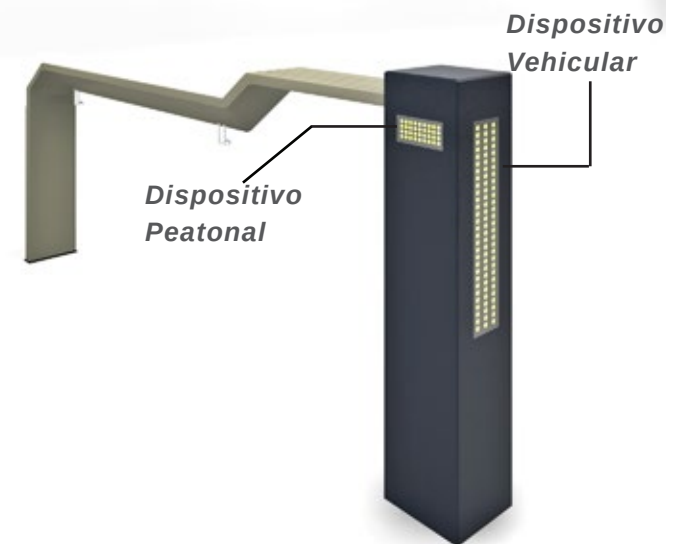
Propuesta de diseño



Advertencia

Los soportes isquiáticos, cuentan con dos dispositivos de advertencia, los cuales están sincronizados con los sensores ITS de microondas y de visión artificial descritos anteriormente.

Un dispositivo se encarga de advertir al automovilista si un peatón se encuentra cruzando la calle, mientras que el otro dispositivo advierte al peatón sobre automóviles que se acerquen con exceso de velocidad al cruce peatonal. Esto mediante Leds que emiten destellos de luz intermitente color ámbar.



Propuesta de diseño

Dispositivo Peatonal

Objetivo: Advertir al peatón de automóviles que se acerquen a gran velocidad cuando se este cruzando la avenida.

Tipo de Leds: DIP 5 mm UB

Color: Ámbar

Consumo por LED: 20 mA

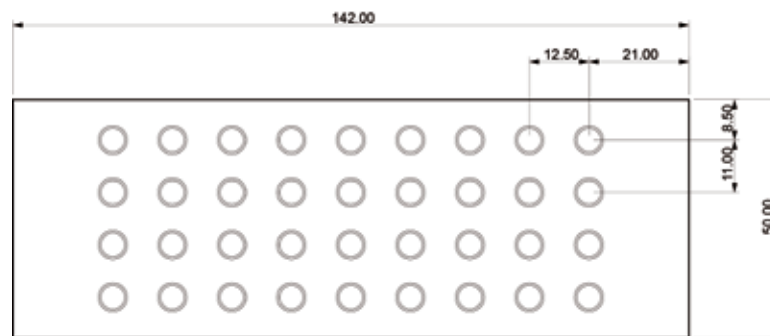
Consumo total: 180 mA

Cantidad de leds: 36

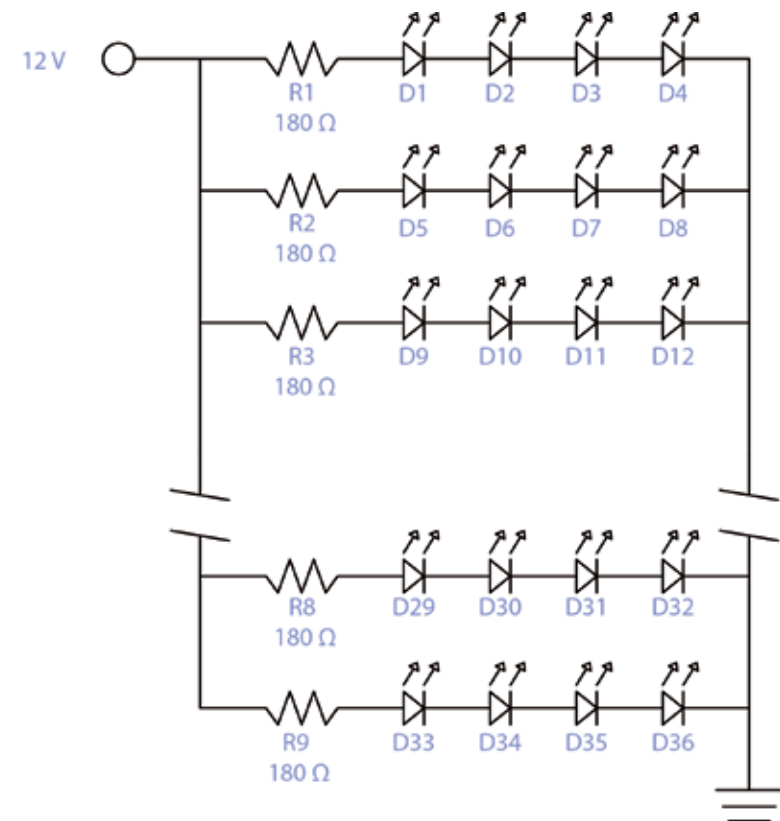
Intensidad luminosa: 150 cd

Área de superficie luminosa: 71 cm²

Número de dispositivos por cruce peatonal: 16

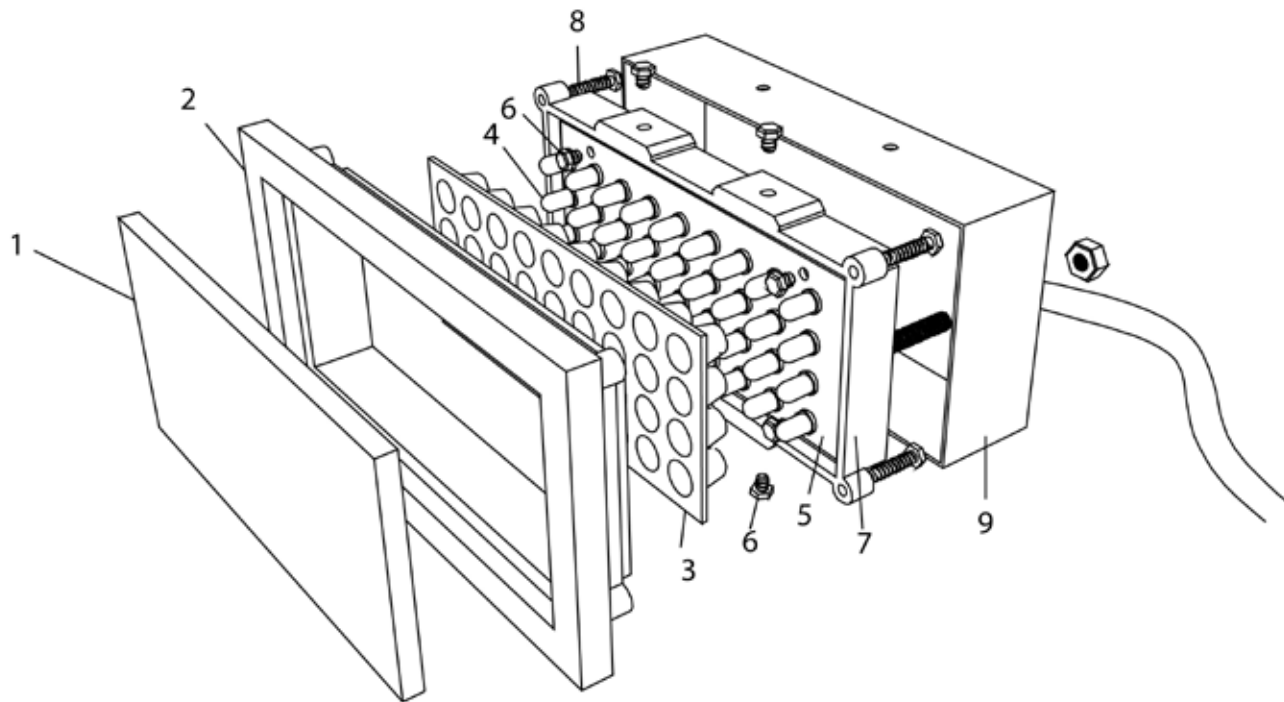


Circuito



Propuesta de diseño

Descripción	Material	Proceso	Piezas por elemento
1.- Difusor	Polycarbonato de 6 mm	Pieza laminada cortada a medida	1
2.- Carcasa frontal	Aluminio	Fundición de aluminio pintada con pintura electrostática de POLIÉSTER sin TGIC, secado en horno a 220°	1
3.- Reflector/Direccionador de luz	ABS laminado	Termoformado	1
4.- Leds DIP de 5mm color ámbar	N/A	Pieza comercial	36
5.- PCB para circuito electrónico	N/A	Pieza comercial	1
6.- Tornillos M3 x 4mm	Acero	Pieza comercial	8
7.- Carcasa posterior	Aluminio	Fundición de aluminio pintada con pintura electrostática de POLIÉSTER sin TGIC, secado en horno a 220°	1
8.-Tornillos M3 x 14mm	Acero	Pieza comercial	4
9.- Caja de montaje	Acero galvanizado	Troquelado	1



Propuesta de diseño

Dispositivo vehicular

Tipo de Leds: DIP 5 mm UB

Color: Ámbar

Consumo por LED: 20 mA

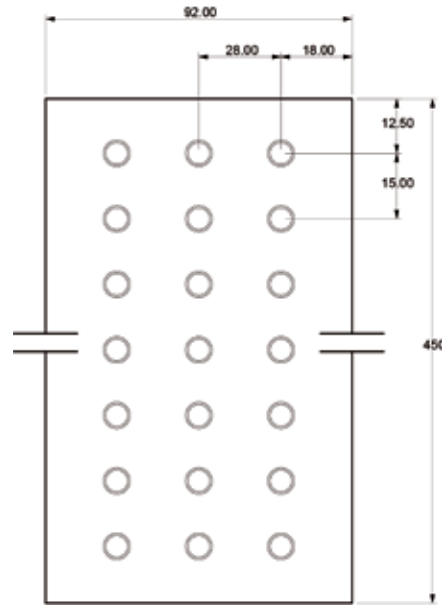
Consumo total: 440 mA

Cantidad de leds: 87

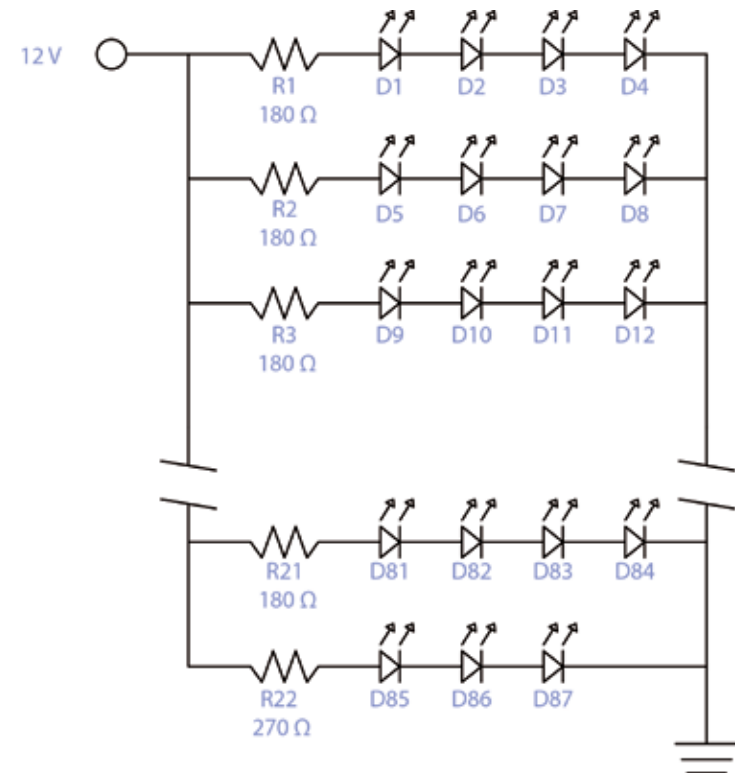
Intensidad luminosa: 500 cd

Área de superficie luminosa: 315 cm²

Número de dispositivos por cruce peatonal: 16

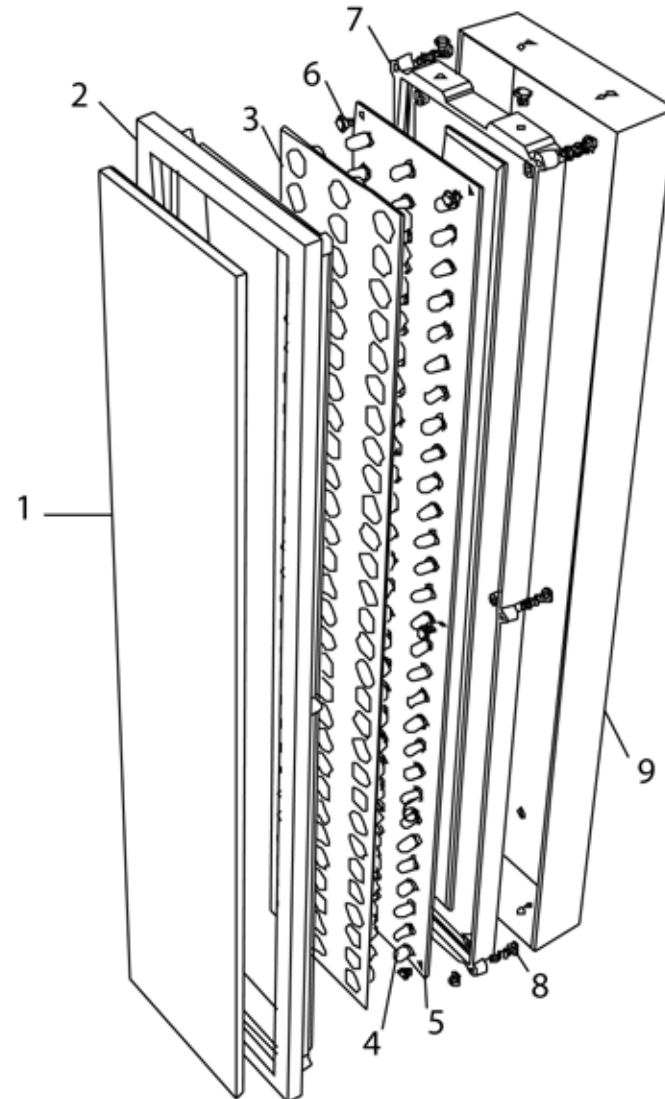


Circuito



Propuesta de diseño

Descripción	Material	Proceso	Piezas por elemento
1.- Difusor	Polycarbonato de 6 mm	Pieza laminada cortada a medida	1
2.- Carcasa frontal	Aluminio	Fundición de aluminio pintada con pintura electrostática de POLIÉSTER sin TGIC, secado en horno a 220°	1
3.- Reflector/ Direccionador de luz	ABS laminado	Termoformado	1
4.- Leds DIP de 5mm color ámbar	N/A	Pieza comercial	87
5.- PCB para circuito electrónico	N/A	Pieza comercial	1
6.- Tornillos M3 x 4mm	Acero	Pieza comercial	8
7.- Carcasa posterior	Aluminio	Fundición de aluminio pintada con pintura electrostática de POLIÉSTER sin TGIC, secado en horno a 220°	4
8.-Tornillos M3 x 14mm	Acero	Pieza comercial	4
9.- Caja de montaje	Acero galvanizado	Troquelado	1

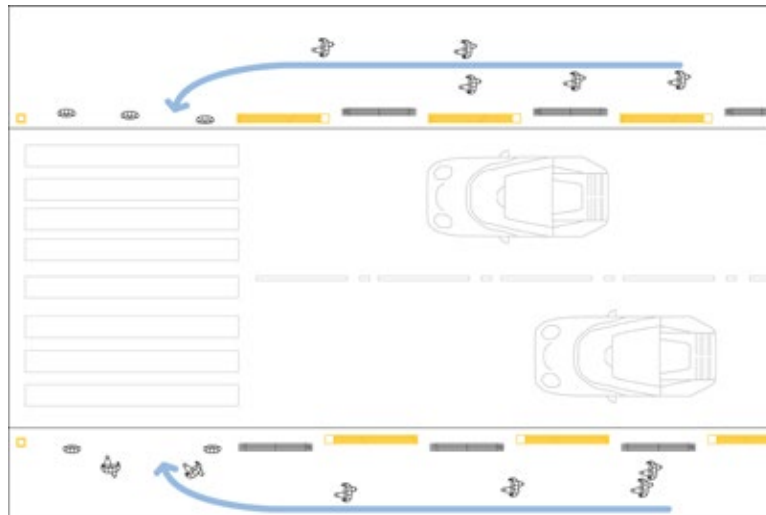


Propuesta de diseño

Delimitación y direccionamiento

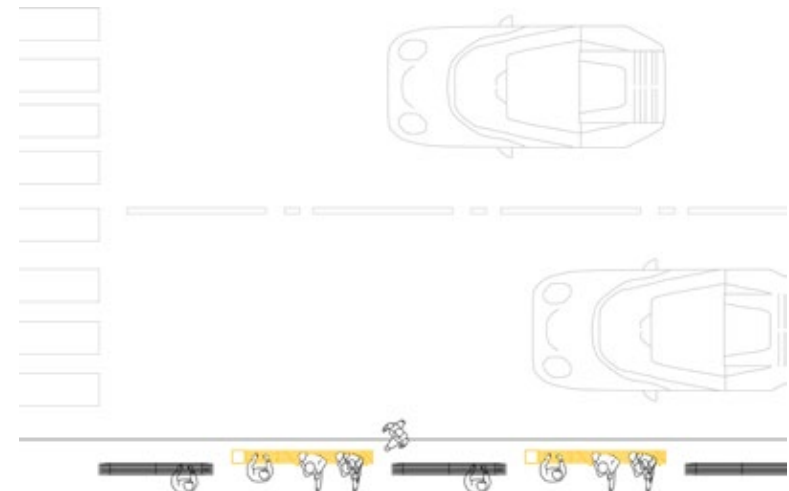
Una de las principales razones por la que ocurren los atropellamientos es porque los peatones cruzan fuera del cruce peatonal, lugares donde el automovilista lleva una velocidad más alta que en un cruce y con menos precaución, pues no se espera peatones en la vía.

La instalación y organización continua de los soportes isquiáticos en conjunto con las vallas peatonales, delimita el cruce de los peatones a la vez que los dirige hacia el cruce sensorizado y seguro,



Las barreras peatonales continuas son elementos que imposibilitan el paso de los peatones tanto hacia la avenida como hacia la senda peatonal (ver registro fotográfico de sendas peatonales) lo cual puede resultar contraproducente si un peatón ha cruzado fuera del cruce permitido, ya que no logra incorporarse a la acera, poniendo así su vida en peligro y la de los automovilistas.

La distancia entre cada soporte isquiático y valla peatonal permite que si un peatón ha cruzado en un lugar fuera del cruce peatonal, este tenga la posibilidad de reincorporarse a la senda peatonal para evitar un posible accidente.



Propuesta de diseño

La delimitación del cruce se buscó también que la dieran los mismos peatones al momento de usar los soportes isquiáticos, delimitando ellos mismos no sólo de manera física, sino también psicológicamente mediante el respeto hacia la otra persona.



Propuesta de diseño

Estudio Ergonómico

Para saber la altura, ángulo de inclinación y el área idóneas de la superficie de descanso peatonal se recurrió a la realización de un simulador.

El simulador contó con piezas que permitieron cambiar de ángulo la superficie de descanso a 25°, 30°, 45° y 60°.

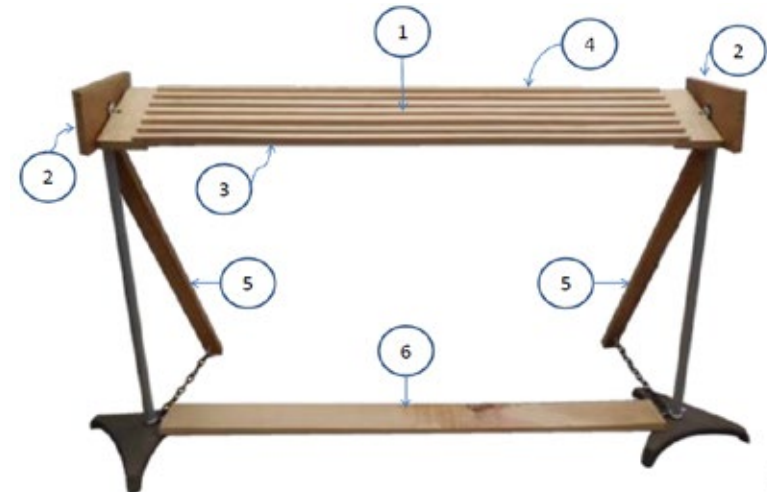
Las 24 personas que probaron el simulador indicaron el ángulo y la altura que se les hizo más cómoda.

Para determinar la altura se agrego una base de 5 cm la cual representó el nivel de piso. Por lo que se probó en cada ángulo dos posibles alturas que se determinarán desde el eje central de la superficie a 0° al piso y a la base simuladora:

- 75 cm (altura de base simuladora a superficie de descanso a 0°)
- 80 cm (altura de piso a superficie de descanso a 0°)

Cada persona repitió las pruebas de alturas y ángulos con dos superficies de descanso, con el fin de observar si el ancho de la superficie es determinante para que la persona se sienta cómoda al recargarse. Estas dos superficies tienen de ancho 15 y 20 cm.

Conformación del simulador



- 1.- Superficie de descanso
2.- Pieza de ajuste angular
3.- Arista frontal

- 4.- Arista posterior
5.- Apoyo
6.- Pieza de conexión

Alturas del simulador del soporte isquiático

Altura h	76 cm		81 cm	
Ancho de asiento	15cm	20cm	15cm	20cm
25°	h1= 74 cm h2= 77 cm	h1= 73.5 cm h2= 78 cm	h1= 79 cm h2= 82 cm	h1= 78.5 cm h2= 83 cm
30°	h1= 73 cm h2= 78.5 cm	h1= 70.5 cm h2= 75.5 cm	h1= 78 cm h2= 83.5 cm	h1= 77 cm h2= 84.5 cm
45°	h1= 71.5 cm h2= 80 cm	h1= 64.5 cm h2= 75 cm	h1=76.5cm h2=85 cm	h1= 75 cm h2= 86.5 cm
60°	h1= 70.5 cm h2= 81.5 cm	h1= 65.5 cm h2= 74.5 cm	h1= 75.5 cm h2= 86.5 cm	h1= 73.5 cm h2= 88.5 cm

h= Altura de piso a soporte isquiático en ángulo 0°

h1= Altura de piso a arista frontal

h2= Altura de piso a arista posterior

Propuesta de diseño

Se hicieron dos fases de pruebas, para determinar las medidas a utilizar en el diseño final.

Primera fase de pruebas

Se hicieron pruebas del simulador con un total de 11 personas de entre 153 cm y 180 cm de estatura; y cuyo rango de edad fue de 22 a 60 años.



En la tabla 1 se muestra la suma para cada ángulo de las personas que lo eligieron como óptimo. Se puede observar que el ángulo que mejor se adaptó a las personas fue el de 30°(2) con un 36.3% del total de las personas para la superficie de 15 cm de ancho y un 45.4% para la superficie de 20 cm de ancho.

En la tabla 2 se incluyen los resultados de los primeros 2 lugares de preferencia de las dos diferentes alturas de la superficie de descanso. Para determinar qué posición se utilizará en el diseño se hizo una suma en donde el ángulo 30°(2) obtuvo el mayor puntaje con 5 personas que lo prefirieron como el más cómodo; una persona como la segunda posición más cómoda y 5 personas como la tercera posición adaptable para ellos.

Se pudo observar que las personas preferían la superficie más ancha debido a que tenían mayor área para recargar su peso, por lo que descansaban mejor con la tabla de 20 cm en comparación con la de 15 cm.

Ángulo de soporte	Total de personas	
	15 cm	20 cm
25° (1)	2	0
25° (2)	1	3
30° (1)	1	3
30° (2)	4	5
45° (1)	1	0
45° (2)	2	0
60° (1)	0	0
60° (2)	0	0

Tabla 1.- Ángulos óptimos
(1) Altura a 80 cm
(2) Altura a 75 cm

Propuesta de diseño

Nombre	Estatura cm	Ancho de superficie de 15 cm								Ancho de superficie de 20 cm							
		25° (1)	25° (2)	30° (1)	30° (2)	45° (1)	45° (2)	60° (1)	60° (2)	25° (1)	25° (2)	30° (1)	30° (2)	45° (1)	45° (2)	60° (1)	60° (2)
Maricela	153	-		-	1	-	2	-			2	1	1	2			
Maricruz	154	-		-	1	-	2	-			1	1	2	2			
Nicte	156				2	2	1	1			2		1	1		2	
Amalia	157		2	1	1	2				2	2	1	1				
Carmen	163		1		2	2		1			2		1	1		2	
Edgar	165			2	2	1	1				1	1	2	2			
Gabriela	165	1	2	2	1					2	2	1	1				
Andrés	166	2	1	1	2					2	1	1	2				
Juan	168	1	1	2	2					1	1	2	2				
Jennifer	170	1		2	1		2			2	1	1	2				
Abraham	180	2	2		1	1				2	2	1	1				
Total		5	6.5	5	12.5	4.5	5.5	2	-	3.5	11	11.5	13.5	3.5		1	

Tabla 2.- Análisis de las mejores posiciones . (1) Altura a 80 cm; (2) Altura a 75 cm.



Valor: 2 Pts
Posición elegida como la mejor



Valor: 1 Pts
Posición elegida como la segunda mejor



Valor: 1 Pts
Posición elegida como la tercera mejor

Propuesta de diseño

Segunda fase de pruebas

Se repitieron las pruebas del simulador con un total de 13 personas de entre 152 cm y 196 cm de estatura; y cuyo rango de edad fue de 20 a 65 años, pero esta vez sólo utilizando la superficie de 20 cm de ancho que fue la que mejor proporcionó descanso y comodidad en las primeras pruebas. Se amplió el rango de estatura, edad y talla con el fin de corroborar los datos obtenidos previamente y tener mejores imágenes fotográficas que mostraran la posición de las personas sobre el soporte.

En la tabla 1 se vuelve a mostrar la suma para cada ángulo de las personas que lo eligieron como óptimo. Se puede observar que el ángulo que mejor se adaptó a las personas fue el de 30°(2) con un 38.5% del total de las personas.

En la tabla 2 se incluyen de nuevo los resultados de los primeros 2 lugares de preferencia de las dos diferentes alturas de la superficie de descanso.

Para determinar qué posición se utilizará en el diseño se hizo una suma en donde el ángulo 30°(2) nuevamente obtuvo el mayor puntaje con 5 personas que lo prefirieron como el más cómodo; dos personas como la segunda posición más cómoda y 3 personas como la tercera posición adaptable para ellos.



Ángulo de soporte	Total de personas
	20 cm
25° (1)	1
25° (2)	3
30° (1)	0
30° (2)	5
45° (1)	0
45° (2)	4
60° (1)	0
60° (2)	0

Tabla 1.- Ángulos óptimos
(1) Altura a 80 cm
(2) Altura a 75 cm

Propuesta de diseño

Nombre	Estatura cm	Ancho de superficie de 20 cm							
		25° (1)	25° (2)	30° (1)	30° (2)	45° (1)	45° (2)	60° (1)	60° (2)
R o s a m a r í a Ledesma	152				2	1	1	2	
Nelly Hernández	152					1	1		
Tania Mora	156		1		1			2	
Aarón Rivera	159		2		1	2	1		
Abril Casillas	160	2	1	2			1		
Cristina Romero	160		1	2	1				
Yuriko Hakata	163		1		1		2		
Mónica	163	2	1		1				
Roxana López	169	1	1	2	2				
Sayabil	172	1	2		1		2		
Pedro Aguillón	173		2	1	1	2			
Miguel Ángel	190	2	1			1	2		
Pablo Bahena	196	1	1	2	2				
Total		4.5	12.5	3	13.5	4	9.5	1	

Tabla 2.- Análisis de las mejores posiciones . (1) Altura a 80 cm; (2) Altura a 75 cm.



Valor: 2 Pts
Posición elegida como la mejor



Valor: 1 Pts
Posición elegida como la segunda mejor



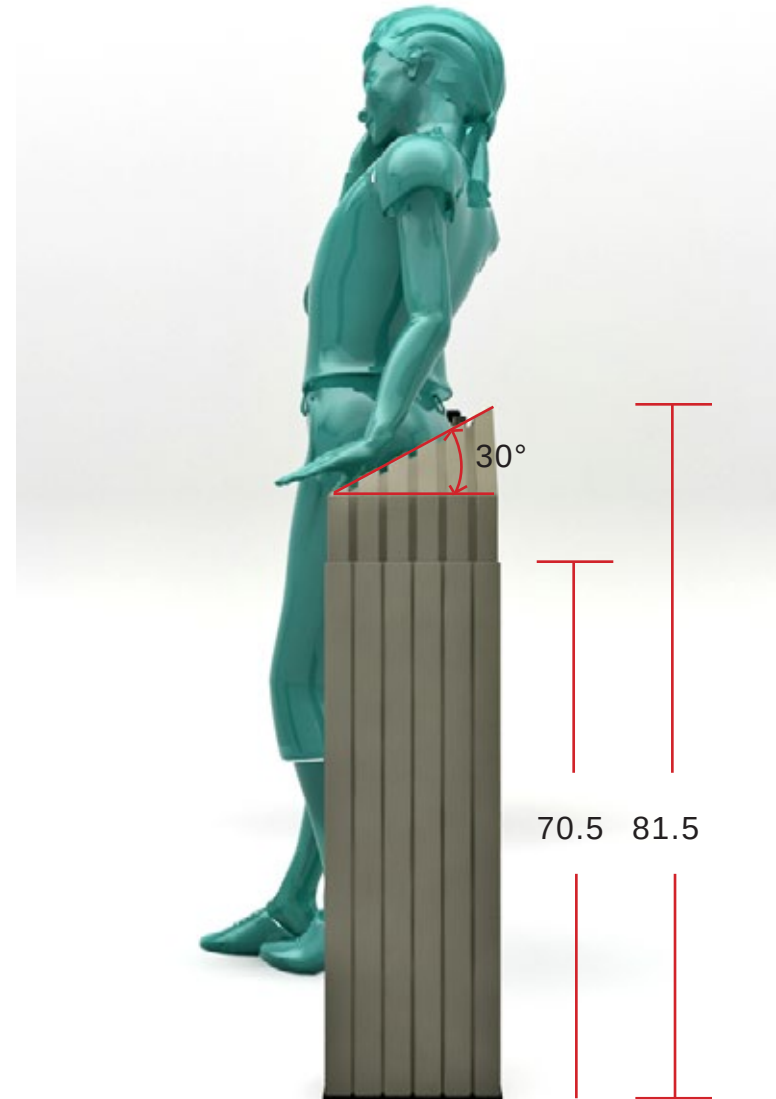
Valor: 1 Pts
Posición elegida como la tercera mejor

Propuesta de diseño

Retomando la tabla de alturas de simulador de soporte isquiático se tomaron como referencia las medidas que nos proporciona el recuadro de 30°, altura h de 76 cm y superficie de apoyo de 20 cm, para en base a ello establecer las medidas finales del soporte de descanso donde se apoyarán los peatones, teniendo como medida final en la arista frontal una altura de 70.5 cm y en la posterior una altura de 81.5 cm debido a que la superficie de apoyo es mayor a 20 cm, ampliando con ello el rango de personas a las que les sea más cómodo el objeto.

Alturas del simulador del soporte isquiático

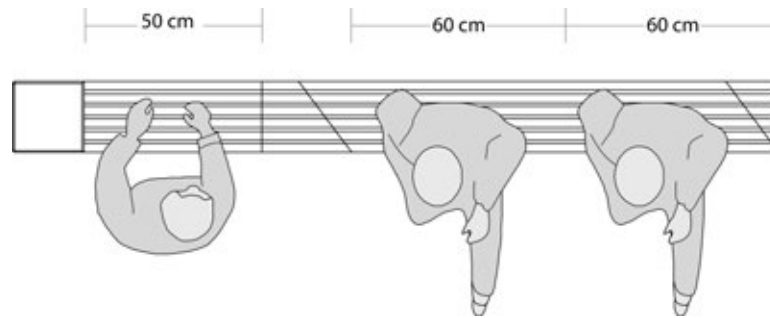
Altura h	76 cm		81 cm	
Ancho de asiento	15cm	20cm	15cm	20cm
25°	h1= 74 cm h2= 77 cm	h1= 73.5 cm h2= 78 cm	h1= 79 cm h2= 82 cm	h1= 78.5 cm h2= 83 cm
30°	h1= 73 cm h2= 78.5 cm	h1= 70.5 cm h2= 75.5 cm	h1= 78 cm h2= 83.5 cm	h1= 77 cm h2= 84.5 cm
45°	h1= 71.5 cm h2= 80 cm	h1= 64.5 cm h2= 75 cm	h1= 76.5 cm h2= 85 cm	h1= 75 cm h2= 86.5 cm
60°	h1= 70.5 cm h2= 81.5 cm	h1= 65.5 cm h2= 74.5 cm	h1= 75.5 cm h2= 86.5 cm	h1= 73.5 cm h2= 88.5 cm



Propuesta de diseño

Distribución

El largo de la superficie de descanso permite que puedan utilizarlo hasta tres personas, dos en la superficie de apoyo para los isquiones y una persona en la superficie plana, en donde pueden recargar ya sea sus brazos o cosas que lleve cargando.

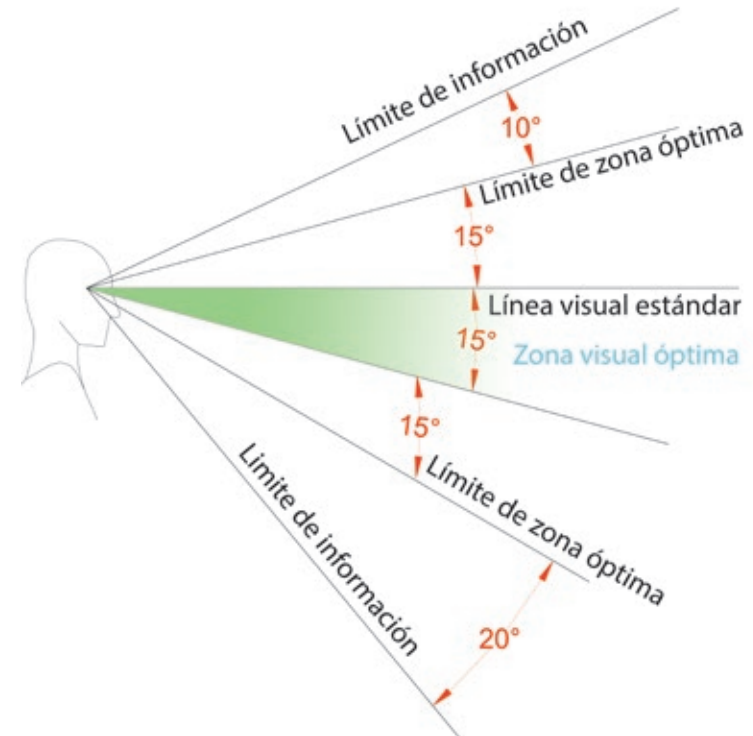


Percepción visual

Debido a que las luces de los dispositivos de advertencia serán emitidas en un tiempo indefinido y sólo cuando exista peligro, la altura de estos está definida dentro de los campos de visión óptimos y naturales que mantienen tanto los peatones como los conductores, de otra manera podrían pasar desapercibidas y el accidente podría ocurrir.

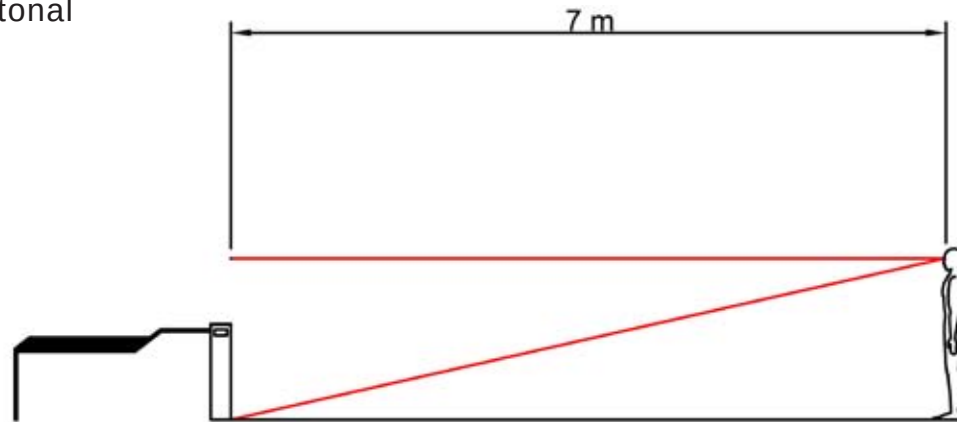
En la figura C se observa como los dispositivos se encuentran justo debajo de la línea visual estándar, dentro de los 15° de la zona visual óptima, evitando alguna rotación de la cabeza para su visualización.

Campo visual en el plano vertical

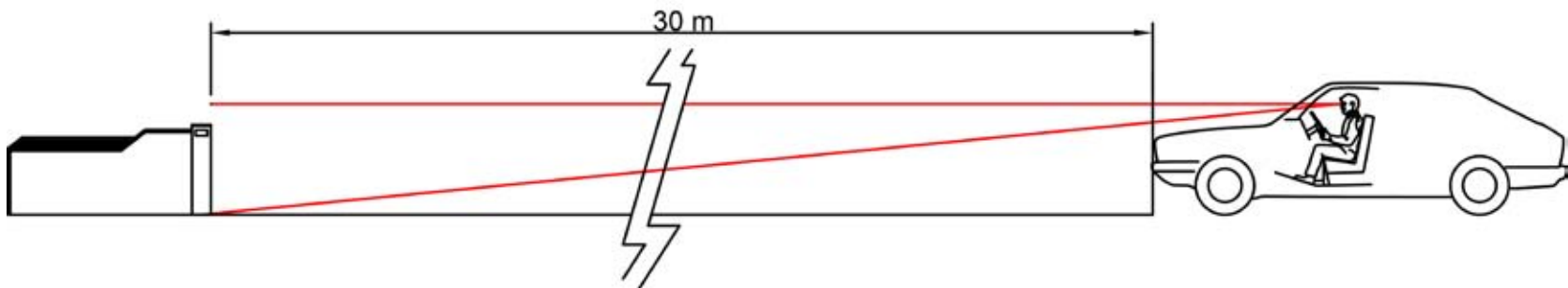


Propuesta de diseño

Campo visual Peatonal



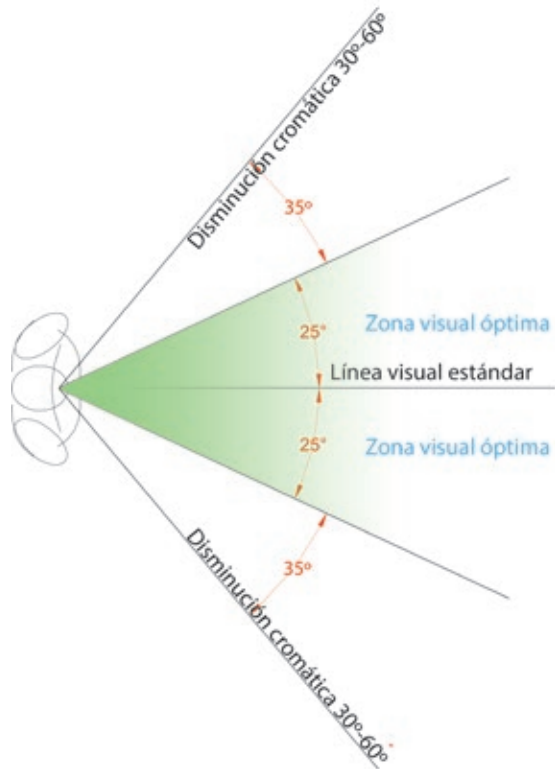
Campo visual del conductor



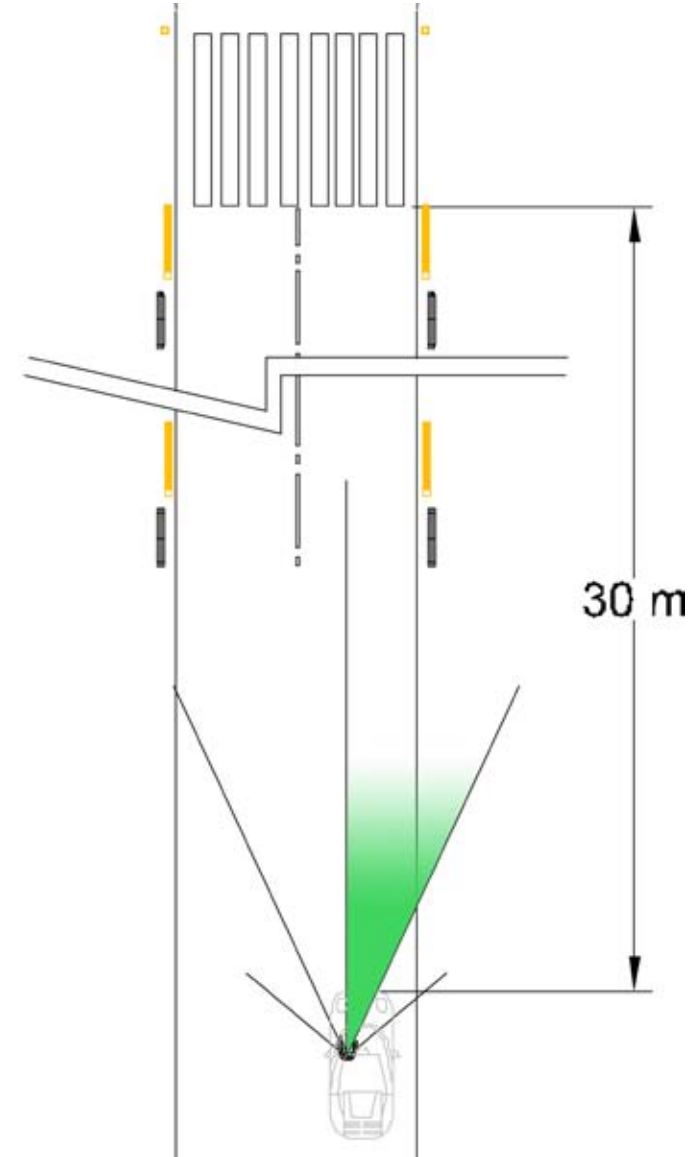
Propuesta de diseño

En el sentido horizontal se observa que tanto para los peatones como los conductores, los soportes de advertencia (iluminados en amarillo) se encuentran dentro de los 20° de la zona visual óptima.

Campo visual en el plano horizontal

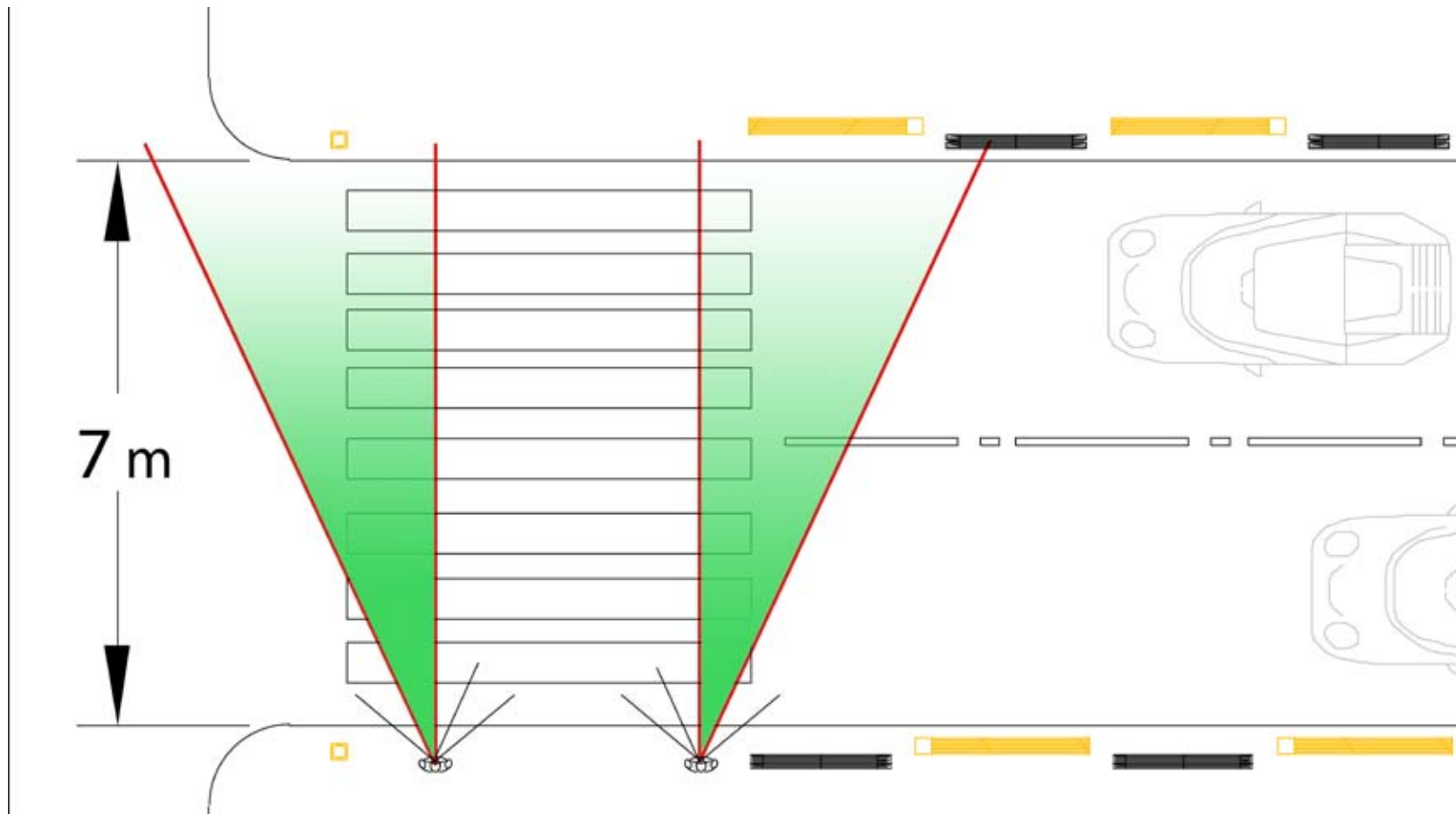


Campo visual en el plano horizontal (Automovilistas)



Propuesta de diseño

Campo visual en el plano horizontal (Peatones)



Propuesta de diseño

Factores Estéticos

La forma que define a los soportes isquiáticos, los cuales son el eje rector para la configuración formal del sistema, está basada en los caminos y trayectos que, tanto peatones como automovilistas, recorren diariamente en la ciudad. Estos trayectos son nombrados de distintas maneras de acuerdo a su función, como senderos, calles, avenidas, autopistas, banquetas o aceras, entre otros, sin embargo todos cumplen con la misma función: dirigir.

Todo camino existente nos habla de un trayecto previamente recorrido, con dos direcciones y dos puntos de destino unidos a través de él. Desde un sendero de un bosque trazado por los pasos constantes de los habitantes del lugar, hasta los complejos sistemas viales de las grandes ciudades.

El trazo de estos caminos depende en gran medida de las condiciones físicas del lugar, pero siempre buscando la manera de optimizar tiempo y ahorrar energía para llegar más rápidamente al lugar de destino. Estas condiciones dan distintas formas al trayecto, llenándolo de curvas y cambios de dirección e intersecciones con más caminos y otros destinos, siendo difícil seguir una línea recta entre más distante este el punto al que se quiere llegar.



Propuesta de diseño

Estos trazos se reflejan simbólicamente en el diseño del soporte de descanso peatonal, el cual está conformado de una sola pieza de concreto polimérico, en donde varias líneas que conforman la textura para una mejor fijación entre el peatón y el elemento, viajan juntas como carriles o caminos siguiendo cada uno, en su trayecto, distinta configuración en el trazo pero la misma distancia recorrida.



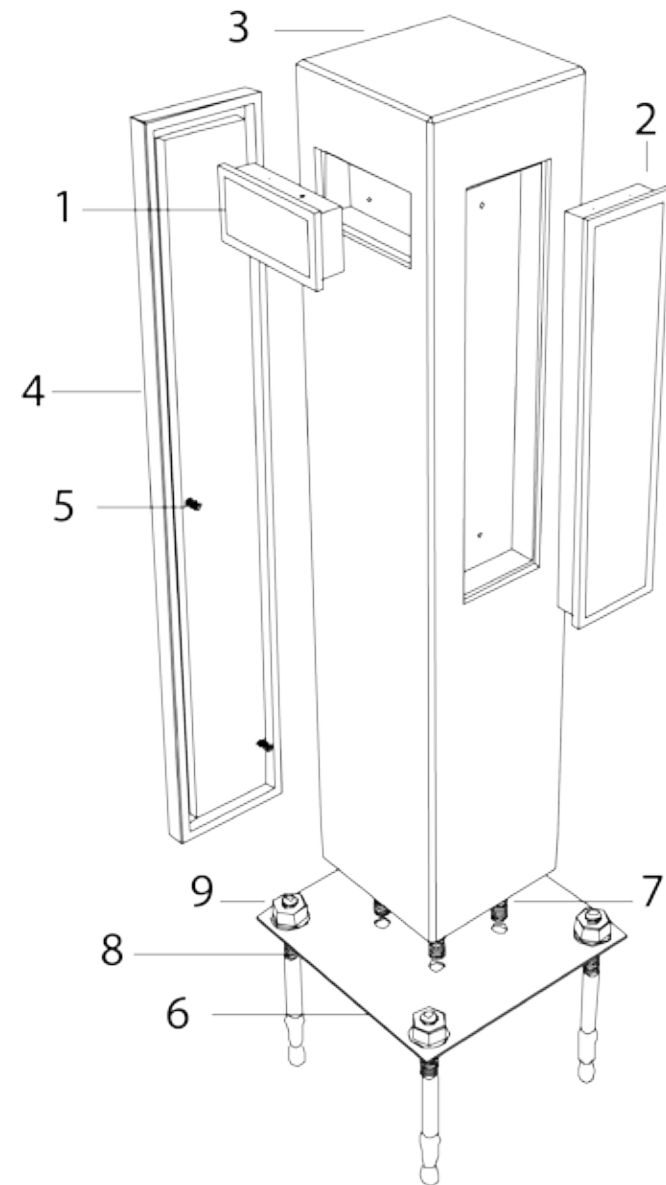
Propuesta de diseño

Factores de Producción

Los soportes isquiáticos están conformados por dos sistemas principales: el poste de advertencia y la superficie de descanso peatonal.

Poste de advertencia

Descripción	Material	Proceso	Número de piezas elemento	de por
1.- Dispositivo de advertencia peatonal	Varios (Ver p. 153)	Varios (Ver p. 153)	1	
2.- Dispositivo de advertencia vehicular	Varios (Ver p. 155)	Varios (Ver p. 155)	1	
3.- Poste	Concreto Polimérico	Moldeo en molde de fibra de vidrio	1	
4.- Puerta de servicio	Concreto polimérico	Moldeo en molde de fibra de vidrio	1	
5.- Tornillo 5/16" x 11/2"	Acero galvanizado	Pieza comercial	3	
6.- Base de anclaje	Placa de acero de 3/16"	Corte por cizalla	1	
7.- Varilla roscada de 3/4"	Acero	Pieza comercial ahogada en colado	4	
8.- Taquete ancla arpon 3/4" x 5 1/2"	Acero	Pieza comercial	4	
9.- Tuerca galvanizada de 3/4"	Acero	Pieza comercial	8	

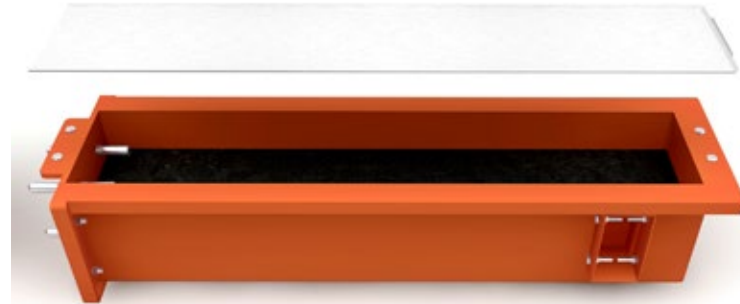


Propuesta de diseño

Moldeo de poste de advertencia



1.-Vaciado de material



2.- Colocación de refuerzos de fibra de vidrio



3.- Vibrado y moldeo



4.- Apertura de molde

Propuesta de diseño

Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales

Moldeo de puerta de servicio



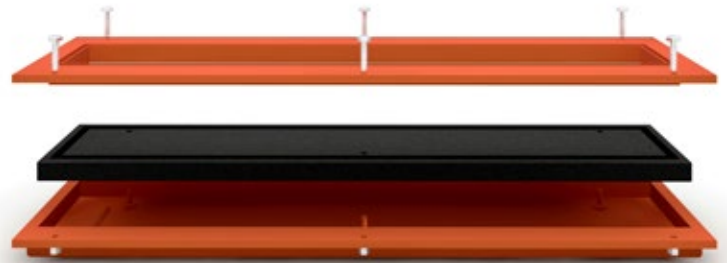
1.-Vaciado de material



3.- Vibrado y moldeo



2.- Colocación de refuerzos de fibra de vidrio

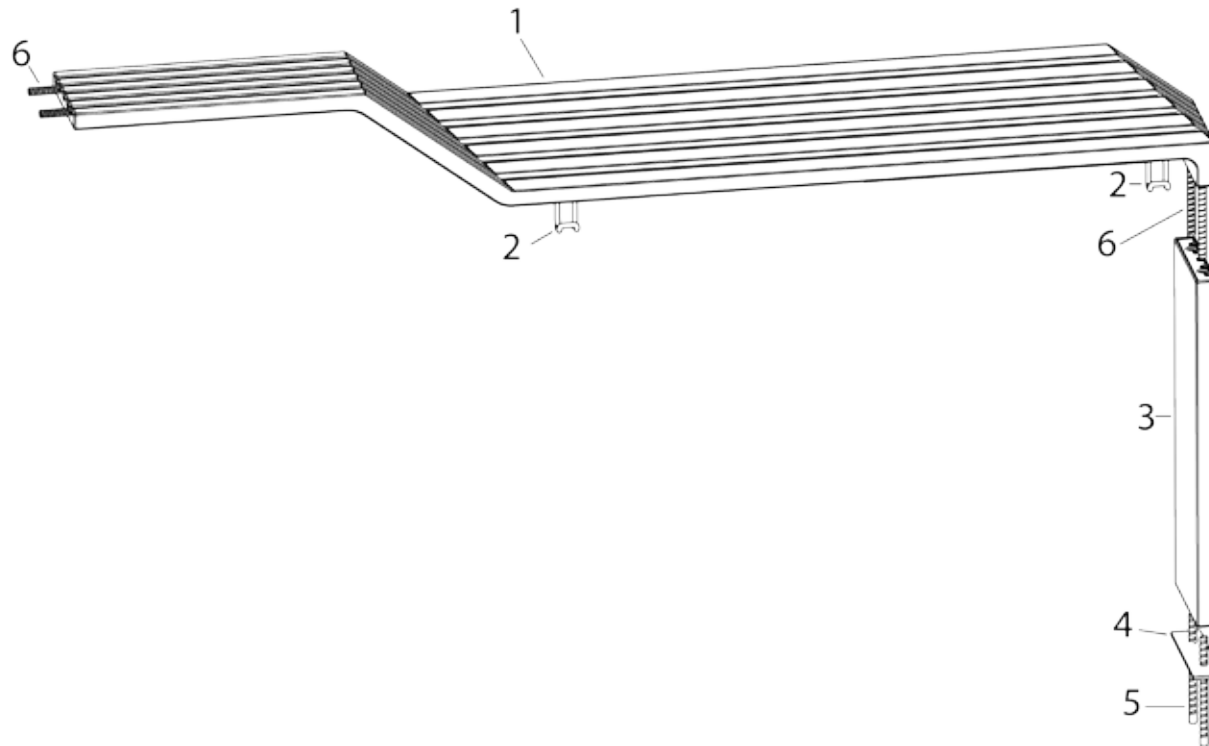


4.- Apertura de molde

Propuesta de diseño

Superficie de descanso peatonal

Descripción	Material	Proceso	Número de piezas por elemento
1.- Superficie de descanso	Concreto Polimérico	Moldeado en molde de fibra de vidrio	1
2.- Ganchos de soporte	Barra de Acero de 8 mm	Doblado y ahogado en colado	1
3.- Cuerpo de anclaje	Concreto Polimérico	Moldeo en molde de fibra de vidrio	1
4.- Placa niveladora	Pletina de acero de 3/16"	Corte por cizalla	1
5.-Varilla roscada de 3/4" x 5 1/2"	Acero	Pieza comercial fijada a piso con resina epoxica	2
6.- Varilla roscada de 1/2"	Acero	Pieza comercial ahogada en colado	4



Propuesta de diseño

Moldeo de superficie de descanso



1.-Vaciado de material



2.- Colocación de refuerzos de fibra de vidrio



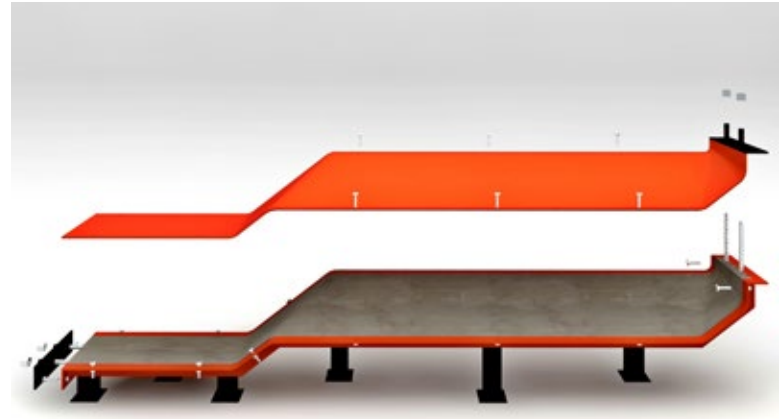
3.- Vibrado y moldeo



4.- Apertura de molde

Propuesta de diseño

Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales



Propuesta de diseño

Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales

Moldeo de cuerpo de anclaje



1.-Vaciado de material



2.- Colocación de refuerzos de fibra de vidrio



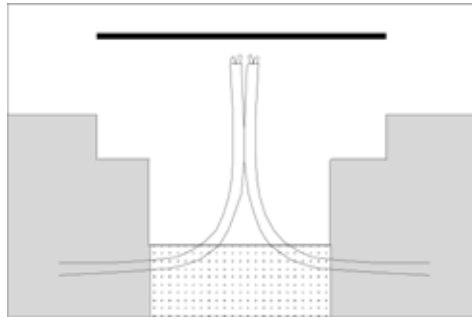
3.- Vibrado y moldeo



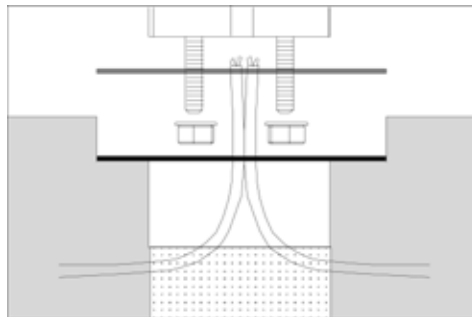
4.- Apertura de molde

Propuesta de diseño

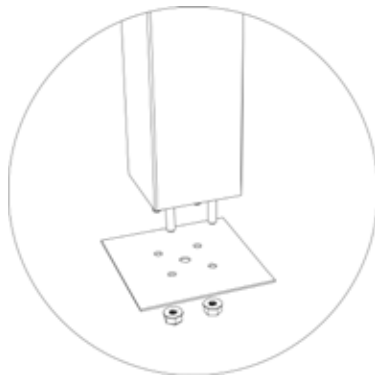
Instalación



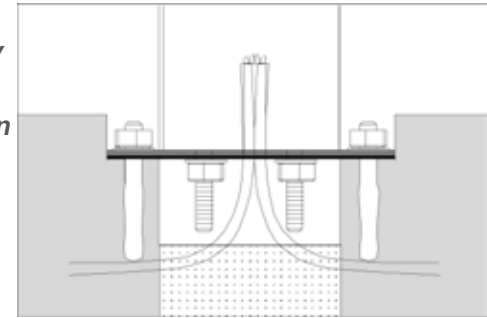
1.- Escavar a 25 cm de profundidad, sacar cableado eléctrico. Dejar cama de material filtrante. Nivelar y presentar placa de acero base.



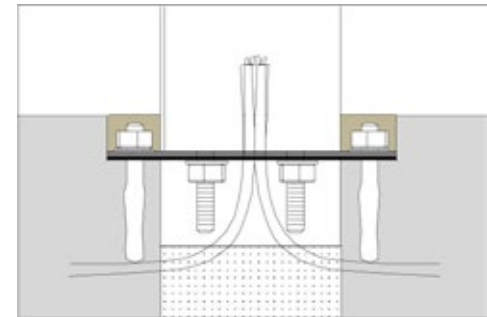
2.- Fijar placa de acero a poste de advertencia.



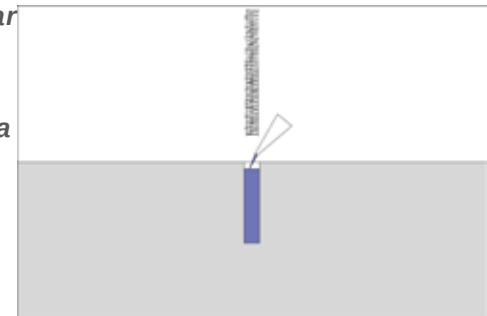
3.- Fijar placa de acero a placa base y a piso mediante los taquetes ancla arpon de 3/4" x 5 1/2".



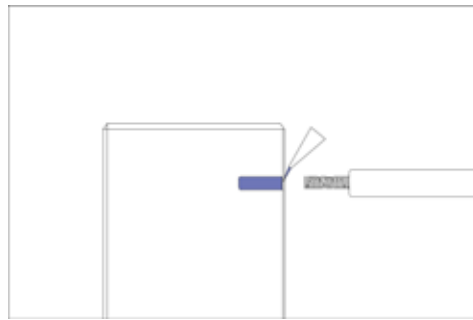
4.- Rellenar con concreto polimérico hasta nivelar con piso.



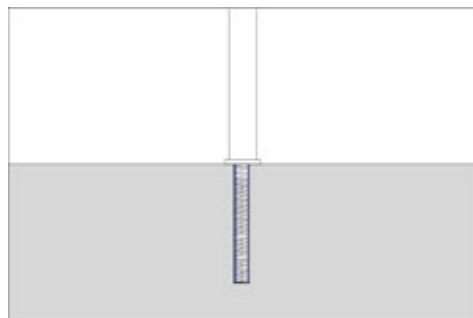
5.- Perforar y rellenar perforación con resina epóxica. Insertar y fijar varilla roscada de 3/4\"/>



Propuesta de diseño



6.- Rellenar con resina epóxica orificios para fijación entre soporte isquiático y superficie de descanso.



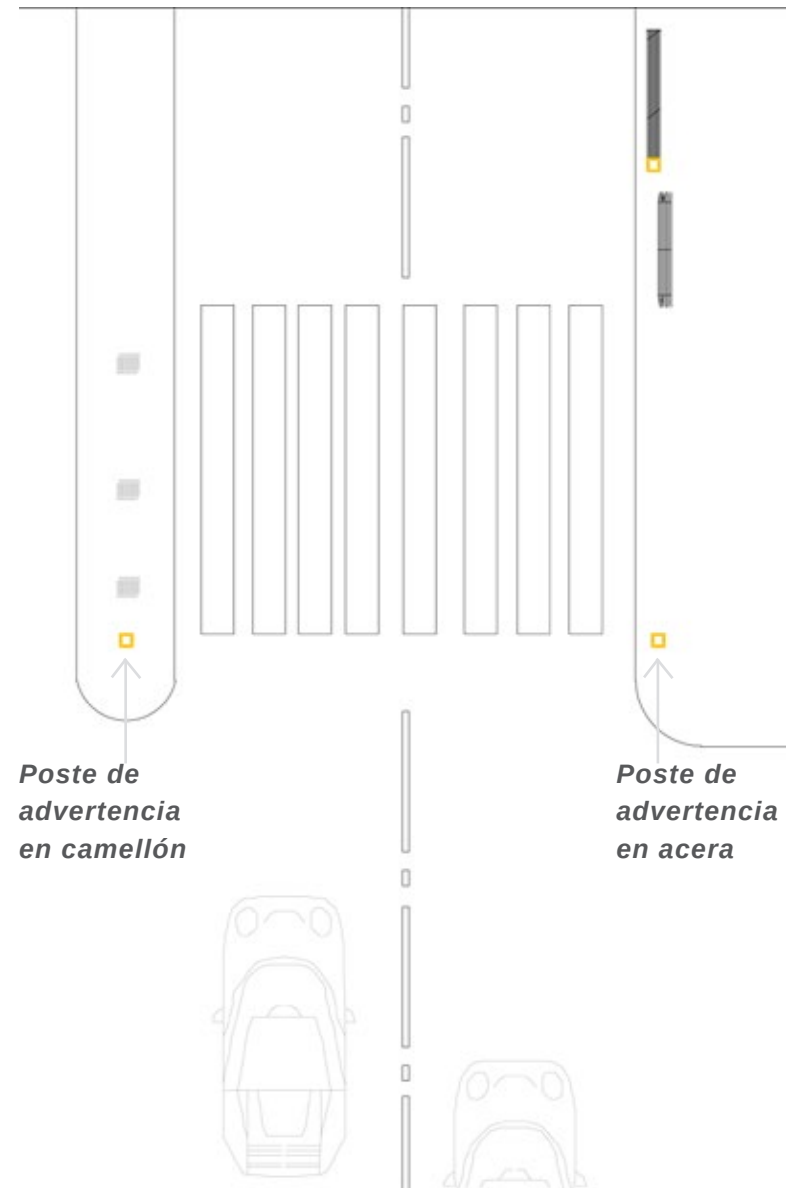
7.- Rellenar con resina epóxica orificios inferiores del cuerpo de anclaje e insertar en la varilla roscada descrita en paso 5.

Poste de Advertencia

Propuesta de diseño

Los postes de advertencia tienen la misma configuración formal, de producción, estética y ergonómica que los postes de advertencia de los soportes isquiáticos, y de igual manera advierten si existe peligro de atropellamiento tanto a los conductores como a los peatones mediante los dispositivos luminosos de advertencia.

La instalación de estos elementos es dentro de las aceras, como primer elemento de advertencia, y en los camellones, reforzando la visibilidad para los carriles adjuntos a ellos.



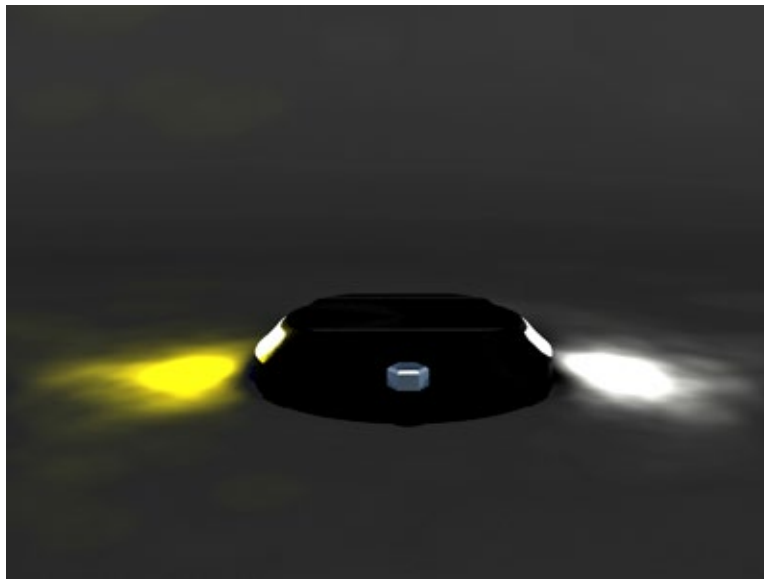
Violetas Luminosas

Propuesta de diseño

Factores Funcionales

Las vialetas luminosas son elementos instalados dentro del arroyo vehicular, y antes del cruce peatonal, con el fin de reforzar las señales de advertencia del sistema. Para ello cada vialeta cuenta con un modulo de 3 Leds de potencia de color ámbar de 1 Watt dirigido hacia la vista de los conductores.

Además de esto, las vialetas dirigen iluminación hacia los peatones, haciéndolos más visibles por las noches, para los automovilistas. La iluminación se da por otro módulo de 3 Leds de potencia de 1 Watt de color blanco.

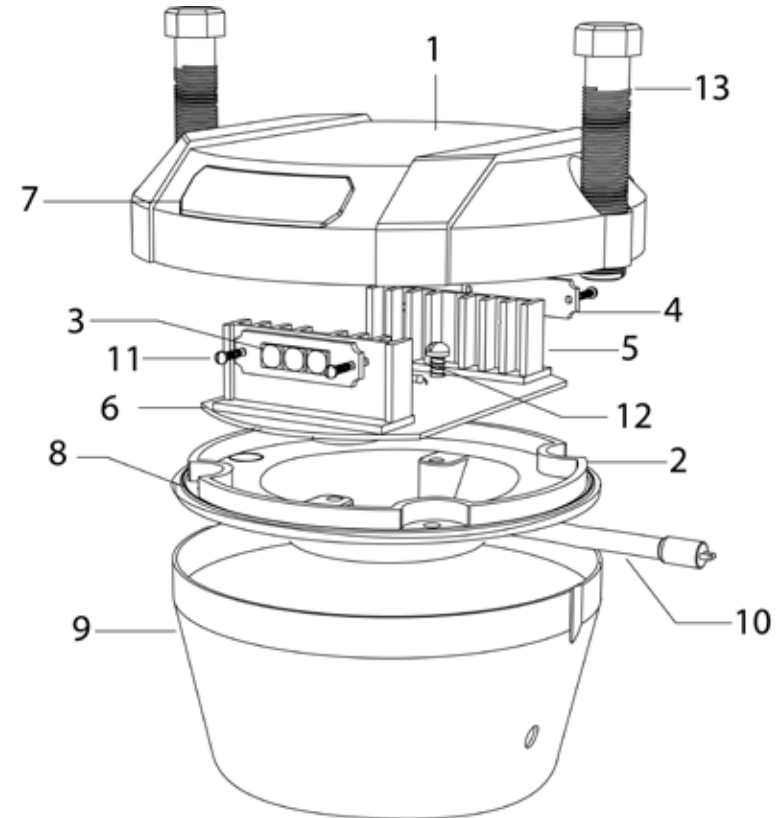


Propuesta de diseño

Factores de Producción

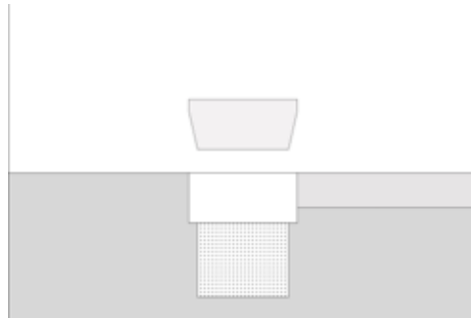
Descripción	Material	Proceso	Número de piezas por elemento
1.- Pieza F-01 (Cuerpo superior)	Hierro	Fundición de hierro pintada con pintura electrostática de POLIÉSTER sin TGIC, secado en horno a 220°	1
2.- Pieza F-02 (Cuerpo inferior)	Hierro	Fundición de hierro pintada con pintura electrostática de POLIÉSTER sin TGIC, secado en horno a 220°	1
3.- Módulo Led de alta potencia 3X1 Watt Color Ámbar	N/A	Pieza comercial	1
4.- Módulo Led de alta potencia 3X1 Watt Color Blanco	N/A	Pieza comercial	1
5.- Disipador de calor	Aluminio	Pieza comercial	2
6.- PCB	N/A	Pieza comercial	1
7.- Pantalla	Vidrio prisma	Moldeado	2
8.- Aro sellador de Ø 10 cm	Silicon	Pieza comercial	1
9.- Housing de montaje	Acero galvanizado	Troquelado	1
10.- Cable de Ø 8-10 mm con conector macho	N/A	Pieza comercial	1
11.- Tornillos M2 x 7 mm	Acero	Pieza comercial	4
12.- Tornillos M3 x 7 mm	Acero	Pieza comercial	2
13.- Pernos de anclaje de 1/2" X 2"	Acero galvanizado	Pieza comercial	2

Los cuerpos superior e inferior están fabricados en fundición de hierro resistente a la corrosión, a químicos y al tránsito pesado.

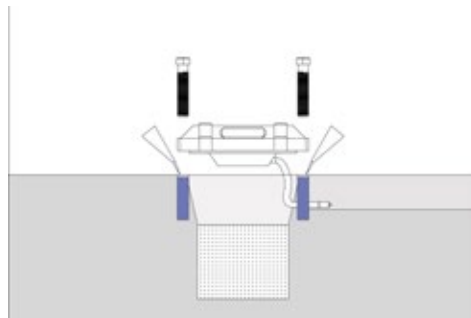


Propuesta de diseño

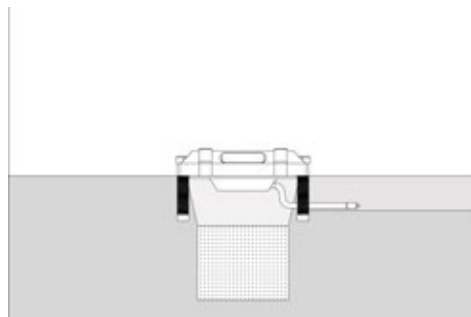
Instalación



1.- Cortar piso a 40mm de profundidad para cableado. Escavar a 15 cm de profundidad en el lugar donde se instalará la vialeta.



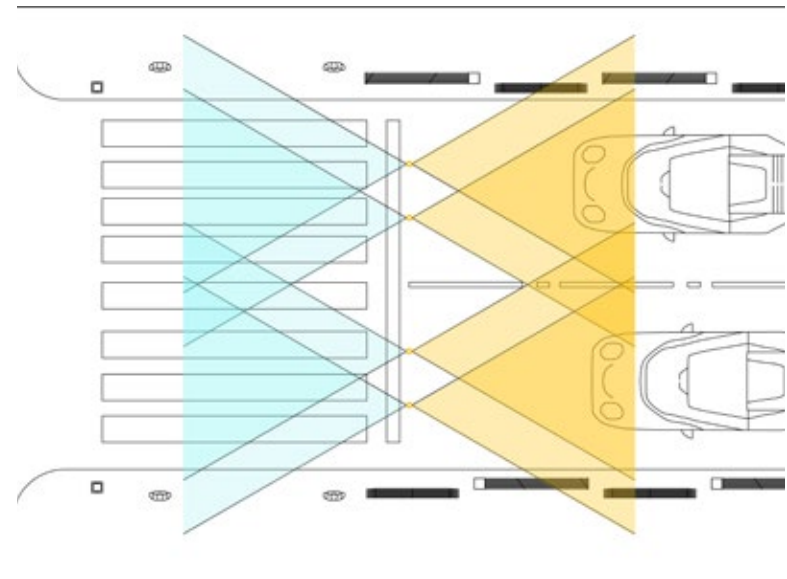
2.- Dejar cama de material filtrante e instalar Housing con material de fijación. Barrenar y rellenar orificios con resina epóxica.



3.- Fijar vialeta con pernos de anclaje de 1/2" X 2".

Factor Ergonómico

El ángulo de emisión de luz de cada vialeta es de 60°, y al estar instaladas dos vialetas por carril, dicho ángulo permite dirigir una mayor intensidad de luz de advertencia hacia los automovilistas y una cobertura completa de iluminación para hacer visibles a los peatones durante el cruce.



Propuesta de diseño

Factor Estético

En las vialetas luminosas se ven simbolizadas las direcciones contrarias, que por su misma naturaleza deben estar separadas para un mejor ordenamiento y seguridad de quien transita por el camino. Dentro del ordenamiento vial de una ciudad, estas separaciones se dan con separaciones físicas, como los camellones, como también con barreras visuales, como las líneas de color amarillo pintadas en una autopista.

En las vialetas luminosas estas direcciones contrarias se reflejan tanto en la función de señalización e iluminación con dos colores distintos de Leds como en los dos caminos simbólicos que le dan estructura a la pieza superior.



Bancos para camellones

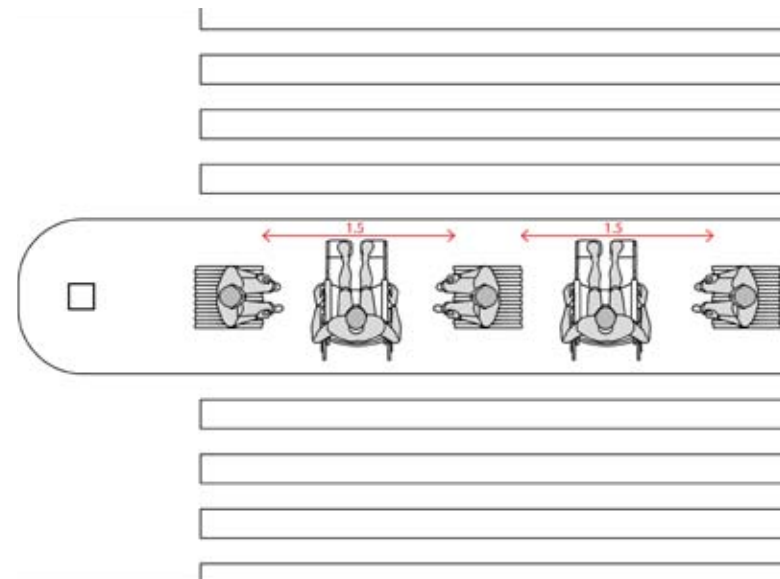
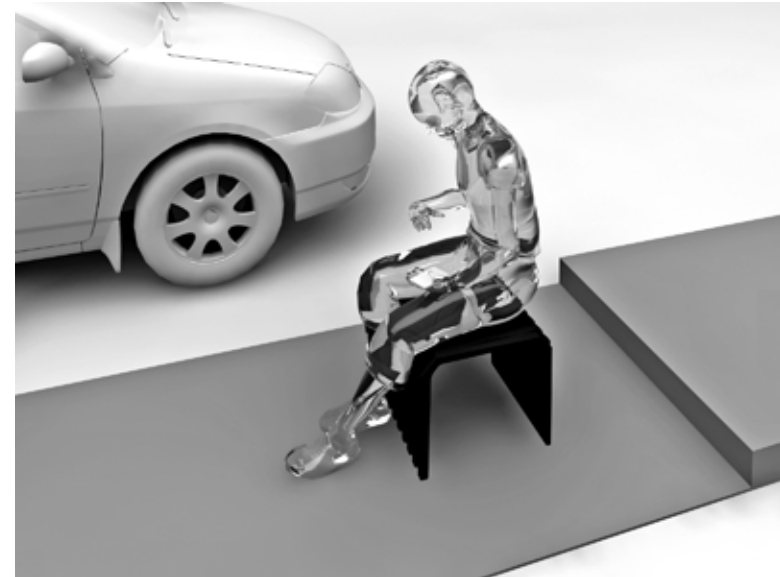
Propuesta de diseño

Factores de Función

En la investigación de campo se observó que cuando los peatones quedan varados en los camellones, su estrés y ansiedad suelen crecer. Esto puede ser explicado en el ramo de la Psicología con el Efecto Zeigarnik, el cual define que las personas tienden a recordar tareas inconclusas o interrumpidas con mayor facilidad, debido a que esa tarea incompleta causa en nosotros una tensión que sólo es liberada al momento de terminarla o abandonarla por completo.

Los bancos para camellones están diseñados para hacer que los peatones abandonen momentaneamente la tarea inconclusa de llegar a la acera contraria, bloqueando esa tensión y enfocándola en una zona de descanso que le da oportunidad también de realizar otras actividades, reduciendo así el que busque cruzar la avenida en cualquier momento.

La cantidad de peatones que se estanca en los camellones suele ser poca. En la investigación de campo se contaron hasta 6 peatones, por lo que se recomienda instalar de 3 a 4 bancos por camellón dependiendo del flujo peatonal de la intersección, separados entre ellos a una distancia de 1.5 metros para permitir el flujo de personas en el cruce.

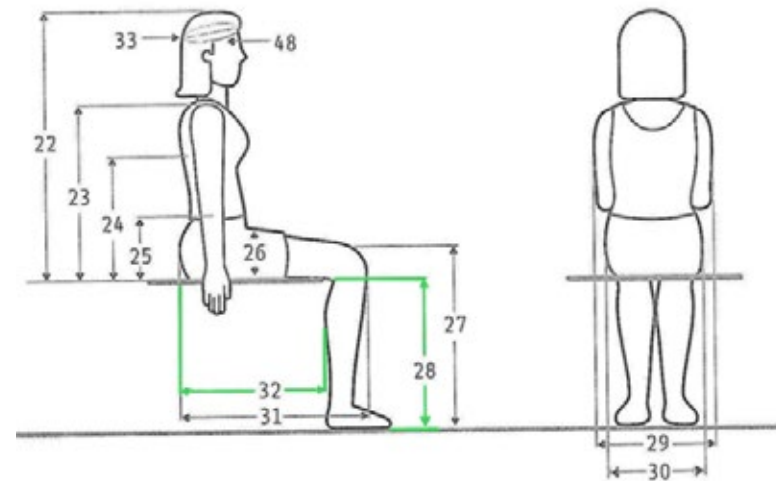
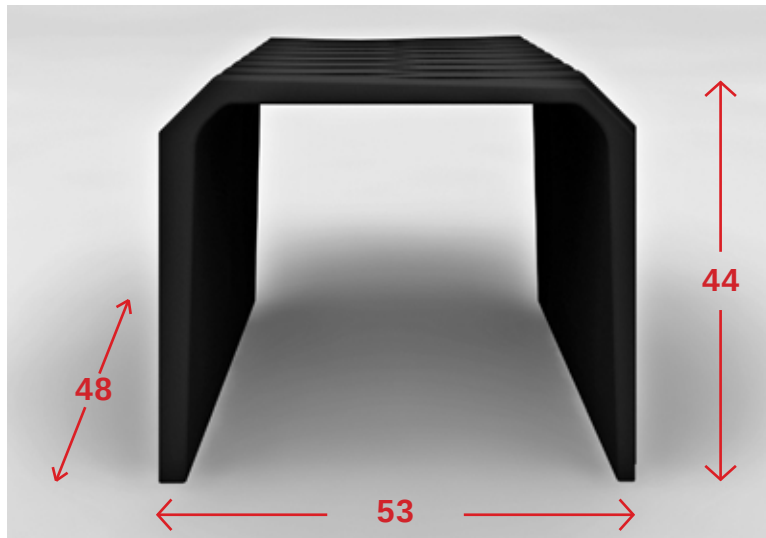


Propuesta de diseño

Antropometría

Para definir las medidas del banco se tomaron las medidas de la población femenina mexicana con rango de edad de 18 a 24 años, ya que la población juvenil en edad productiva es de las más afectadas en cuestión de accidentes de tránsito.

Entre más pequeño sea un banco, más difícil es levantarse de él, sobre todo para las personas adultas mayores. Es por ello que para la altura del banco se tomó la medida de la altura poplítea del percentil 95 es decir 44 cm. Para el largo del banco se usó la longitud nalga-poplíteo de 53 cm con ángulo de inclinación en los bordes para evitar el contacto con la zona poplítea.

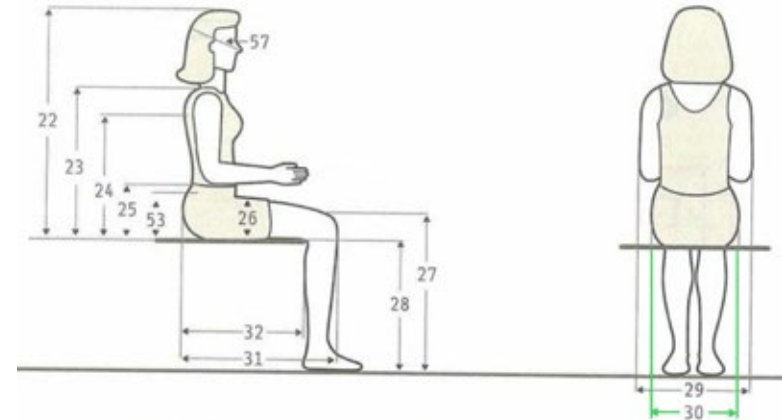
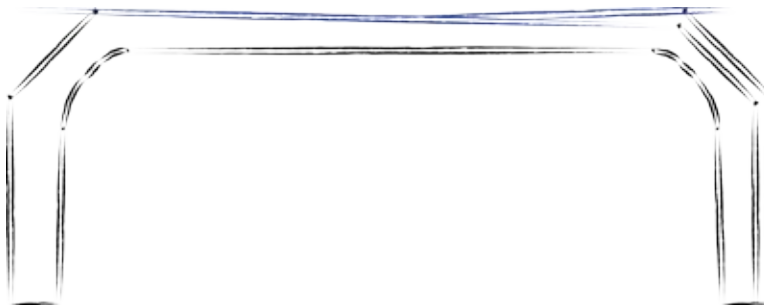


		19-24 años (n=187)				
				Percentiles		
Dimensiones		χ	D.E.	5	50	95
22	Altura normal sentado	839	28	785	840	886
23	Altura hombro sentado	550	26	502	546	592
24	Altura homoplato	427	28	380	430	476
25	Altura codo sentado	243	26	194	239	286
26	Altura máx. muslo	141	13	115	137	161
27	Altura rodilla sentado	478	22	439	479	521
28	Altura poplítea	385	21	359	400	439
29	Anchura codos	443	50	367	432	505
30	Anchura cadera sentado	374	33	320	368	431
31	Longitud nalga-rodilla	544	27	500	547	598
32	Longitud nalga poplíteo	438	28	404	453	502
33	Diámetro a-p cabeza	183	7	172	184	198
48	Perímetro cabeza	541	16	521	546	573

Propuesta de diseño



Para el ancho del banco se extendió el rango de edad hasta los 65 años para tener un mayor rango de complejión corporal. Se tomó la medida del 95 percentil de la anchura de la cadera, teniendo una medida final de 48 cm.



		18-65 años (n=187)				
		—		Percentiles		
Dimensiones		χ	D.E.	5	50	95
22	Altura normal sentado	832	27.42	790	831	879
23	Altura hombro sentado	551	22.95	511	552	591
24	Altura homoplato	426	26.91	377	426	469
25	Altura codo sentado	250	25.78	207	249	293
26	Altura máx. muslo	152	18.06	126	150	185
27	Altura rodilla sentado	472	21.85	435	474	508
28	Altura poplítea	374	20.79	338	376	406
29	Anchura codos	487	54.23	411	478	582
30	Anchura cadera sentado	399	39.4	347	392	472
31	Longitud nalga-rodilla	575	27.97	534	572	625
32	Longitud nalga-poplíteo	471	32.92	434	470	513
53	Altura cresta ilíaca	204	23.68	158	204	236
57	Diámetro a-p cara	211	10.59	192	212	228

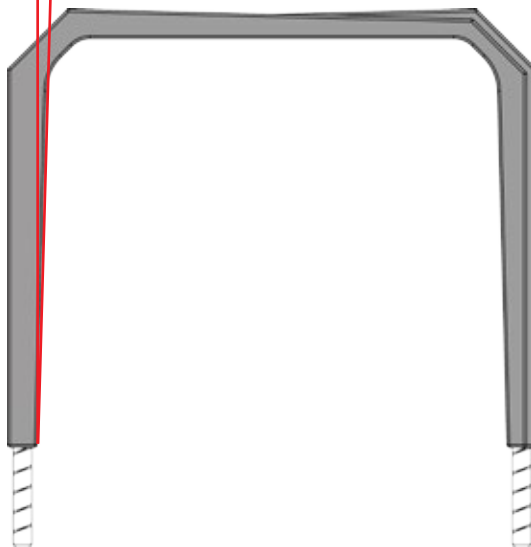
Propuesta de diseño

Factores de Producción

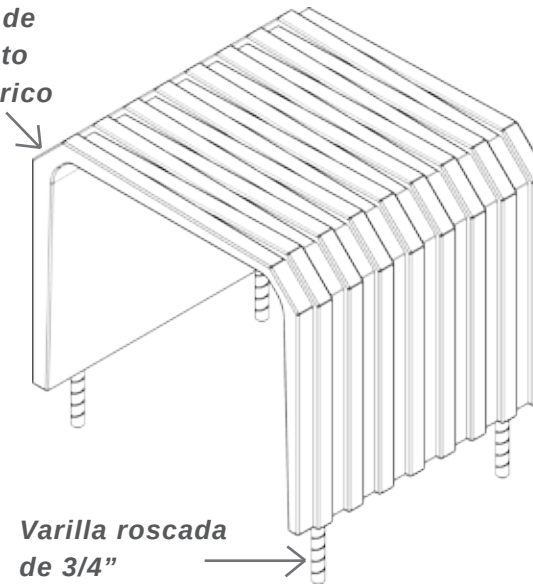
Cada banco se compone de una sola pieza fabricada en concreto polimérico reforzado con fibra de vidrio y moldeado en molde igualmente de fibra de vidrio dejando un ángulo de 2° en la pieza para facilitar el desmolde. La fijación a piso es mediante resina epóxica y varillas roscadas de $3/4"$ ahogadas en la pieza durante el proceso de colado.

Ángulo de desmolde

2°



Banco de concreto polimérico



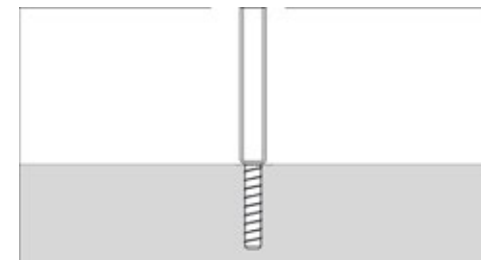
Varilla roscada de $3/4"$

Instalación

1.- Perforar piso para varilla de $3/4"$ y rellenar perforación con resina epóxica.



2.- Insertar banco mediante las varillas roscadas de $3/4"$ previamente ahogadas en las piezas durante el proceso de colado.

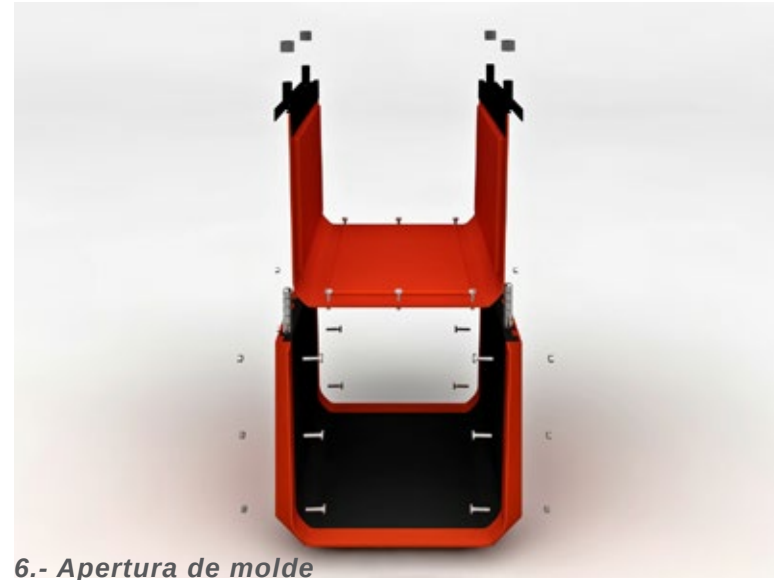


Propuesta de diseño

Moldeo



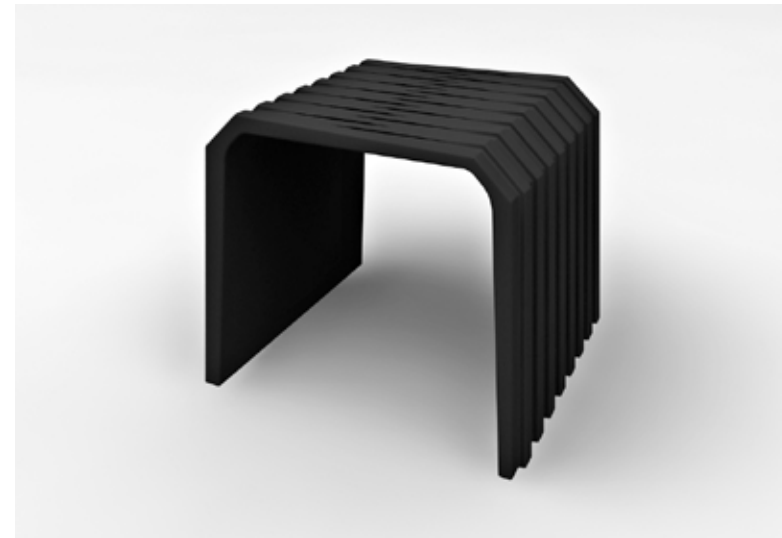
Propuesta de diseño



Propuesta de diseño

Factor Estético

Siguiendo con el concepto de los caminos, los bancos están conceptualizados en base a las pendientes, mismas que provocan la fluidez del agua, ayudando así al óptimo funcionamiento del elemento. Están conformados por una serie continua de ellas pero encontradas haciendo así contraste con la superficie continua de los soportes isquiáticos.



Por el centro de los bancos, el punto de intersección visual entre las dos pendientes, se da una aparente textura lisa en contraste con la textura de los costados que provocan los surcos de las piezas. De esta manera se crea visualmente un nuevo camino en forma de zig zag.



Vallas Peatonales

Propuesta de diseño

Factores de Función

Las vallas peatonales complementan la función de los soportes isquiáticos de delimitar el cruce y guiar a los peatones a este.

Su instalación se da tanto en las esquinas de cada intersección para desplazar los cruces peatonales de las mismas, como a lo largo de la acera y de manera intercalada junto con los soportes isquiáticos, con el fin de proteger y hacer visibles los dispositivos de advertencia.

El desplazar los cruces peatonales de la esquina tiene varios beneficios para la seguridad del peatón:

- Permite al peatón ser más visible a los conductores que giran en esa esquina (Vuelta derecha)
- Aleja al peatón de posibles choques de intersección entre automóviles



Propuesta de diseño

Factores Antropométricos

La visibilidad entre conductor y peatón es indispensable para la prevención de accidentes por atropellamiento. Muchas vallas actuales bloquean visiblemente al peatón haciendolo visible hasta el momento en que están dentro de la avenida.

La altura de las vallas peatonales permite hacer visible a los peatones adultos y niños desde el momento en que siguen transitando sobre la acera, dando conocimiento al conductor de su existencia y sus actos, aumentando la precaución de ambas partes.



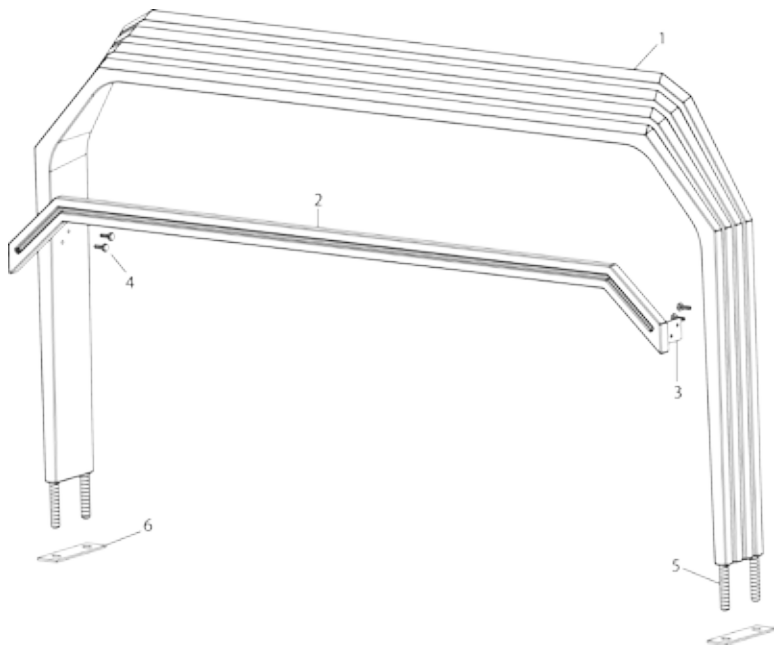
Su diseño también permite un apoyo para los brazos del peatón, ofreciéndole un área más de descanso.



Propuesta de diseño

Factores de Producción

Cada valla peatonal está conformada por dos piezas de concreto polimérico reforzado con fibra de vidrio y unidas entre sí mediante ángulos de aluminio ahogados en el proceso de colado de la pieza V-02 y tornillos de cabeza hexagonal fijos con resina epóxica a la pieza V-01.

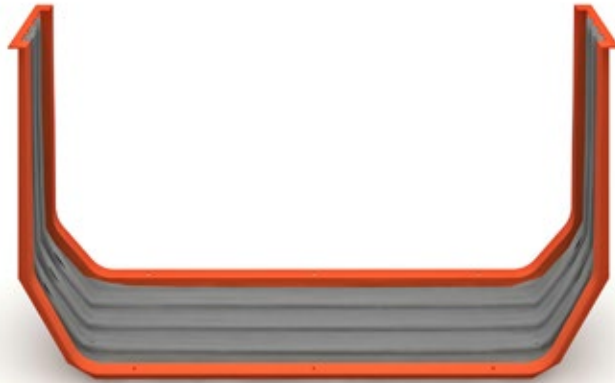


Descripción	Material	Proceso	Número de piezas por elemento
1.- Pieza V-01	Concreto Polimérico reforzado con fibra de vidrio	Moldeo en molde de fibra de vidrio	1
2.- Pieza V-02	Concreto Polimérico reforzado con fibra de vidrio	Moldeo en molde de fibra de vidrio	1
3.- Ángulo de aluminio de 60 mm x 15 mm y 2 mm de espesor	Aluminio	Perfil normalizado cortado a medida y ahogado en el proceso de colado	2
4.- Tornillo cabeza hexagonal M8 x 25 mm	Acero inoxidable	Pieza comercial	4
5.- Varilla roscada de 3/4" X 200 mm	Acero	Pieza comercial ahogada en el proceso de colado	4
6.- Pletina de acero de 2" y 5 mm de espesor	Acero	Perfil normalizado barrenado y cortado a medida	2



Propuesta de diseño

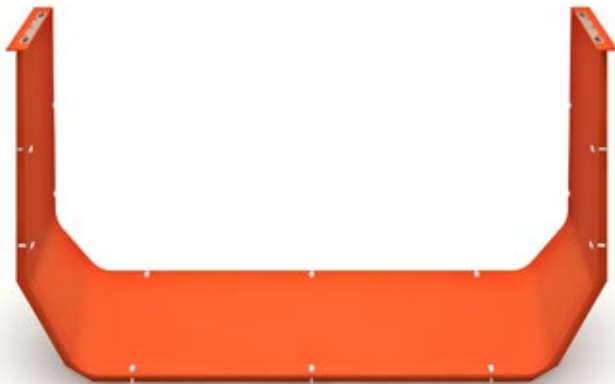
Moldeo (Pieza V-01)



1.- Aplicación de primera capa de concreto polimérico



2.- Colocación de refuerzo de fibra de vidrio



3.- Llenado de molde y colocación de contramolde.



4.- Colocación de varillas para su ahogado.

Propuesta de diseño

Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales

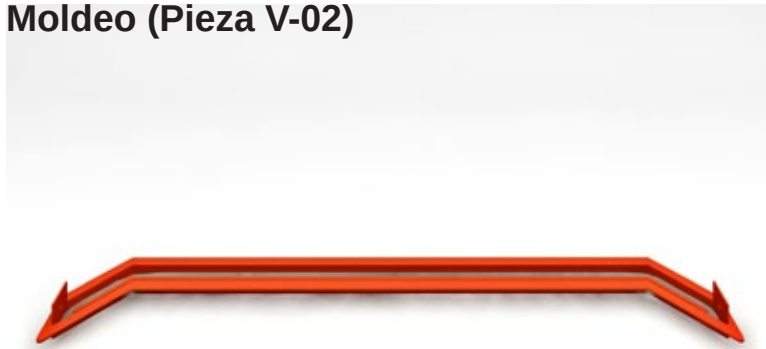


5.-Vibrado y moldeo

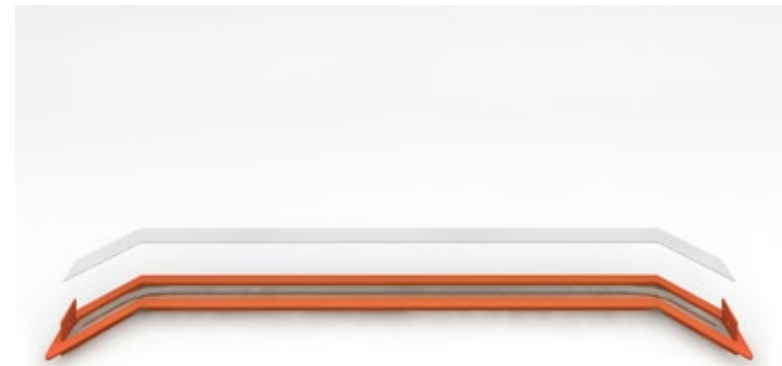


6.- Apertura de molde

Moldeo (Pieza V-02)



1.-Aplicación de primera capa de concreto polimérico



2.- Colocación de refuerzo de fibra de vidrio

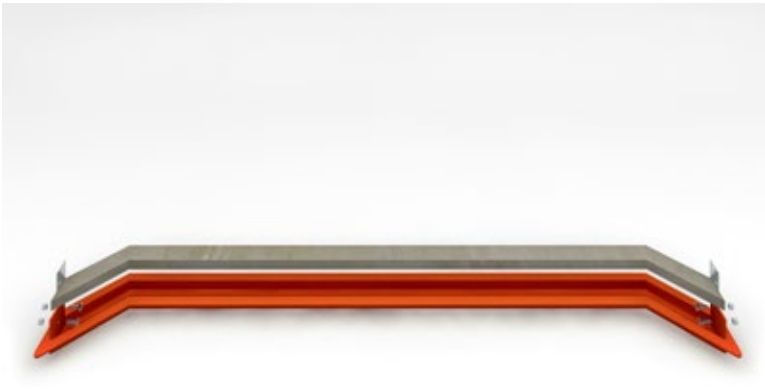
Propuesta de diseño



3.- Llenado de molde y colocación de ángulos de aluminio para su ahogado.



4.- Vibrado y moldeo

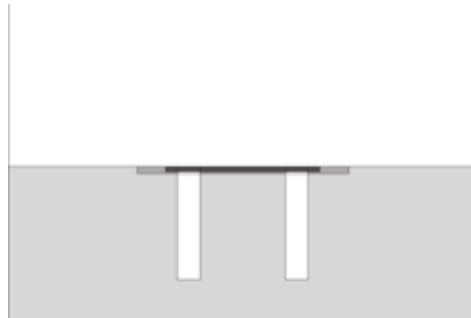


5.- Apertura de molde

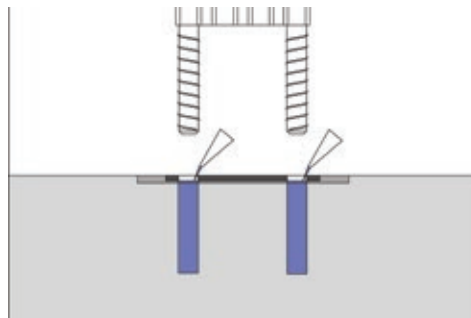
Propuesta de diseño

Instalación

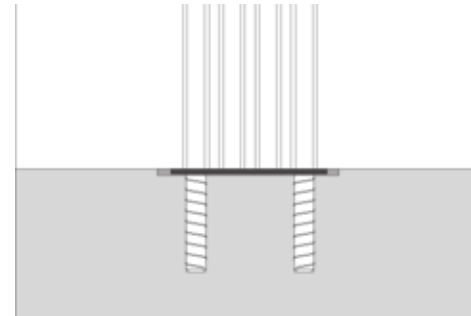
La fijación a piso se da mediante una placa de acero niveladora y las varillas roscadas previamente ahogadas en la pieza de concreto polimérico.



1.- Nivelar área con la pletina de acero y hacer las perforaciones para las varillas roscadas de 3/4\"



2.- Limpiar y rellenar perforación con resina epóxica-



3.- Insertar las varilla roscadas de 3/4\" del elemento para su fijación.

Propuesta de diseño

Factores Estéticos

En este elemento se retoman los trazos continuos con cambios de nivel y dirección tal y como están configurados los soportes isquiáticos, sin embargo a diferencia de estos, cada camino en la valla peatonal recorre distintas distancias. Ahora cada camino lleva un trazo con la misma configuración icónica pero con distintas alturas y pendientes, lo cual simboliza la individualidad de las actividades de cada persona lo que la hacen modificar su trayecto hacia un aparente mismo destino.



Propuesta de instalación
Cruce: Paseo de la Reforma-Av. Hidalgo

Propuesta de diseño

La delegación Cuahútemoc es de las delegaciones con mayor índice de accidentalidad peatonal y tiene los cruces más peligrosos del Distrito Federal como son el cruce entre Av. Hidalgo y Av. Reforma, mismo que se utilizará como ejemplo para la implementación del sistema.

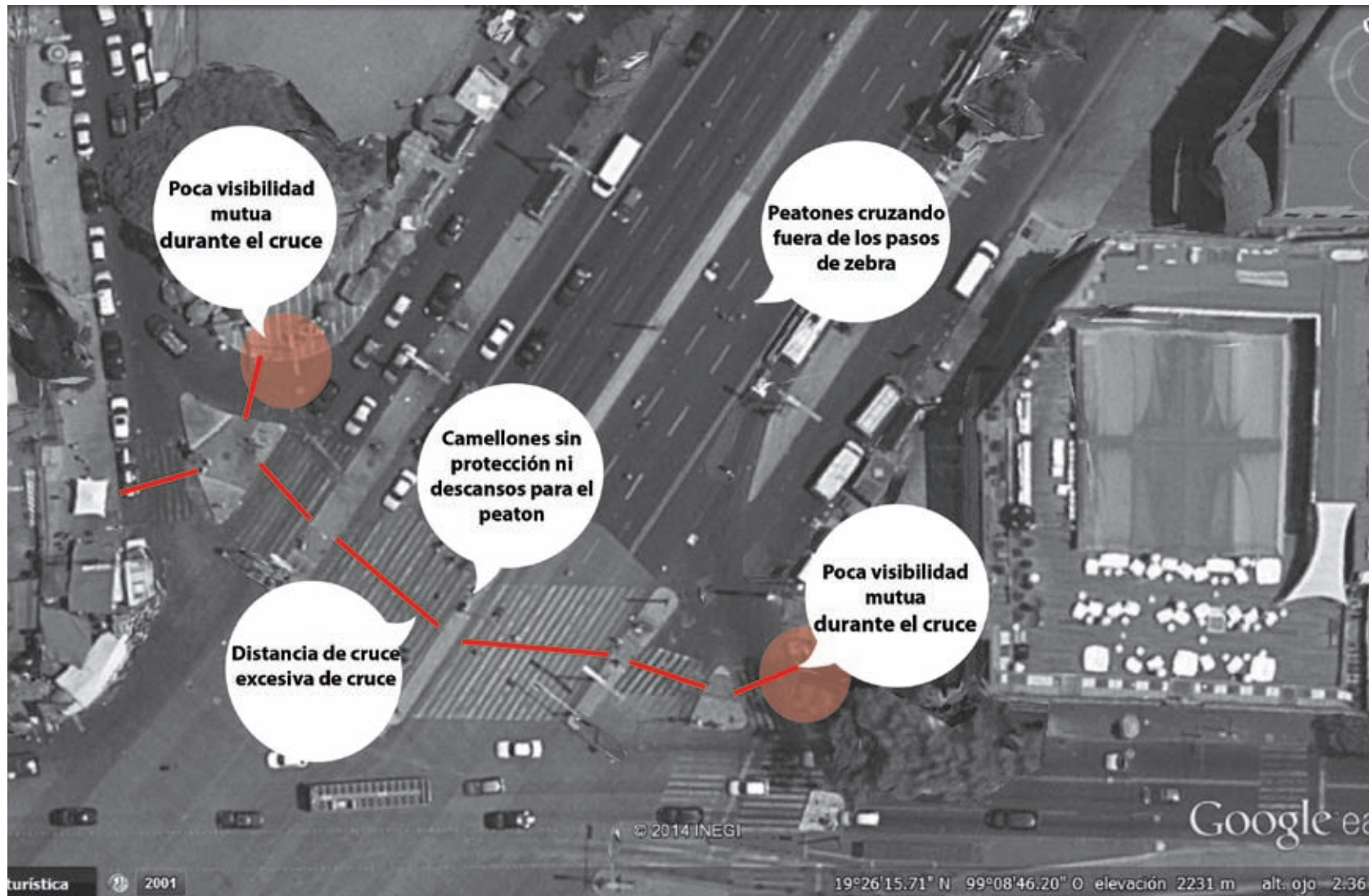
En este cruce ocurrieron 20 atropellamientos en el año 2005, siendo este cruce el más peligroso de la ciudad.

Principales intersecciones de la Delegación Cuauhtémoc

Calle 1	Calle 2	Tipo de accidente				Tipo de involucrado				
		Total de Accidentes	Colisiones	Atropellamientos	Caidos, Derrapamientos y Volcaduras	Total de Involucrados	Conductores	Peatones	Pasajeros	Se ignora tipo de involucrado
Eje Central Lázaro Cárdenas	Fray Servando Teresa de Mier	46	42	4	0	72	50	2	19	1
Paseo de la Reforma	Av. Hidalgo	33	13	20	0	49	18	18	10	3
Eje Central Lázaro Cárdenas	José María Izazaga	27	18	9	0	48	23	9	16	0
Eje Central Lázaro Cárdenas	Av. Hidalgo	26	19	7	0	37	20	10	6	1
Paseo de la Reforma	Eje 1 Pte. (Rosales)	25	20	5	0	40	28	4	8	0
Eje 2 Nte. Manuel González	Av. Insurgentes Nte.	25	22	2	1	41	25	2	14	0
Eje Central Lázaro Cárdenas	Victoria	25	15	9	1	38	18	12	8	0
Av. Insurgentes Centro	Paseo de la Reforma	23	21	2	0	36	23	3	10	0
Eje 2 Pte. Florencia	Av. Chapultepec	22	18	4	0	35	17	5	13	0
Eje Central Lázaro Cárdenas	Francisco I. Madero	20	12	8	0	33	17	9	7	0
Av. Chapultepec	Eje 3 Pte. Salamarca	20	15	4	1	28	12	5	11	0
Circuito Interior Calz. Melchor Ocampo (Cadetes del 47)	Av. Marina Nacional	20	19	0	1	33	22	0	11	0
Eje 2 Nte. Manuel González	Eje Central Lázaro Cárdenas	19	13	4	2	35	22	6	7	0
José María Izazaga	José Simón Bolívar	17	12	5	0	26	14	4	8	0
José María Pino Suárez	José María Izazaga	18	7	10	1	26	10	10	6	0
Paseo de la Reforma	Eje 2 Pte. Río Tiber	18	14	3	1	28	23	3	2	0
Eje 1 Nte. José Antonio Alzate	Av. Insurgentes Nte.	16	12	4	0	30	18	4	8	0
Fray Servando Teresa de Mier	Eje 1 Ote. Anillo de Circunvalación	17	8	8	1	24	10	11	3	0
Paseo de la Reforma	Eje 2 Nte. Manuel González	16	13	3	0	24	17	3	4	0
Av. Insurgentes Sur (Carr. ciudad de México - Cuernavaca)	Av. Yucatán	15	10	5	0	28	20	4	4	0
Eje 1 Pte. Bucareli	Av. Chapultepec	15	12	3	0	21	13	3	5	0
Paseo de la Reforma	Av. Ricardo Flores Magón	15	10	5	0	25	14	7	4	0
20 de Noviembre	José María Izazaga	15	9	5	1	23	13	5	5	0
Av. Insurgentes Nte.	Puente de Alvarado	14	12	2	0	29	22	2	5	0
Eje Central Lázaro Cárdenas	Eje 3 Sur	14	12	2	0	24	13	2	7	2
Paseo de la Reforma	Manuel Payno	14	11	3	0	21	16	3	2	0
Av. Insurgentes	Eje 3 Pte. Sevilla	14	10	4	0	22	14	5	3	0
Circuito Interior Av. José Vasconcelos	Liverpool	13	7	6	0	21	10	5	6	0
Dr. Río de la Loza	Benjamin Franklin	13	12	1	0	19	13	1	5	0
Av. Hidalgo	Dr. José María Vértiz	13	9	4	0	21	15	4	2	0
Belisario Domínguez	Valerio Trujano	12	7	5	0	15	6	5	4	0
Circuito Interior Av. Río Churubusco	Eje Central Lázaro Cárdenas	12	7	5	0	23	10	5	8	0
Eje 1 Nte. Mosqueta	Eje Central Lázaro Cárdenas	12	10	2	0	20	14	3	3	0
	Eje 1 Pte. Guerrero	12	11	1	0	15	7	1	7	0

Propuesta de diseño

Cruce en la actualidad



Propuesta de diseño

Propuesta







Propuesta de diseño

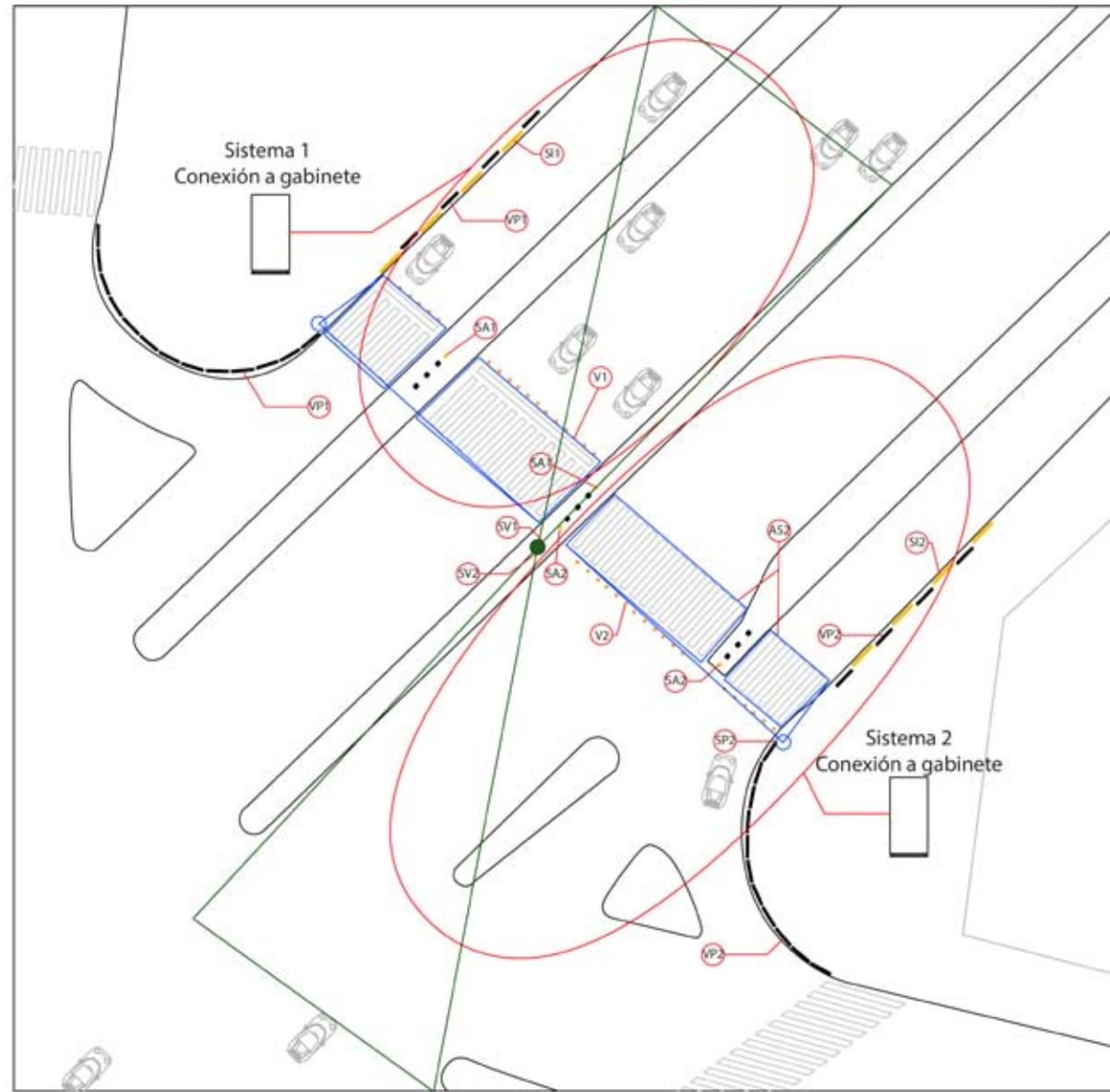




Propuesta de diseño

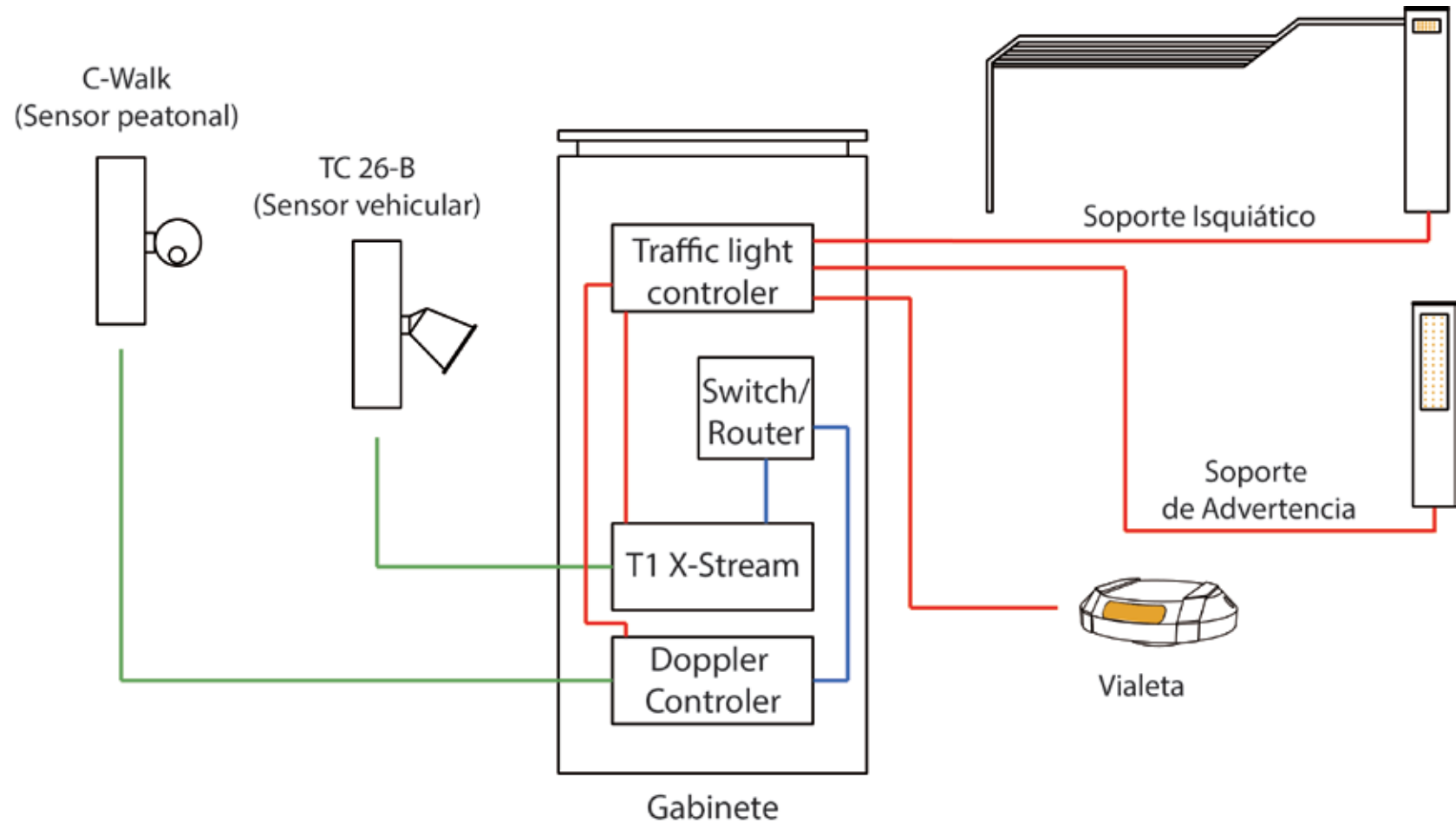
Sistema
 AS: Área sensorizada peatonal
 SP: Sensor Peatonal
 SV: Sensor Vehicular
 SA: Soporte de Advertencia
 SI: Soporte Isquiático
 V: Vialitas
 VP: Vallas Peatonales

Nota: El número indica a que sistema pertenece cada elemento



Propuesta de diseño

Conexión a gabinete



Propuesta de diseño

4.6.- Sobre la producción

Para la elección del material a utilizar en el diseño se hicieron comparaciones de los distintos tipos de materiales usados frecuentemente en la fabricación de elementos urbanos, siendo el concreto polimérico el elegido por sus propiedades de resistencia, durabilidad, estética y antivandalismo.

Concreto Polimérico

El concreto polimérico es un material compuesto, producido al mezclar agregados minerales de diferentes granulometrías con un agente aglomerante de resinas poliéster normalmente.

La composición del concreto polimérico se determina de acuerdo al uso y cargas a las que estará expuesto el producto, logrando resistencias a la compresión que van desde los 850 hasta los 1,400 Kg/cm².

El material terminado tiene propiedades químicas, térmicas y mecánicas excelentes como:

- Buena resistencia a la carga
- Durabilidad
- Rápido tiempo de Gelado
- Ligereza (hasta 50% menos del peso de productos similares con mucha mayor resistencia)

- Impermeabilidad
- Resistencia a la corrosión de químicos como Gasolina, Diesel, detergentes, entre otros

Para alargar la vida y resistencia del Concreto Hidráulico es necesario reforzarlo con varillas o mallas de metal. Actualmente se están incorporando otro tipo de refuerzos tales como series de núcleos o capas termoplásticas, brindando con esto la posibilidad de crear formas orgánicas, delgadas y resistentes que jamás se lograrían con los tradicionales refuerzos de acero.



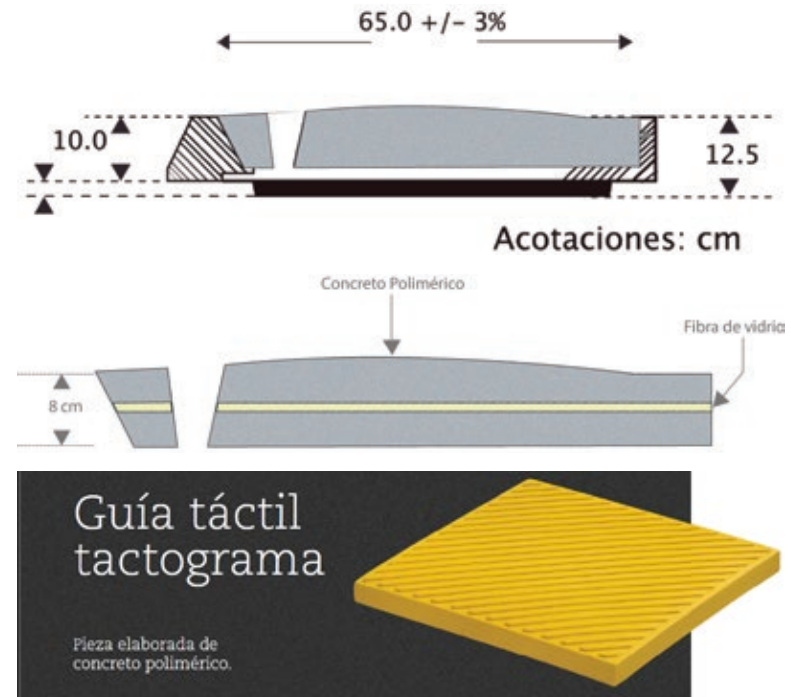
En el caso del Concreto Polimérico se utiliza fibra de vidrio de filamentos entrelazados y la ubicación de capas y posicionamiento de estas es directamente proporcional al tipo de resistencia o carga para la cual se va a diseñar la pieza.

Propuesta de diseño

Para una pieza de concreto polimérico de 8 cm de alto con una resistencia a la flexión de 17,000 kg se requiere una capa de fibra de vidrio entrelazada colocada por en medio.

Una vez que este compuesto híbrido alcanza su tiempo de gelado, aparte de obtener los beneficios antes mencionados, mejora su resistencia a la flexión, logrando que cuando se le aplique una carga a la pieza al centro, esta se flexione y recupere su forma original una vez que la carga es retirada.

Estas características estructurales hacen posible la elaboración de piezas de espesores considerablemente menores y más resistentes que otros materiales.



Propuesta de diseño

Comparación entre materiales de uso urbano

Concreto Hidráulico

- Buenas propiedades térmicas
- Alta absorción de agua (+10%) en el caso de brocales, permite que la humedad llegue al alma de varilla y la oxide, por tanto se expande y fractura la pieza.
- Se rompe con los ciclos de congelamiento
- Pobre resistencia química
- Buena resistencia a la compresión con mucha masa
- Bajo Costo



Polietileno de media densidad

- Ligeros y de material reciclado
- Propiedades térmicas pobres lo que provoca que se deforme e imposibilita la apertura de brocales.
- Excelente resistencia química, Inoxidable
- Bajo Costo



Fierro fundido

- Baja Resistencia a la corrosión
- La fundición contamina el agua
- Tiene alto valor en el mercado negro
- Sus costos son volátiles
- Buena resistencia a la compresión, y a la tensión



Concreto Polimérico

- Muy durable - fuerte, componentes ligeros.
- Estético
- Baja absorción de agua (< 0.1%) – NO le afectan los ciclos de congelamiento
- Excelente resistencia química
- Excelente resistencia a la compresión
- No tiene incidencia de robo



Propuesta de diseño

Propiedades del concreto polimérico	
1.- Resistencia a la compresión	900 a 1350 kg/cm ²
2.- Resistencia a la tensión	120 a 190 kg/cm ²
3.- Resistencia a la flexión	190 a 300 kg/cm ²
4.- Peso específico	1.8 a 2.3 kg/dm ³
5.- Modulo de elasticidad	aprox. 00-350x10 ³ kp/cm ²
6.- Absorción de agua	0.3 al 0.6%
7.- Conductividad termica	0.8-2 kcal/mh 0c
8.- Resistencia a la abrasión	0.025 cm ³ /cm ² (din 52 108)
9.- Resistencia a la temperatura	-40 0c a 100 0c
10.- Resistencia a la corrosión	excelente
11.- Resistencia a ácidos	excelente
12.- Resistencia a álcalis	excelente
13.- Exposición a carga máxima	1-3 días

Propiedades del concreto polimérico vs. concreto portland		
Características	Concreto polimérico	Concreto portland
Resistencia a la compresión (Kg./cm ²)	1350	350
Resistencia a la tensión (Kg./cm ²)	190	120
Modulo de ruptura (Kg./cm ²)	240	49
Modulo de elasticidad (Kg./cm ²)	350000	250000
Resistencia a la adhesión (Kg./cm.)	45.7	8.8
Absorción de agua (%)	0.6	12.5
Resistencia congelamiento/descongelamiento (No. ciclos % pérdidas de peso)	1600/0	700/25

Propuesta de diseño

4.7.- Costos

El costo total del proyecto es de \$50,017,177.00 de pesos el cual incluye el costo por el desarrollo del proyecto, el costo de producción y el costo de instalación. Si este costo se divide entre las 92 intersecciones en las que se instalará el sistema, tenemos que cada intersección tiene un costo de \$544,251.92.

Costo del desarrollo del proyecto

Actividades

Investigación

- Investigación del problema
- Visitas de campo a cruces peligrosos
- Entrevistas a peatones
- Análisis de la información

Diseño

- Generación de conceptos
- Investigación de materiales, procesos y tecnologías
- Pruebas con simuladores
- Desarrollo de propuesta final
- Renders finales
- Planos de producción

Tiempos

Investigación	Tiempo	Diseño	Tiempo
Investigación del problema	75	Generación de conceptos	70
Visitas de campo a cruces peligrosos	40	Investigación de materiales, procesos y tecnologías	60
Entrevistas a peatones	30	Pruebas con simuladores	100
Análisis de la información	15	Desarrollo de propuesta final	40
		Renders finales	30
		Planos de producción	50
Total	160		350

El tiempo total del proyecto es de 510 horas en total y 160 horas al mes trabajando por 8 horas al día, por 20 días al mes.

Propuesta de diseño

Cálculo de gastos mensuales

Salario \$ 15,000.00

Gastos fijos

Agua	\$ 100.00
Internet	\$ 300.00
Teléfono	\$ 300.00
Renta	\$ 4,000.00
Transporte	\$ 500.00

Consumibles

Papelería	\$ 200.00
Cartuchos de impresión	\$ 600.00

Total preliminar	\$ 21,000.00
Imprevistos 10%	\$ 2,100.00

Total de gastos mensuales \$ 23,100.00

Impuestos 35%	\$ 8,085.00
Utilidad 30%	\$ 6,930.00

Total \$ 38,115.00

Para obtener el valor hora-venta del proyecto, se divide el total de gastos mensuales entre el número de horas trabajadas al mes, lo que nos da un valor de \$ 238.22.

Para calcular el costo del desarrollo del proyecto se multiplica el valor hora-venta que son \$238.22 por el total del desarrollo del proyecto que son 510 horas.

Costo del desarrollo del proyecto \$ 121, 492.00

Propuesta de diseño

Costos de producción

Es el costo total por pieza por la cantidad a requerir para su total instalación en las 92 intersecciones a intervenir.

A continuación se describe el desglose de materiales y piezas utilizadas para cada elemento del sistema.

Soporte de Advertencia			
Descripción	Cuantificación	Precio Unitario	Total
Piezas de Concreto polimérico	1 Cuerpo del soporte 1 Puerta de mantenimiento (34.22 kg)	\$ 21.16 (kg)	\$ 724.09
Pletina de acero laminado A 36, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales	1 pza de 202 cm x 202 cm de 8 mm de espesor	\$ 17.86 (kg)	\$ 46.67
Juego de arandelas, tuerca y contratuerca, para perno de anclaje de 12 mm de diámetro	4 c/u	\$ 16.03	\$ 64.12
Mortero autonivelante expansivo, de dos componentes, a base de cemento mejorado con resinas sintéticas	2.497 Kg	\$ 12.08 (kg)	\$ 30.16
Pieza de fundición de aluminio	1 p	\$ 69.78	\$ 69.78
Dispositivo de advertencia vehicular	1	\$ 389.63	\$ 389.63
Dispositivo de advertencia peatonal	1	\$ 240.78	\$ 240.78
		Subtotal	\$ 1565.23
Utilidad		30%	\$ 469.56
		Total	\$2034.79

Soporte Isquiático			
Descripción	Cuantificación	Precio Unitario	Total
Soporte de advertencia	1	\$ 2034.79	\$ 2034.79
Apoyo isquiático de concreto polimérico	1 (21 kg)	\$ 21.16 (kg)	\$ 444.36
		Subtotal	\$ 2479.15
Utilidad		30%	\$ 743.74
		Total	\$ 3222.89

Vallas peatonales			
Descripción	Cuantificación	Precio Unitario	Total
Pieza VP01 de concreto polimérico	1 (19.5 kg)	\$ 21.16 (kg)	\$ 412.62
Pieza VP02 de concreto polimérico	1 (3 kg)	\$ 21.16 (kg)	\$ 63.48
Ángulo de aluminio	2 (0.05) m	\$ 120 (m)	\$ 12.00
Tornillo cabeza hexagonal M8 x 25 mm	4	\$ 2.80 pza	\$ 11.20
Varilla roscada de 3/4"	4 (0.20 m)	\$ 50 (m)	\$ 40
Placa de anclaje	2 (0.17 m)	\$ 58 (m)	\$ 19.72
		Subtotal	\$ 559.02
Utilidad		30%	\$ 167.70
		Total	\$726.72

Bancos para camellones			
Descripción	Cuantificación	Precio Unitario	Total
Pieza BA01 de concreto polimérico	1 (25.6 kg)	\$ 21.16 (kg)	\$ 541.69
Varilla roscada de 3/4"	4 (0.20 m)	\$ 50 (m)	\$ 40.00
		Subtotal	\$ 581.69
Utilidad		30%	\$ 174.50
		Total	\$ 756.19

Propuesta de diseño

Violeta luminosa			
Descripción	Cuantificación	Precio Unitario	Total
Pieza VL-1 de fundición de Hierro	1 (0.20 kg)	\$ 22 (kg)	\$ 4.40
Pieza VL-2 de fundición de Hierro	1 (0.421 kg)	\$ 22 (kg)	\$ 9.26
Led 3x1 W color blanco	1	\$ 65.50	\$ 65.50
Led 3x1 W color ámbar	1	\$ 54.80	\$ 54.80
Pantalla de vidrio moldeado	2	\$ 30.00	\$ 60.00
Disipador de calor	2	\$ 3.00	\$ 6.00
Tornillos M2 x 7 mm	4	\$ 0.60	\$ 2.40
Tornillos M3 x 7 mm	2	\$ 0.80	\$ 1.60
PCB	1	\$ 5.00	\$ 5.00
Aro sellador	1	\$ 1.00	\$ 1.00
Tornillos M3 x 7 mm	2	\$ 0.80	\$ 1.60
Cable de Ø 8-10 mm con conector macho	1	\$ 12.00	\$ 12.00
Housing de montaje	1	\$ 15.00	\$ 15.00
Pernos de anclaje de 1/2" X 2"	2	\$ 12.50	\$ 25.00
		Subtotal	\$ 263.56
Utilidad		30%	\$ 79.06
		Total	\$ 342.62

Dispositivo de advertencia vehicular			
Descripción	Cuantificación	Precio Unitario	Total
Leds DIP 5 mm	87	\$ 2.30	\$ 200.10
Pieza de fundición de aluminio (tapa frontal)	1	\$ 15.68	\$ 15.68
Pieza de fundición de aluminio (Tapa posterior)	1	\$ 28.12	\$ 28.12
Difusor de policarbonato transparente de 6mm	1	\$ 55.82	\$ 55.82

Dispositivo de advertencia vehicular			
		Subtotal	\$ 299.72
Utilidad		30%	\$ 89.91
			\$ 389.63

Dispositivo de advertencia peatonal			
Descripción	Cuantificación	Precio Unitario	Total
Leds DIP 5 mm	36	\$ 2.30	\$ 82.80
Pieza de fundición de aluminio (tapa frontal)	1	\$ 8.31	\$ 8.31
Pieza de fundición de aluminio (Tapa posterior)	1	\$ 28.12	\$ 28.12
Difusor de policarbonato transparente de 6mm	1	\$ 55.82	\$ 55.82
Difusor de policarbonato transparente de 6mm	1	\$ 10.17	\$ 10.17
		Subtotal	\$ 185.22
Utilidad		30%	\$ 55.56
		Total	\$ 240.78

Sensores			
Descripción	Cuantificación	Precio Unitario	Total
Camara C-Walk de detección de peatones	8	\$ 31,721.54	\$ 253,772.32
Interface TI X-stream	1	\$ 21,108.02	\$ 21,108.02
Interface TI XP/ Tarjeta de expansión	1	\$ 9,594.55	\$ 9,594.55
TC26-B Sensor Vehicular	4	\$ 8,422.96	\$ 33,691.84
		Total por intersección	\$ 318,166.73
		Total por 92 intersecciones	\$ 29,271,339.00

Propuesta de diseño

Costos de producción por intersección

Descripción	Cuantificación	Precio Unitario	Total
Soporte Isquiáticos	32	\$ 3,222.72	\$ 103,127.04
Soportes de advertencia	16	\$ 2,034.79	\$ 32,556.64
Bancos para camellones	32	\$ 756.19	\$ 24,198.08
Vallas peatonales	48	\$ 726.72	\$ 34,882.56
Violetas luminosas	32	\$ 342.62	\$ 10,963.84
Sensores			\$ 318,166.73
		Total	\$ 523,894.89

Costos de producción

Descripción	Cuantificación	Precio Unitario	Total
Soporte Isquiáticos	3000	\$ 3,222.72	\$ 9,668,160.00
Soportes de advertencia	1500	\$ 2,034.79	\$ 3,052,185.00
Bancos para camellones	3000	\$ 756.19	\$ 2,268,570.00
Vallas peatonales	4500	\$ 726.72	\$ 3,270,240.00
Violetas luminosas	3000	\$ 342.62	\$ 973,860.00
Sensores			\$ 29,271,339.00
		Subtotal por 92 intersecciones	\$ 51,774,594.00
		Descuento por volumen 10%	\$ 2,588,729.00
		Total por 92 intersecciones	\$ 49,215,865.00

Costo total de producción \$ 49,215,865.00

Costos de instalación

Están determinados a partir del tiempo de instalación del sistema y el costo del sueldo de las personas que intervienen para ello, así como también la renta de la maquinaria a utilizar.

Tiempos de instalación por elemento

Nota: Estos tiempos se calcularon con un total de 7 personas, 4 trabajadores para las actividades de albañilería y 3 personas para las actividades eléctricas.

Soporte isquiático

Tipo	Tareas	Número de personas	T i e m p o (minutos)
Instalación de albañilería	Nivelación de piso	2	10
	Perforación para tornillos de anclaje	2	10
	Fijación	2	10
	Total	2	30
Instalación eléctrica / electrónica	Instalación de Dispositivos de advertencia	3	10
	Conexión a red pública	3	10
	Pruebas de funcionamiento	3	20
	Total	3	40

Vallas peatonales

Tipo	Tareas	Número de personas	T i e m p o (minutos)
Instalación de albañilería	Nivelación de piso	2	10
	Perforación para tornillos de anclaje	2	10
	Fijación	2	10
	Total	2	30

Propuesta de diseño

Soporte de advertencia			
Tipo	Tareas	Número de personas	T i e m p o (minutos)
Instalación de albañilería	Nivelación de piso	2	10
	Perforación para tornillos de anclaje	2	10
	Fijación	2	5
	Total	2	25
Instalación eléctrica / electrónica	Instalación de Dispositivos de advertencia	3	10
	Conexión a red pública	3	10
	Pruebas de funcionamiento	3	20
	Total	3	40

Violetas luminosas			
Tipo	Tareas	Número de personas	T i e m p o (minutos)
Instalación de albañilería	Perforación para tornillos de anclaje	2	10
	Fijación	2	5
	Total	2	15
Instalación eléctrica / electrónica	Conexión a red pública	3	10
	Pruebas de funcionamiento	3	20
	Total	3	20

Bancas para camellones			
Tipo	Tareas	Número de personas	T i e m p o (minutos)
Instalación de albañilería	Perforación para tornillos de anclaje	2	10
	Fijación	2	10
	Total	2	20

Sensores			
Tipo	Tareas	Número de personas	T i e m p o (minutos)
Instalación de albañilería	Excavación para empotramiento de poste	4	20
	Colocación y fijación de poste	4	40
	Total	4	60
Instalación eléctrica / electrónica	Instalación de sensor en poste	2	20
	Conexión a red pública y a gabinete	3	25
	Configuración del sensor, programación y sincronización	3	30
	Pruebas de funcionamiento	3	20
	Total	3	95

Gabinete			
Tipo	Tareas	Número de personas	T i e m p o (minutos)
Instalación de albañilería	Excavación para empotramiento de poste para gabinete	4	20
	Colocación y fijación de poste	4	40
	Colocación y fijación de gabinete	4	20
	Total	4	80
Instalación eléctrica / electrónica	Instalación de controladores (sensores y dispositivos luminosos)	3	60
	Total	3	95

Propuesta de diseño

Secuencia de instalación por cruce

Lugar	Tareas	Número de personas	Tiempo por tarea por minuto (minutos)	Tiempo total
General	Instalación de Postes para sensores	7	60	45
	Instalación de gabinete	7	10	140
Acera 1	Limpieza de sitio	4	30	30
	Descarga de los elementos	4	25	25
	Presentación de los elementos	4	40	40
	Instalación de V.P	2	30	30
	Instalación de V.P	2	30	
	Instalación de S.I	5	70	70
	Instalación de S.I.	5	70	
	Instalación de V.P	2	30	30
	Instalación de V.P	2	30	
	Instalación de S.I	5	70	70
	Instalación de S.I.	5	70	
	Instalación de S.A.	2	65	65
Camellón 1	Limpieza de sitio	4	25	25
	Descarga de los elementos	4	15	15
	Presentación de los elementos	4	20	20
	Instalación de S.A.	2	65	65
	Instalación de Banco para camellones	2	20	20
	Instalación de Banco para camellones	2	20	
	Instalación de Banco para camellones	2	20	20

Lugar	Tareas	Número de personas	Tiempo por tarea por minuto (minutos)	Tiempo total
Acera 2	Limpieza de sitio	4	30	30
	Descarga de los elementos	4	25	25
	Presentación de los elementos	4	40	40
	Instalación de V.P	2	30	30
	Instalación de V.P	2	30	
	Instalación de S.I	5	70	70
	Instalación de S.I.	5	70	
	Instalación de V.P	2	30	30
	Instalación de V.P	2	30	
	Instalación de S.I	5	70	70
	Instalación de S.I.	5	70	
	Instalación de S.A.	2	65	65
Camellón 2	Limpieza de sitio	4	25	25
	Descarga de los elementos	4	15	15
	Presentación de los elementos	4	20	20
	Instalación de S.A.	2	65	65
	Instalación de Banco para camellones	2	20	20
	Instalación de Banco para camellones	2	20	
	Instalación de Banco para camellones	2	20	20
Avenida Dirección 1 (4 carriles)	Limpieza de sitio	4	30	30
	Ranurado para cableado	4	60	60
	Instalación de V.L	5	35	35
	Instalación de V.L	5	35	

Propuesta de diseño

Lugar	Tareas	Número de personas	Tiempo por tarea por minuto (minutos)	Tiempo total
	Instalación de V.L	5	35	35
	Instalación de V.L	5	35	
	Instalación de V.L	5	35	35
	Instalación de V.L	5	35	
	Instalación de V.L	5	35	35
	Instalación de V.L	5	35	
Avenida Dirección 2 (4 carriles)	Limpieza de sitio	4	30	30
	Ranurado para cableado	4	60	60
	Instalación de V.L	5	35	35
	Instalación de V.L	5	35	
	Instalación de V.L	5	35	35
	Instalación de V.L	5	35	
	Instalación de V.L	5	35	35
	Instalación de V.L	5	35	
	Instalación de V.L	5	35	35
Sensores	Instalación de sensor peatonal	3	95	95
	Instalación de sensor peatonal	3	95	95
	Instalación de sensor vehicular	3	95	95
	Instalación de sensor peatonal	3	95	95
General	Pruebas generales de funcionamiento del conjunto	3	50	50
			Total	2070 min 34.5 hrs

Tipo	Tiempo total por tipo por cruce		Tiempo total por tipo por intersección	
Instalación de albañilería	4 personas	1280 minutos 21.3 hrs	4 personas	5120 minutos 85.2 hrs
	12 personas	426.7 minutos 7.2 horas	24 personas	853.4 minutos 14.4 horas
Instalación eléctrica / electrónica	3 personas	790 minutos 13.2 hrs	3 personas	3160 minutos 52.8 hrs
	9 personas	263.4 minutos 4.4 hrs	9 personas	1053.6 minutos 17.6 hrs

La instalación total del sistema se llevará a cabo en tres meses y medio trabajando con dos cuadrillas en donde cada una terminará una intersección cada dos días, trabajando por 8 horas al día. Cada cuadrilla estará conformada de la siguiente manera:

Tipo	Cantidad
Obrero	22
Oficial de obrero	2
Transportista	1
Electricista	8
Ing. Eléctrico	1
Total	34

Propuesta de diseño

Tipo	Cantidad	Funciones	Sueldo mensual	Sueldo por 3.5 meses	Costo
Obrero	48	Instalar los elementos diseñados en el espacio urbano	\$ 1960	\$ 6860	\$ 328800
Oficial de Obrero	4	Coordinar la instalación de los elementos diseñados Coordinar las funciones de los obreros	\$ 2800	\$ 9800	\$ 39200
Transportista	2	Trasladar los elementos diseñados al lugar de instalación	\$ 1540	\$ 3080	\$ 6160
Electricista	16	Instalar los dispositivos luminosos y los sensores	\$ 4200	\$ 14700	\$ 235200
Ing. Eléctrico	2	Coordinar y verificar la instalación de los dispositivos y sensores así como gestionar todo el proyecto	\$ 17780	\$ 62230	\$ 124460
				Total	\$ 733820

Costo total de instalación \$ 733,820.00

Conclusiones

El objetivo de esta tesis fue crear, a través del diseño industrial, un ambiente más justo y seguro para el peatón, con el fin de reducir los accidentes de tránsito por atropellamiento.

El resultado fue la creación de un sistema de elementos de mobiliario urbano y seguridad vial instalados en el área de cruce peatonal, mediante el cual se pretende cambiar la percepción del tiempo de espera antes de cruzar una avenida y dar información de un posible accidente para aumentar la capacidad de reacción entre los involucrados (peatones y automovilistas).

Este resultado se logró gracias a la investigación de fuentes secundarias (datos y referencias bibliográficas) y primarias (investigación en sitio y encuestas a peatones), lo que me llevó a englobar 3 principales acciones de los peatones que ponen en riesgo su vida.

La acción de invadir la avenida por falta de visibilidad se resolvió mediante señales luminosas de advertencia contenidas en los soportes isquiáticos, vialetas luminosas y postes de advertencia.

La acción de anticiparse a cruzar la calle fue atacada mediante el descanso proporcionado por los soportes isquiáticos, mientras que la acción de cruzar fuera de los pasos de cebra fue resuelta por medio del descanso, la delimitación

y el direccionamiento mediante los bancos para camellones, soportes isquiáticos y vallas peatonales.

La principal característica de este sistema es que se diseñó siempre pensando en que hubiera una interacción positiva entre peatón y objeto debido a la poca amabilidad que existe entre la actual y escasa infraestructura en la que la función de cada elemento es impuesta como una norma, dando como resultado un objeto que se antepone jerárquicamente al usuario, creando muchas veces más conflicto que apoyo real.

Los alcances logrados en esta tesis fueron enfocados y desarrollados desde el quehacer profesional del diseñador-consultor y corresponden a una etapa de introducción para la Ciudad de México, sin embargo los factores funcionales, productivos, ergonómicos y estéticos, hacen que sea un proyecto viable, para instalar en cualquier ciudad del país.

El trabajar con profesionales de otras áreas, en este caso con ingenieros mecatrónicos, fue muy enriquecedor para el proyecto y para mi aprendizaje, ya que se amplía el panorama de los requerimientos y se tiene una idea más clara sobre cómo debe ser la configuración de un objeto para respetarlos. Descubrí que se debe llegar a un entendimiento claro del proyecto por ambas partes para poder llegar a la mejor solución.

Referencias documentales

- 1.- ALCÁNTARA, Vasconcellos Eduardo. Análisis de la movilidad urbana: Espacio, medio ambiente y equidad. Bogotá: Corporación Andina de Fomento, 2010. 204 p.: il.
- 2.- CALVILLO, Alejandro y Moncada Gerardo. Eficiencia del transporte público y privado: Una propuesta desde los consumidores. México: El poder del consumidor, 2008. 14 p.: il.
- 3.- FERNÁNDEZ, Adrián. et al. Movilidad en la ciudad: Transporte y calidad de vida. México, DF: 2005. 20 p.: il.
- 4.- ÁVILA, Burgos. et al. Prevalencia de accidentes de tránsito no fatales en México: resultados de la ENSANUT 2006. Salud Publica Mex 2008; 50 supl 1:S38-S47.
- 5.- Ávila-Burgos L., Ventura-Alfaro C., Barroso-Quiab A., Aracena-Genao B., Cahuana-Hurtado L., Serván-Mori E., Cervantes-Trejo A., Rivera-PeñaG. Las lesiones por causa externa en México. Lecciones aprendidas y desafíos para el Sistema Nacional de Salud Mexicano. México 2010. Ciudad de México/Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2010.
- 6.- H. Kogan Jorge. et al. Observatorio de Movilidad Urbana para América Latina. Bogotá: Corporación Andina de Fomento, 2010. 116 p.: il.
- 7.- Observatorio Nacional de Lesiones Causadas por el Tránsito. Situación de la Seguridad Vial en México. México: ST del CONAPRA, 2010. 82 p.: il.
- 8.- Unidad de Análisis Estadístico del Centro Nacional para la Prevención de Accidentes. Morbilidad y mortalidad por lesiones de causa externa en la República Mexicana. México: CENAPRA, 2008. 73 p.: il.
- 9.- <http://eltamiz.com/2007/06/30/inventos-ingeniosos-el-semaforo/>
- 10.- Olivieri, Pablo. Evolución a los golpes: Historia de los crash test. Argentina 2003. 19 p.:il.
- 11.- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja: Guía práctica de seguridad vial. Ginebra, Suiza 2007
- 12.- Pico Merchá María Eugenia, González Pérez Rosa Elena, Noreña Aristizábal Olga Patricia. Seguridad vial y peatonal: una aproximación teórica desde la política urbana. Hacia la Promoción de la Salud, Volumen 16, No.2, Manizales, Colombia, julio - diciembre 2011, págs. 190 – 204
- 13.- Secretaría de Salud. Programa de Acción: Accidentes. México 2002.

Referencias documentales

14.- Gallego Ripoll, Nieves. Requisitos técnicos para la aplicación de sensores de tecnología láser en sistemas inteligentes de transporte (ITS). Universidad Politécnica de Valencia, 2010.

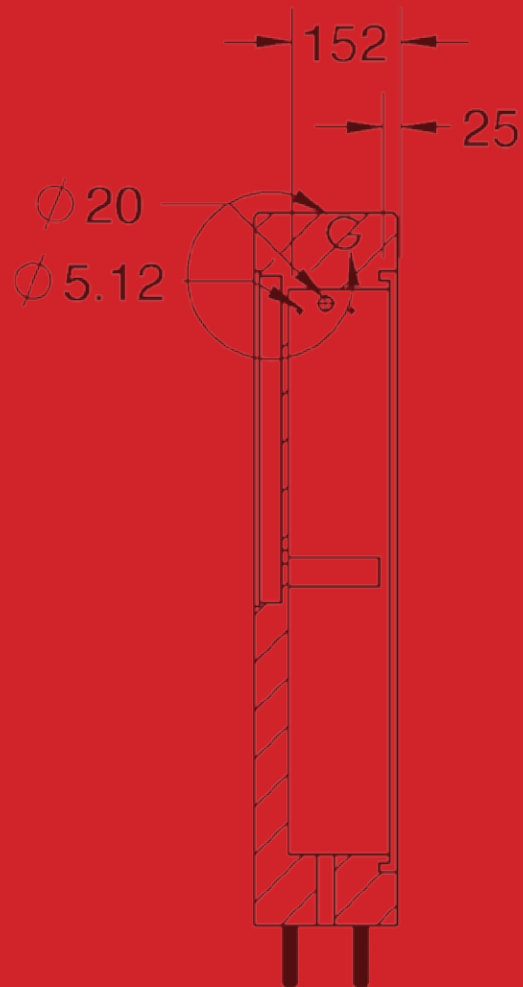
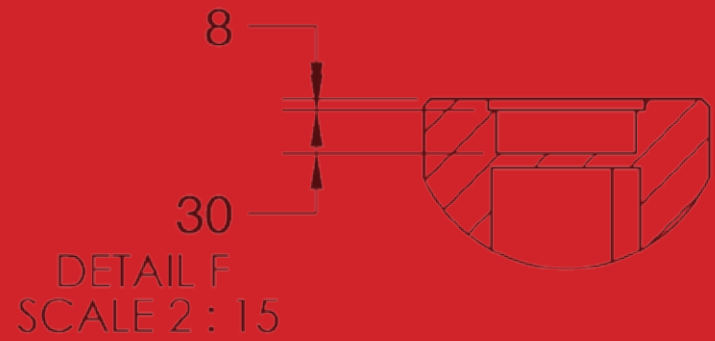
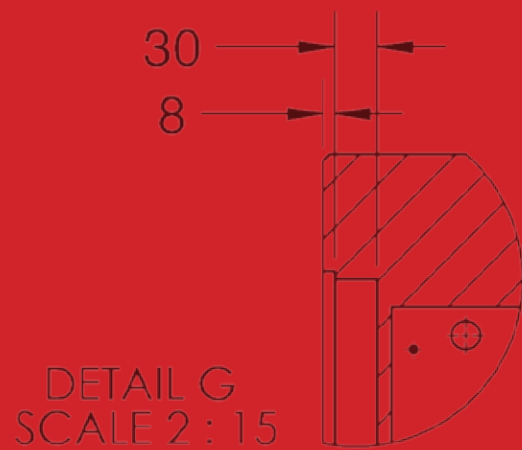
15.- T. Martin Peter, Feng Yuqui, Wang Xiaodong. Detector Technology Evaluation. Departament of Civil and Environmental Engineering. University of Utah of Traffic Lab. USA, 2003

16.- Álvarez Valencia Carolina. Informe sobre instalación de barreras metálicas. Secretaría de transportes y tránsito. Medellín, Colombia, 2009.

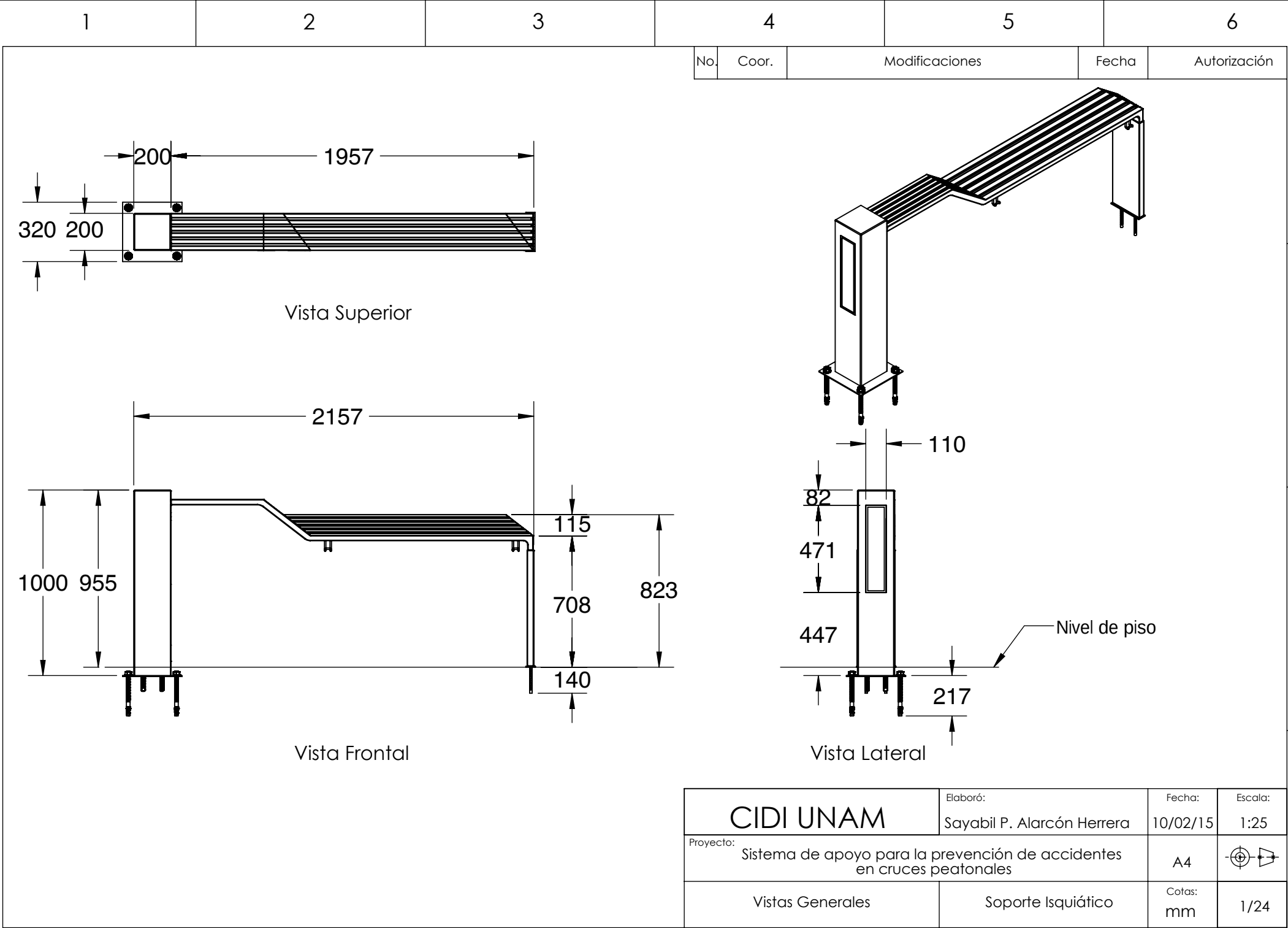
17.- Hijar Martha. El crecimiento urbano y sus consecuencias no planeadas. El caso de los atropellamientos. Caleidoscopio de la salud.

18.- <http://www.elfinanciero.com.mx/sociedad/faltan-en-el-df-vias-para-transporte-publico.html>

19.- <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad-metropoli/2014/invierte-df-para-acabar-con-cruceros-peligrosos-1023877.html>



Planos Soportes Isquiáticos



A

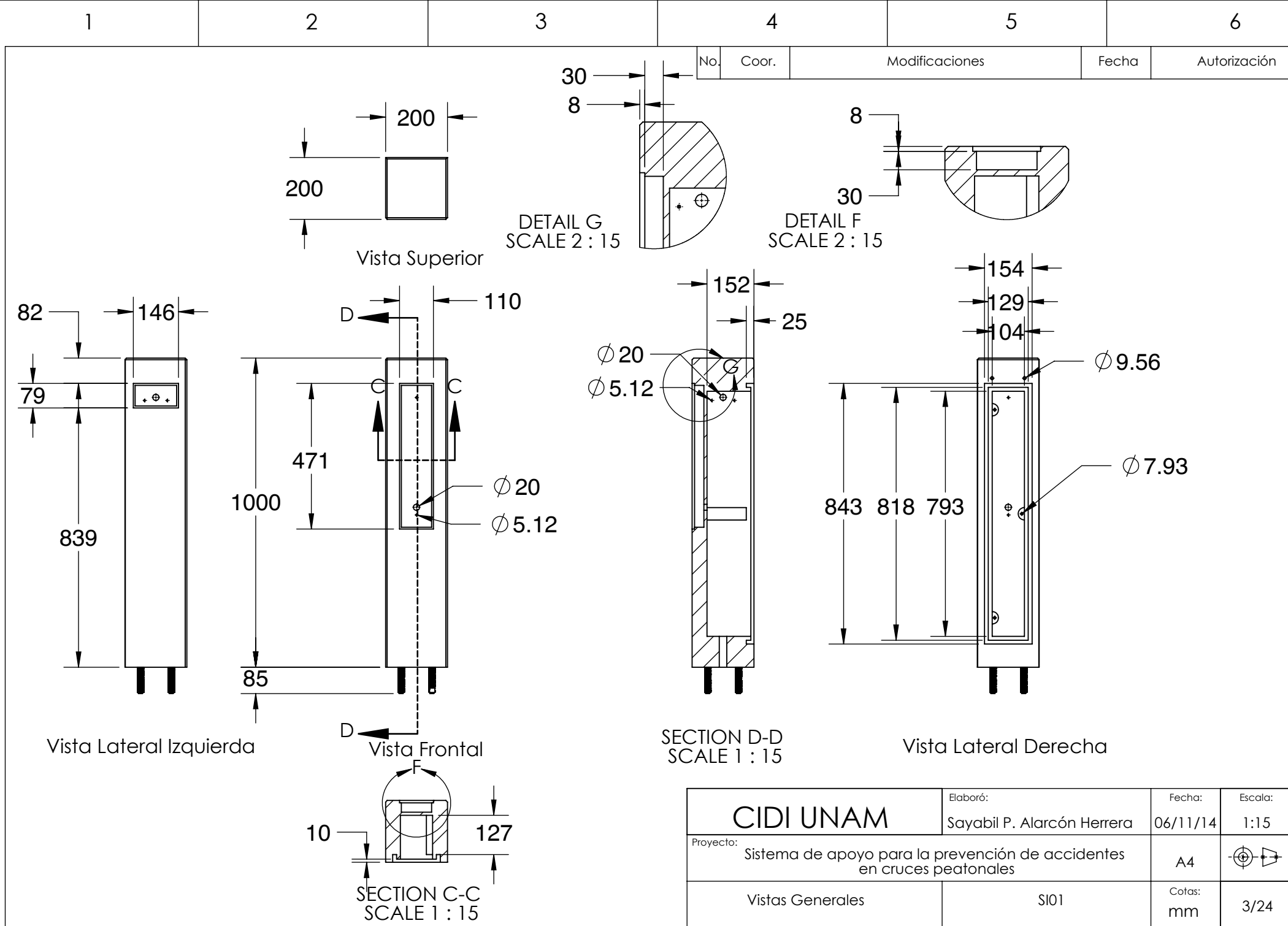
B

C

D

BD

CIDI UNAM		Elaboró: Sayabil P. Alarcón Herrera	Fecha: 10/02/15	Escala: 1:5
Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales			A4	
Explosivo		Soporte Isquiático	Cotas: mm	2/24



CIDI UNAM	Elaboró:	Fecha:	Escala:
	Sayabil P. Alarcón Herrera	06/11/14	1:15
	Proyecto:	Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales	
Vistas Generales	SI01	Cotas: mm	3/24

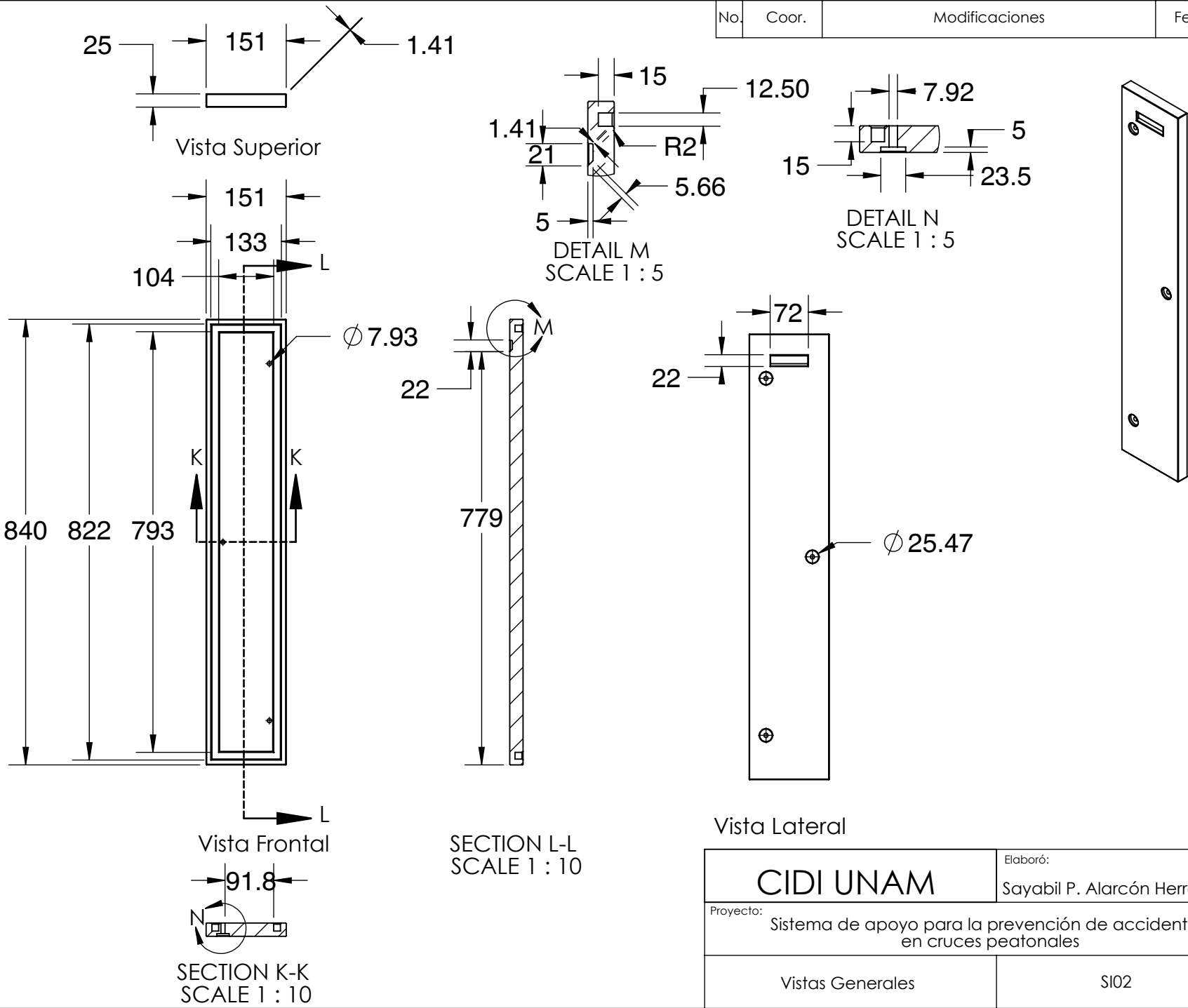
A

B

C

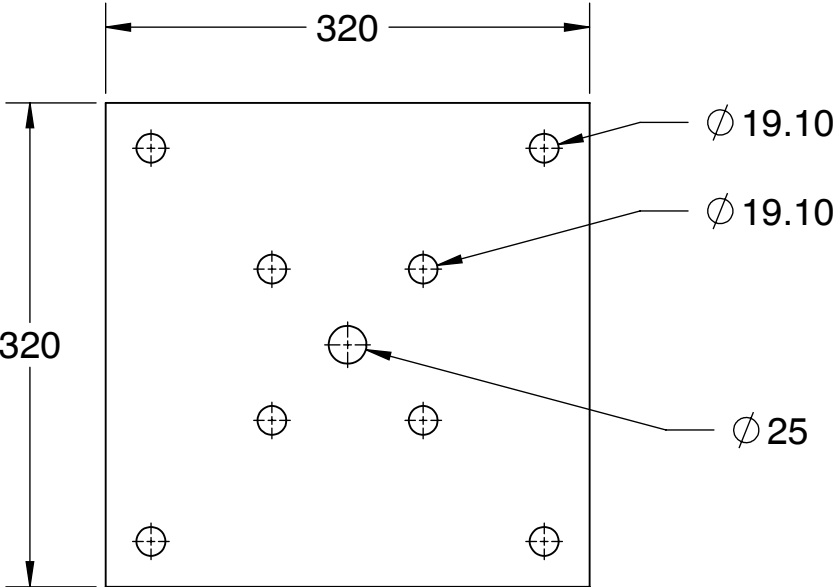
D

No.	Coord.	Modificaciones	Fecha	Autorización
-----	--------	----------------	-------	--------------

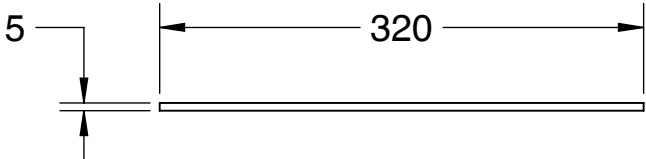
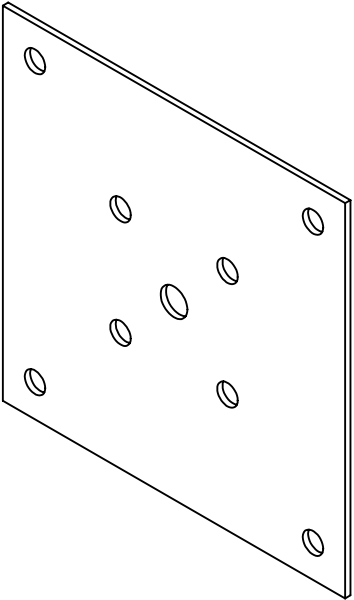


CIDI UNAM Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales	Elaboró: Sayabil P. Alarcón Herrera	Fecha: 06/11/14	Escala: 1:10
	Vistas Generales	SI02	Cotas: mm
			4/24

No.	Coord.	Modificaciones	Fecha	Autorización
-----	--------	----------------	-------	--------------



Vista Superior



Vista Frontal

CIDI UNAM Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales	Elaboró:	Fecha:	Escala:
	Sayabil P. Alarcón Herrera	06/11/14	1:5
	Vistas Generales	Cotas: mm	5/24

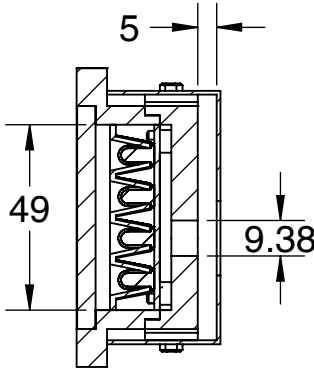
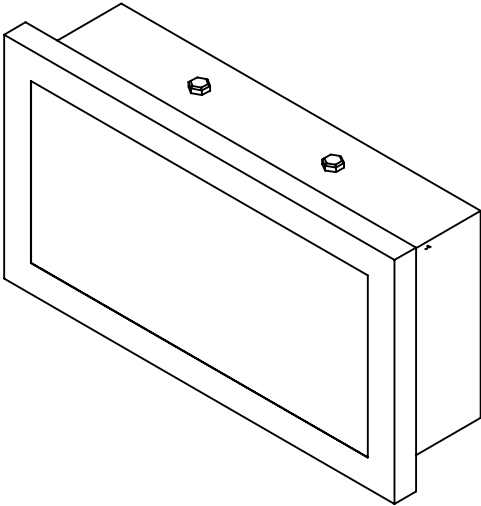
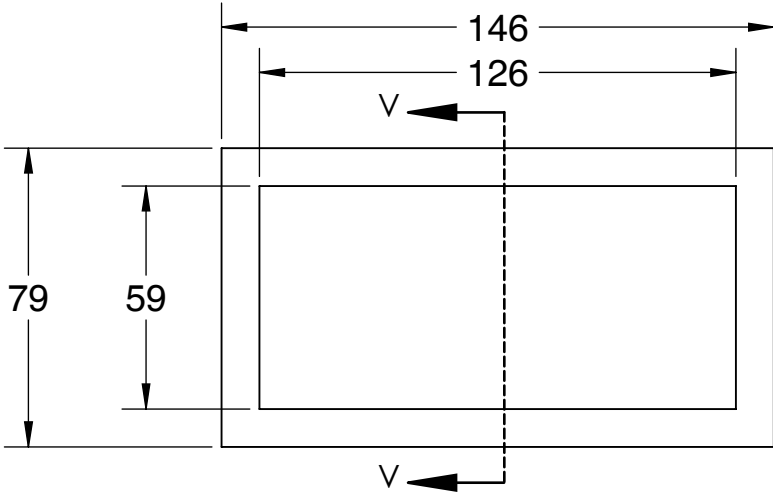
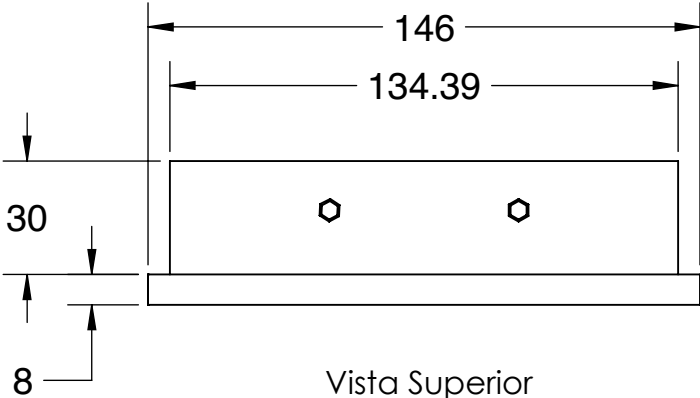
A

B

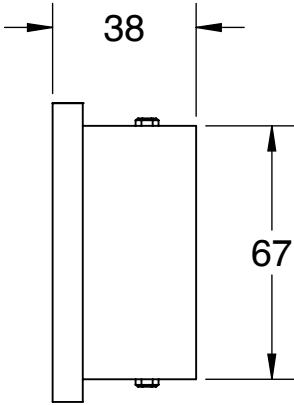
C

D

No.	Coor.	Modificaciones	Fecha	Autorización
-----	-------	----------------	-------	--------------



SECTION V-V
SCALE 1 : 2



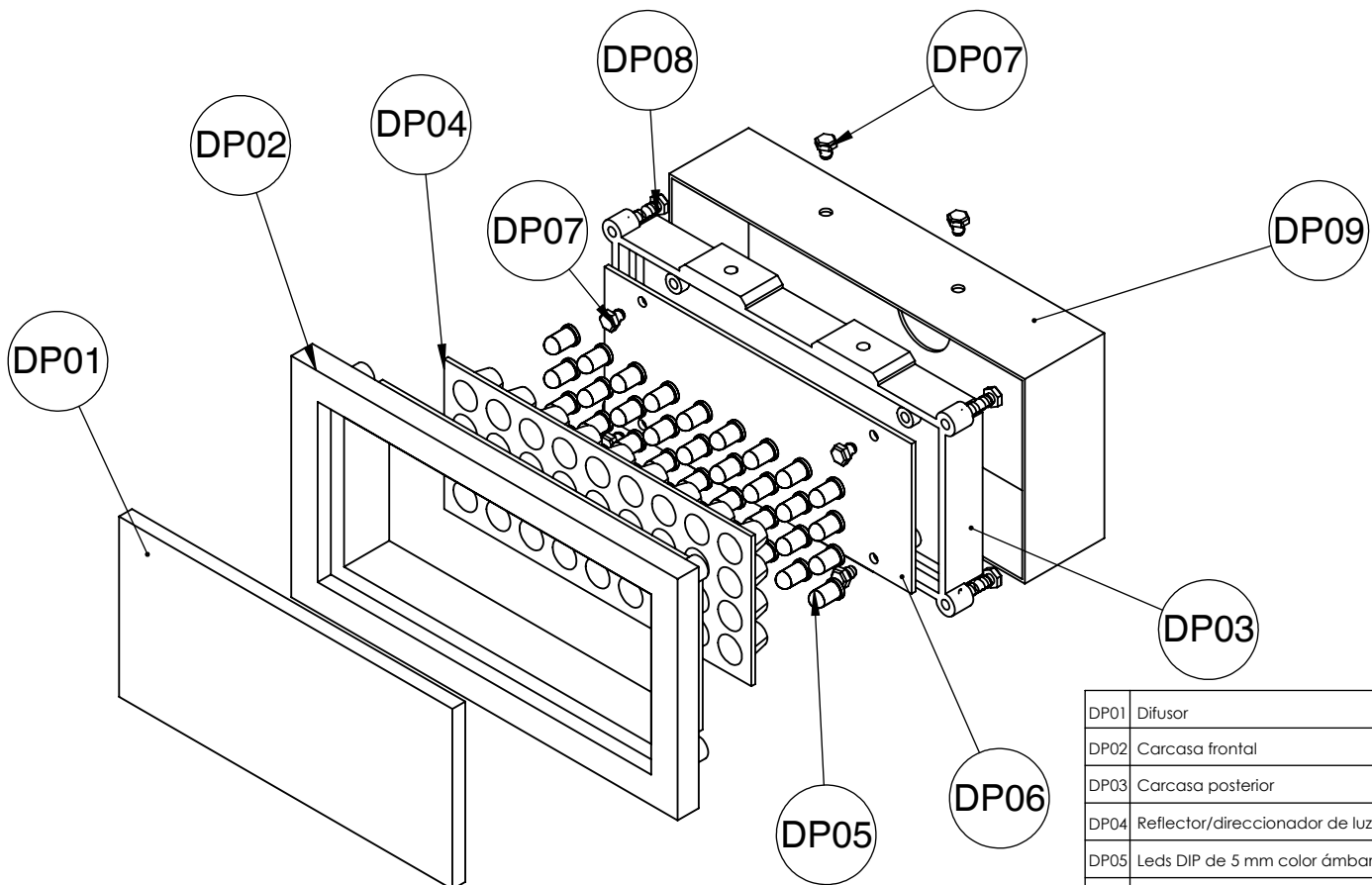
CIDI UNAM Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales	Elaboró:	Fecha:	Escala:
	Sayabil P. Alarcón Herrera	06/11/14	1:2
	Vistas Generales	DP	Cotas: mm
			6/24

A

B

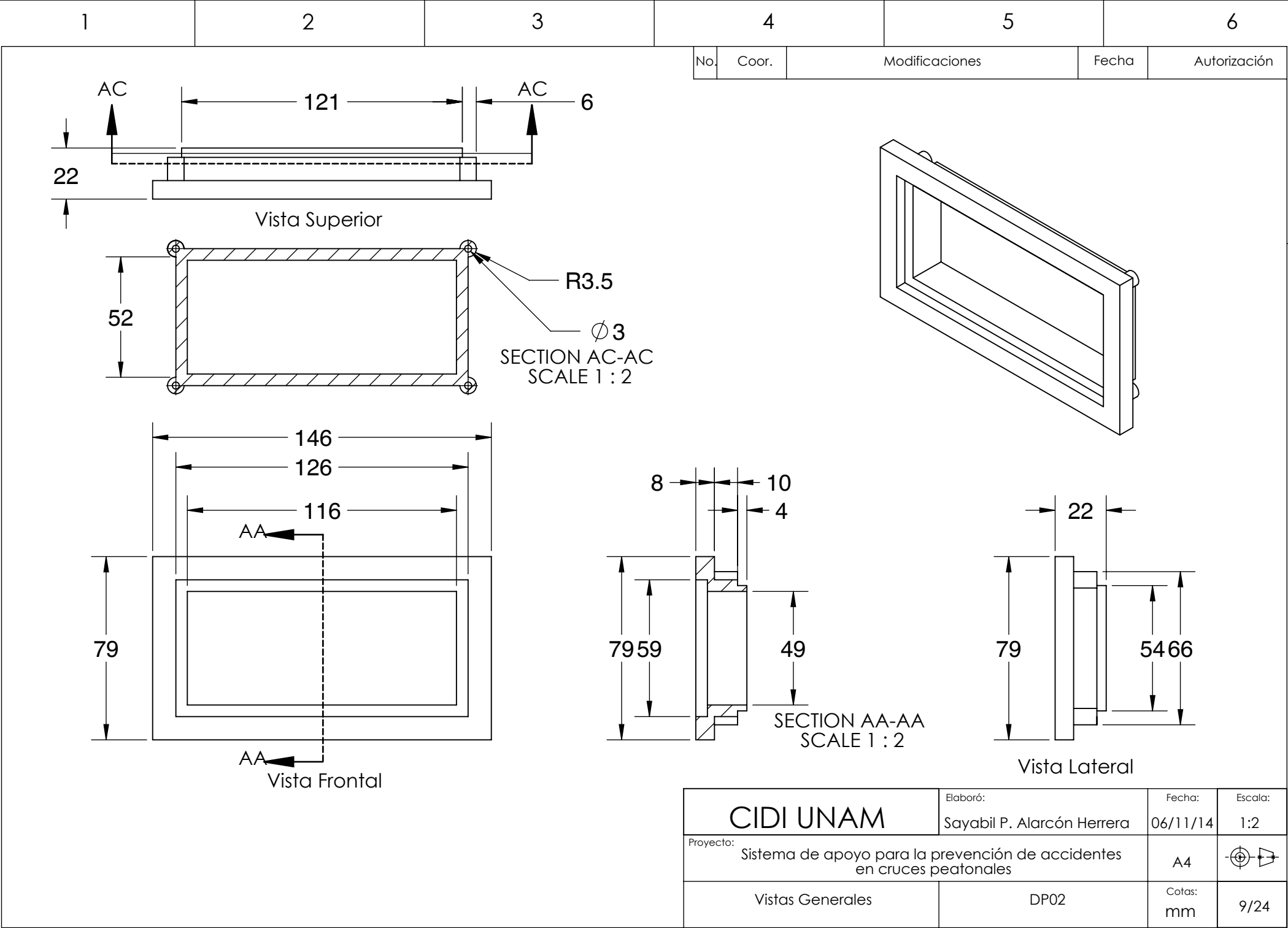
C

D

1	2	3	4	5	6		
			No.	Coor.	Modificaciones		
					Fecha		
					Autorización		
							

		Elaboró: Sayabil P. Alarcón Herrera	Fecha: 06/11/14	Escala: 1:2
Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales			A4	
Vistas Generales		DP01	Cotas: mm	8/24

D

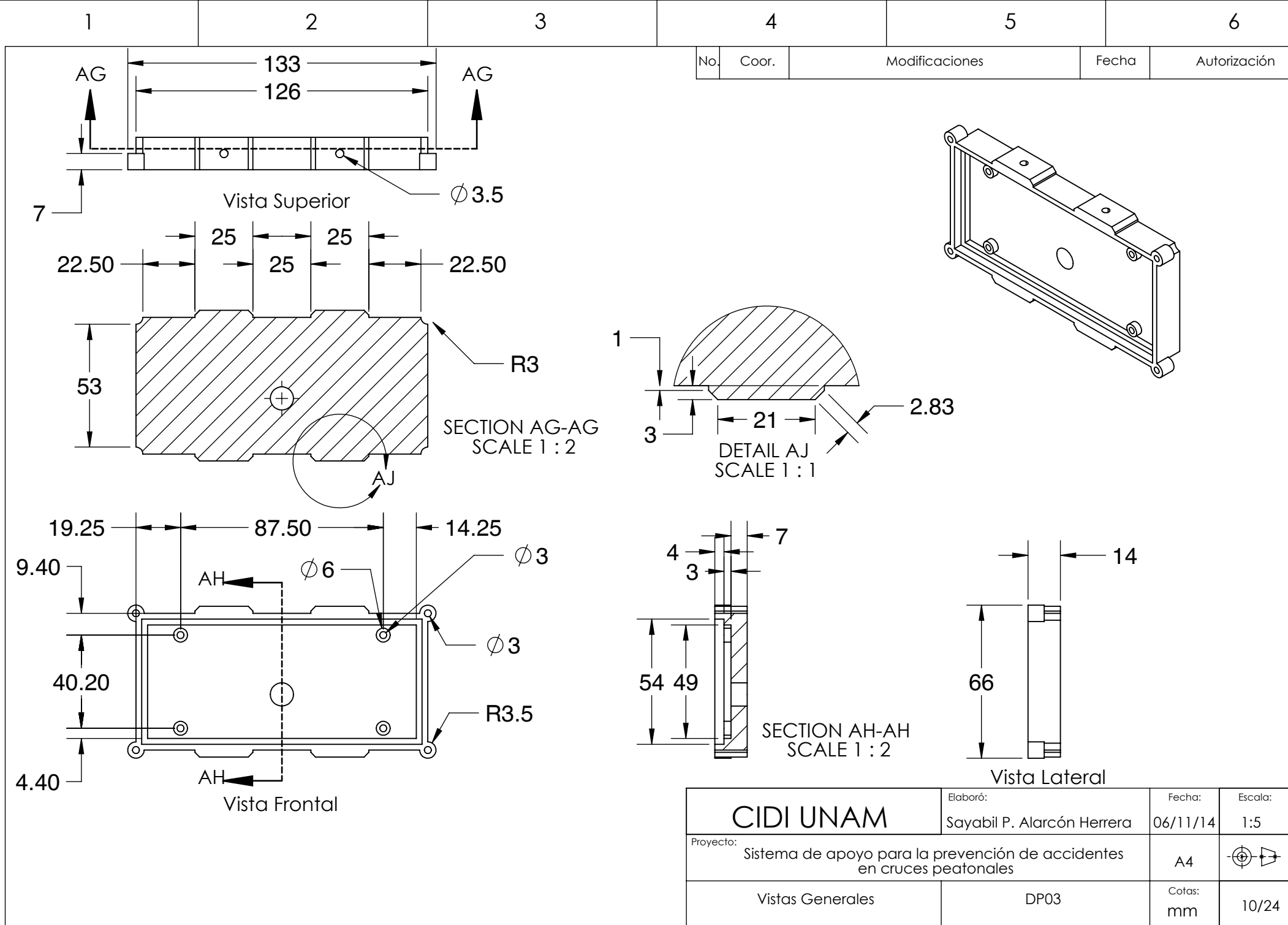


A

B

C

D

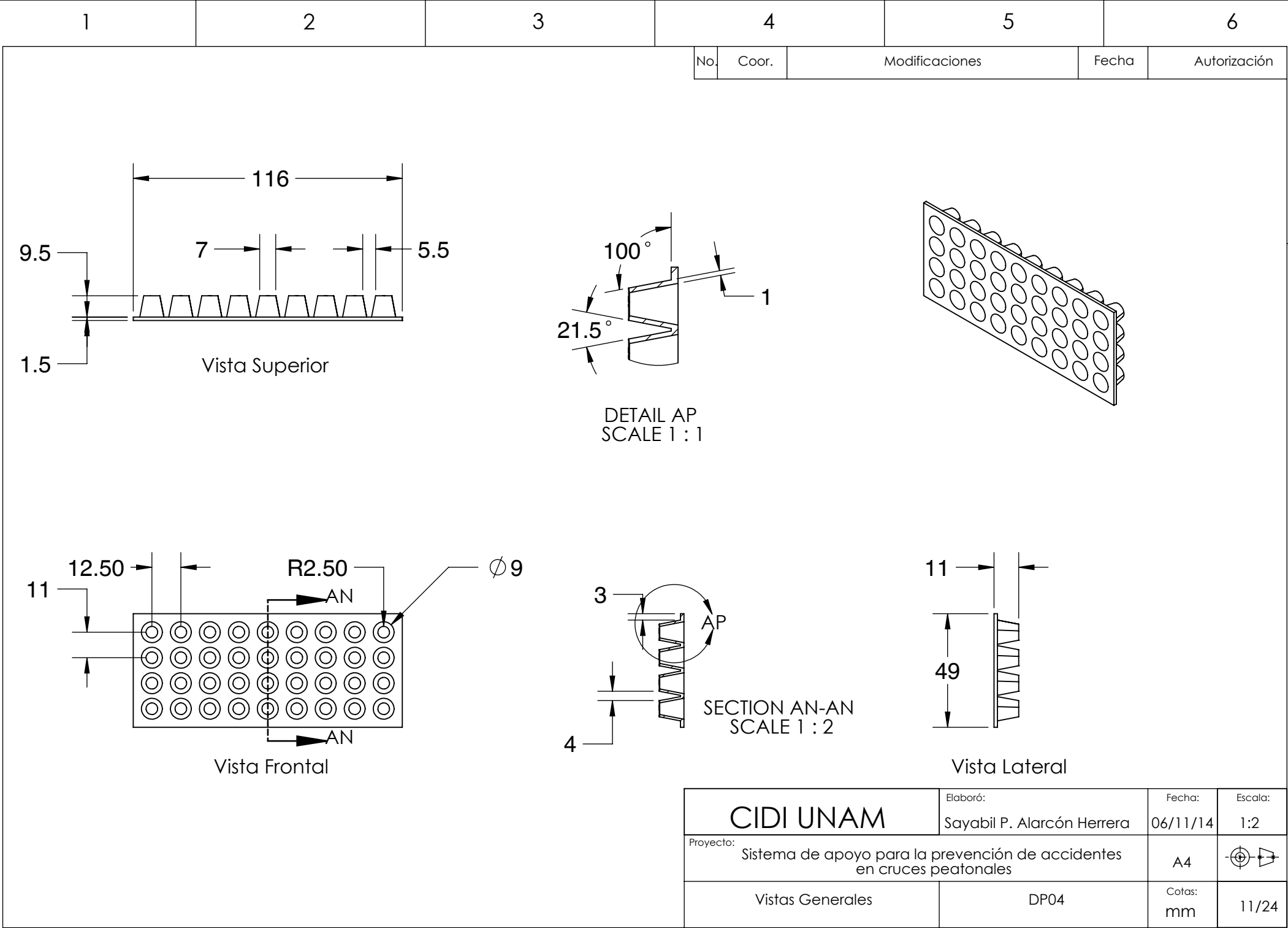


A

B

C

D

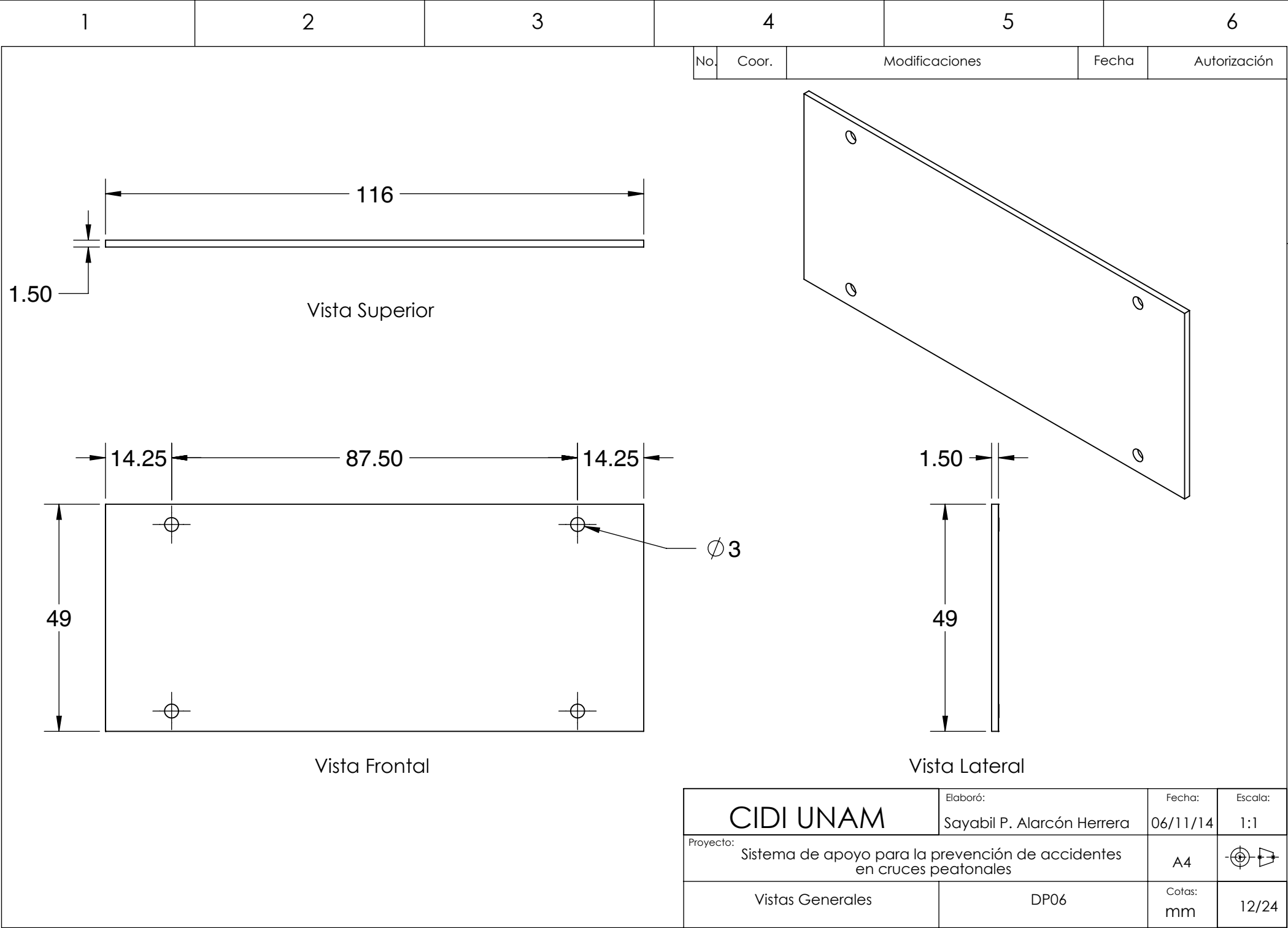


A

B

C

D



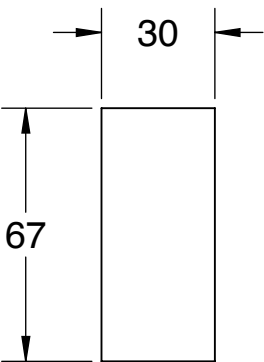
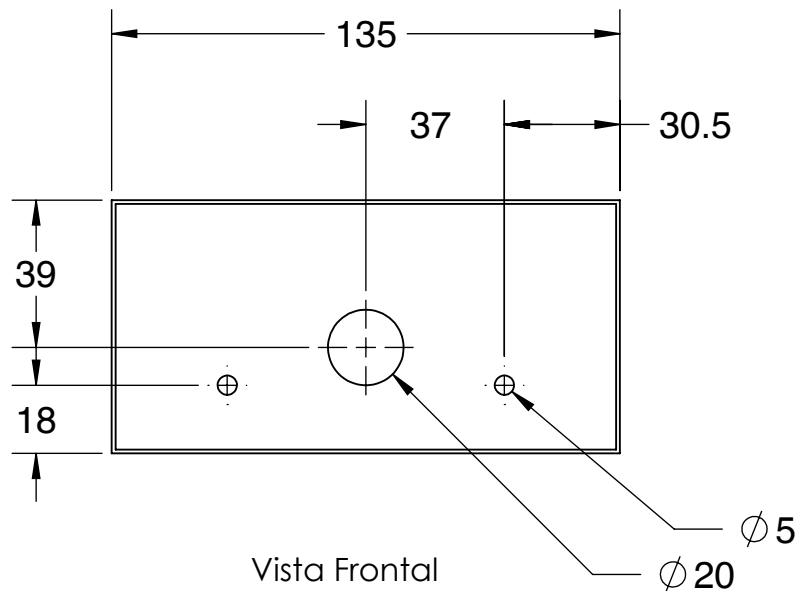
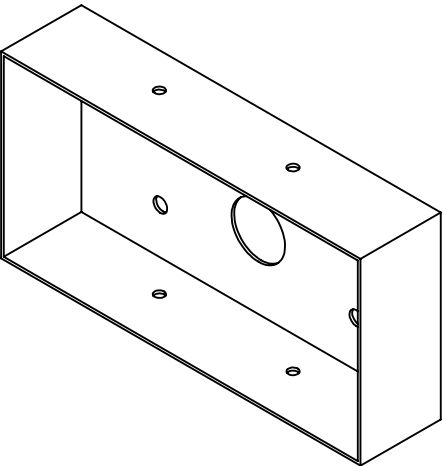
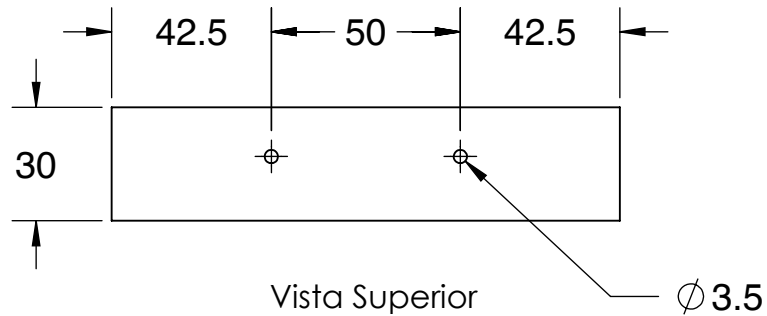
A

B

C

D

No.	Coord.	Modificaciones	Fecha	Autorización
-----	--------	----------------	-------	--------------



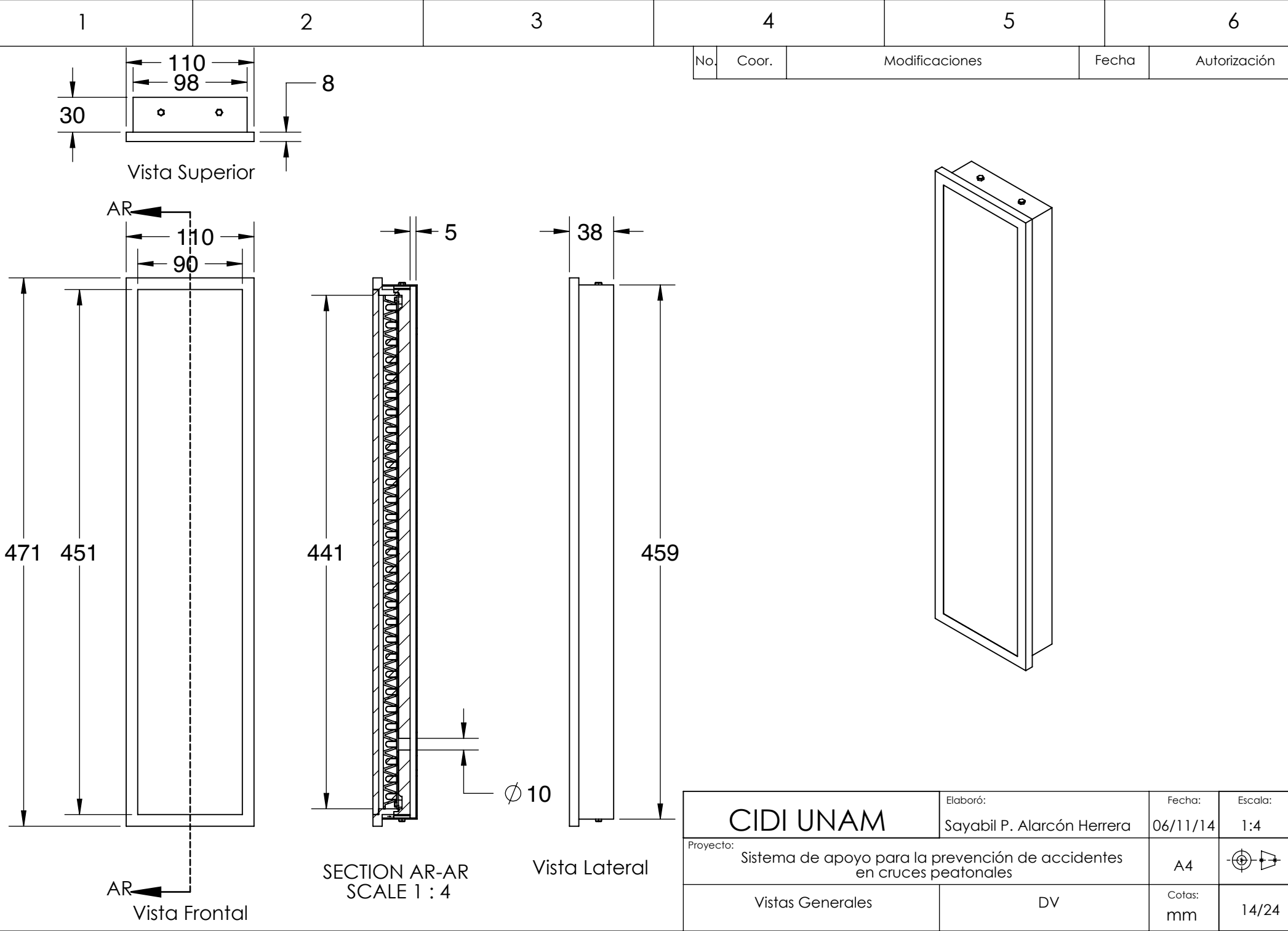
CIDI UNAM Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales	Elaboró: Sayabil P. Alarcón Herrera	Fecha: 06/11/14	Escala: 1:2
	Vistas Generales	SI09	Cotas: mm
			13/24

A

B

C

D



A

B

C

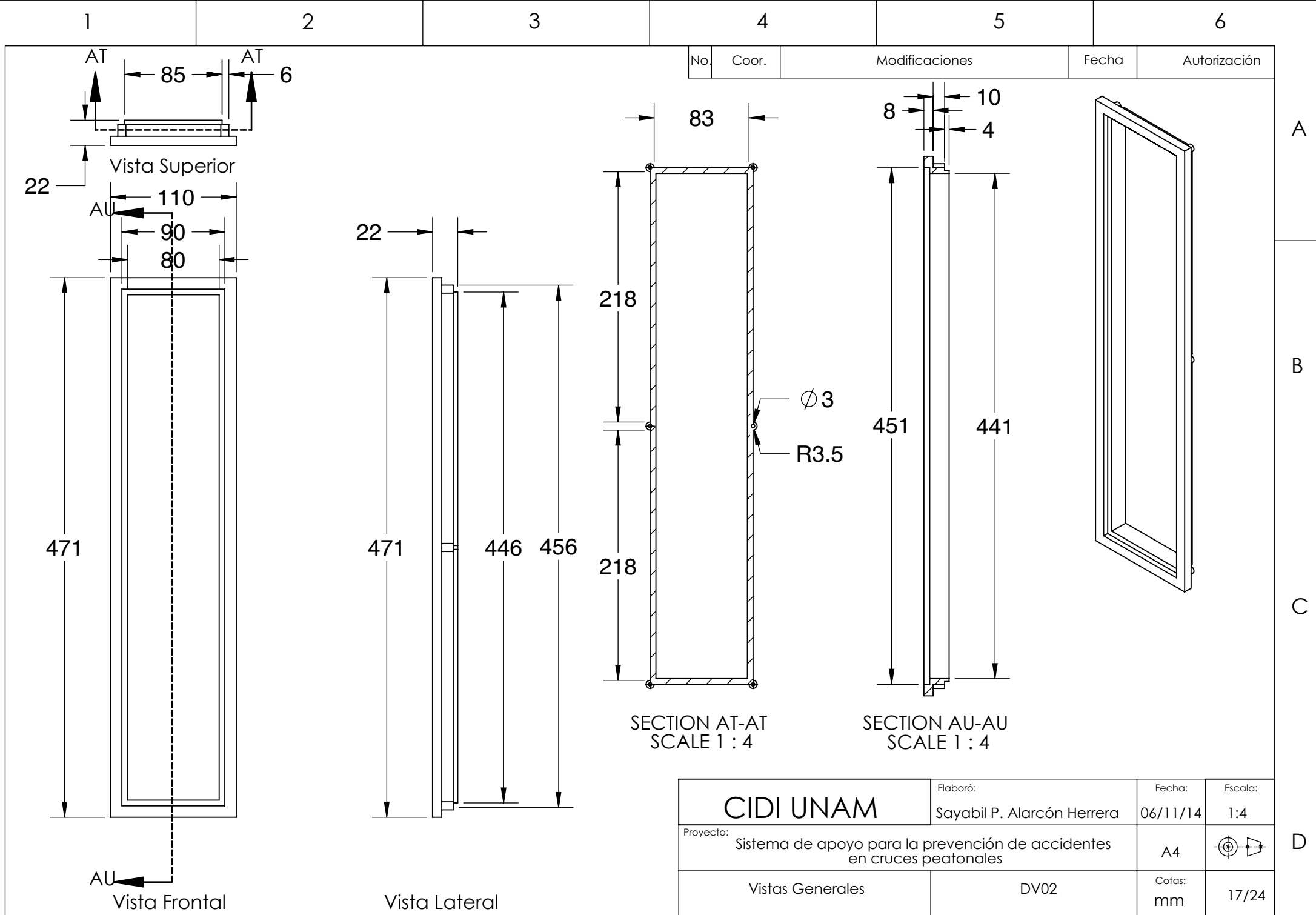
D

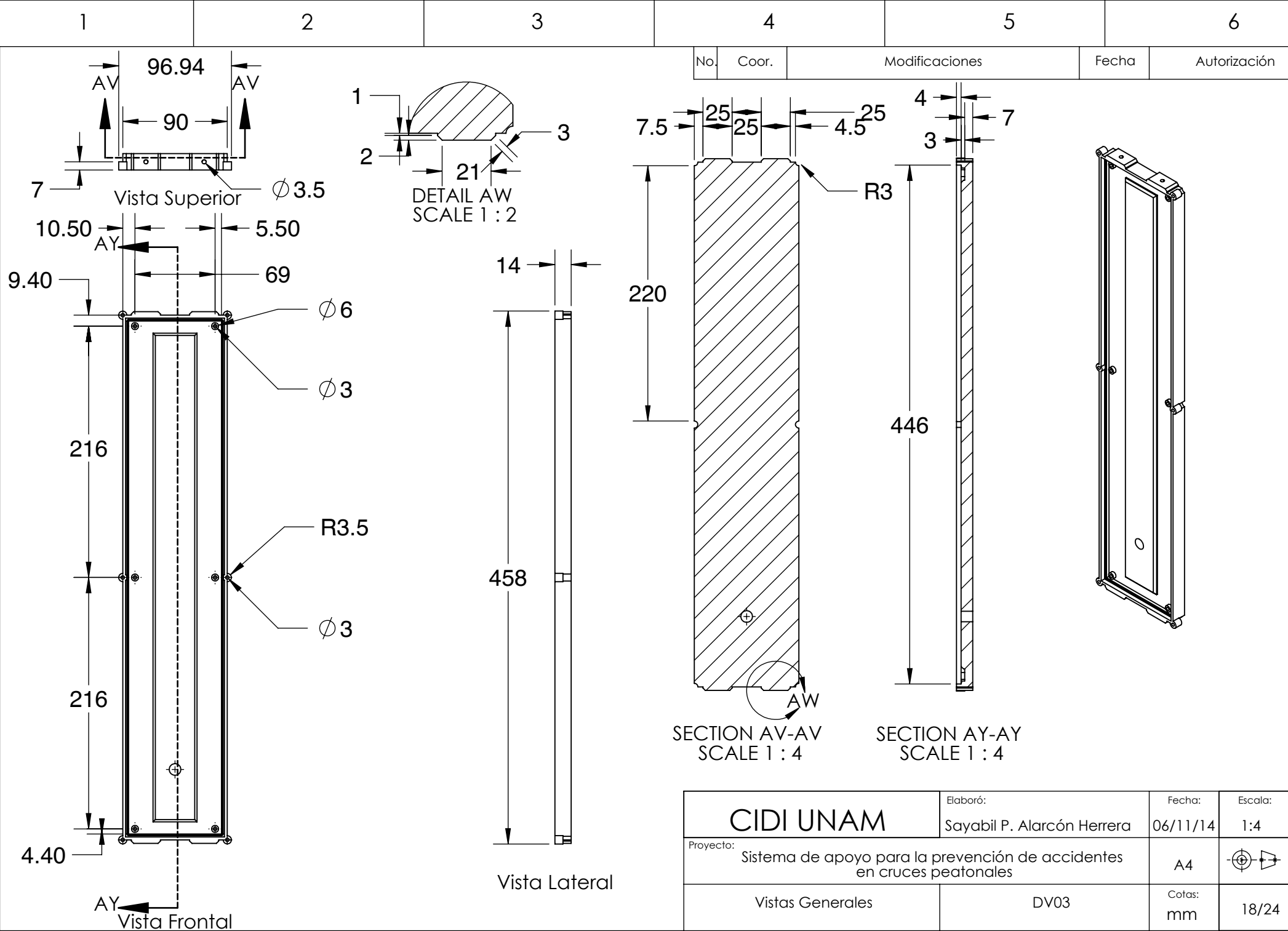
1	2	3	4	5	6																																																																														
			No.	Coor.	Modificaciones																																																																														
					Fecha																																																																														
					Autorización																																																																														
			<table><tr><td>DP01</td><td>Difusor</td><td>1</td><td>Pieza comercial cortada a medida</td><td colspan="2">Policarbonato de 6 mm</td></tr><tr><td>DP02</td><td>Carcasa frontal</td><td>1</td><td>Fundición de aluminio pintada con pintura electrostática de POLIÉSTER sin TGIC, secado en horno a 220°</td><td colspan="2">Aluminio fundido</td></tr><tr><td>DP03</td><td>Carcasa posterior</td><td>1</td><td>Fundición de aluminio pintada con pintura electrostática de POLIÉSTER sin TGIC, secado en horno a 220°</td><td colspan="2">Aluminio fundido</td></tr><tr><td>DP04</td><td>Reflector/direccionador de luz</td><td>1</td><td>Termoformado</td><td colspan="2">ABS laminado</td></tr><tr><td>DP05</td><td>Leds DIP de 5 mm color ámbar</td><td>36</td><td>Pieza comercial</td><td colspan="2">Pieza comercial</td></tr><tr><td>DP06</td><td>PCB para circuito electrónico</td><td>1</td><td>Pieza comercial cortada a medida</td><td colspan="2">Pieza comercial</td></tr><tr><td>DP07</td><td>Tornillo M3 X 4 mm</td><td>8</td><td>Pieza comercial</td><td colspan="2">Acero</td></tr><tr><td>DP08</td><td>Tornillo M3 X 14 mm</td><td>4</td><td>Pieza comercial</td><td colspan="2">Acero</td></tr><tr><td>DP09</td><td>Caja de montaje</td><td>1</td><td>Troquelado</td><td colspan="2">Lamina de acero cal. 18</td></tr><tr><td>Pza.</td><td>Nombre</td><td>Cant.</td><td>Proceso</td><td colspan="2">Material</td></tr><tr><td colspan="3">CIDI UNAM</td><td>Elaboró: Sayabil P. Alarcón Herrera</td><td>Fecha: 06/11/14</td><td>Escala: 1:4</td></tr><tr><td colspan="4">Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales</td><td>A4</td><td></td></tr><tr><td colspan="3">Explosivo</td><td>DV</td><td>Cotas: mm</td><td>15/24</td></tr></table>			DP01	Difusor	1	Pieza comercial cortada a medida	Policarbonato de 6 mm		DP02	Carcasa frontal	1	Fundición de aluminio pintada con pintura electrostática de POLIÉSTER sin TGIC, secado en horno a 220°	Aluminio fundido		DP03	Carcasa posterior	1	Fundición de aluminio pintada con pintura electrostática de POLIÉSTER sin TGIC, secado en horno a 220°	Aluminio fundido		DP04	Reflector/direccionador de luz	1	Termoformado	ABS laminado		DP05	Leds DIP de 5 mm color ámbar	36	Pieza comercial	Pieza comercial		DP06	PCB para circuito electrónico	1	Pieza comercial cortada a medida	Pieza comercial		DP07	Tornillo M3 X 4 mm	8	Pieza comercial	Acero		DP08	Tornillo M3 X 14 mm	4	Pieza comercial	Acero		DP09	Caja de montaje	1	Troquelado	Lamina de acero cal. 18		Pza.	Nombre	Cant.	Proceso	Material		CIDI UNAM			Elaboró: Sayabil P. Alarcón Herrera	Fecha: 06/11/14	Escala: 1:4	Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales				A4		Explosivo			DV	Cotas: mm	15/24
DP01	Difusor	1	Pieza comercial cortada a medida	Policarbonato de 6 mm																																																																															
DP02	Carcasa frontal	1	Fundición de aluminio pintada con pintura electrostática de POLIÉSTER sin TGIC, secado en horno a 220°	Aluminio fundido																																																																															
DP03	Carcasa posterior	1	Fundición de aluminio pintada con pintura electrostática de POLIÉSTER sin TGIC, secado en horno a 220°	Aluminio fundido																																																																															
DP04	Reflector/direccionador de luz	1	Termoformado	ABS laminado																																																																															
DP05	Leds DIP de 5 mm color ámbar	36	Pieza comercial	Pieza comercial																																																																															
DP06	PCB para circuito electrónico	1	Pieza comercial cortada a medida	Pieza comercial																																																																															
DP07	Tornillo M3 X 4 mm	8	Pieza comercial	Acero																																																																															
DP08	Tornillo M3 X 14 mm	4	Pieza comercial	Acero																																																																															
DP09	Caja de montaje	1	Troquelado	Lamina de acero cal. 18																																																																															
Pza.	Nombre	Cant.	Proceso	Material																																																																															
CIDI UNAM			Elaboró: Sayabil P. Alarcón Herrera	Fecha: 06/11/14	Escala: 1:4																																																																														
Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales				A4																																																																															
Explosivo			DV	Cotas: mm	15/24																																																																														

		Elaboró: Sayabil P. Alarcón Herrera	Fecha: 06/11/14	Escala: 1:4
Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales			A4	
Vistas Generales		DV01	Cotas: mm	16/24



D



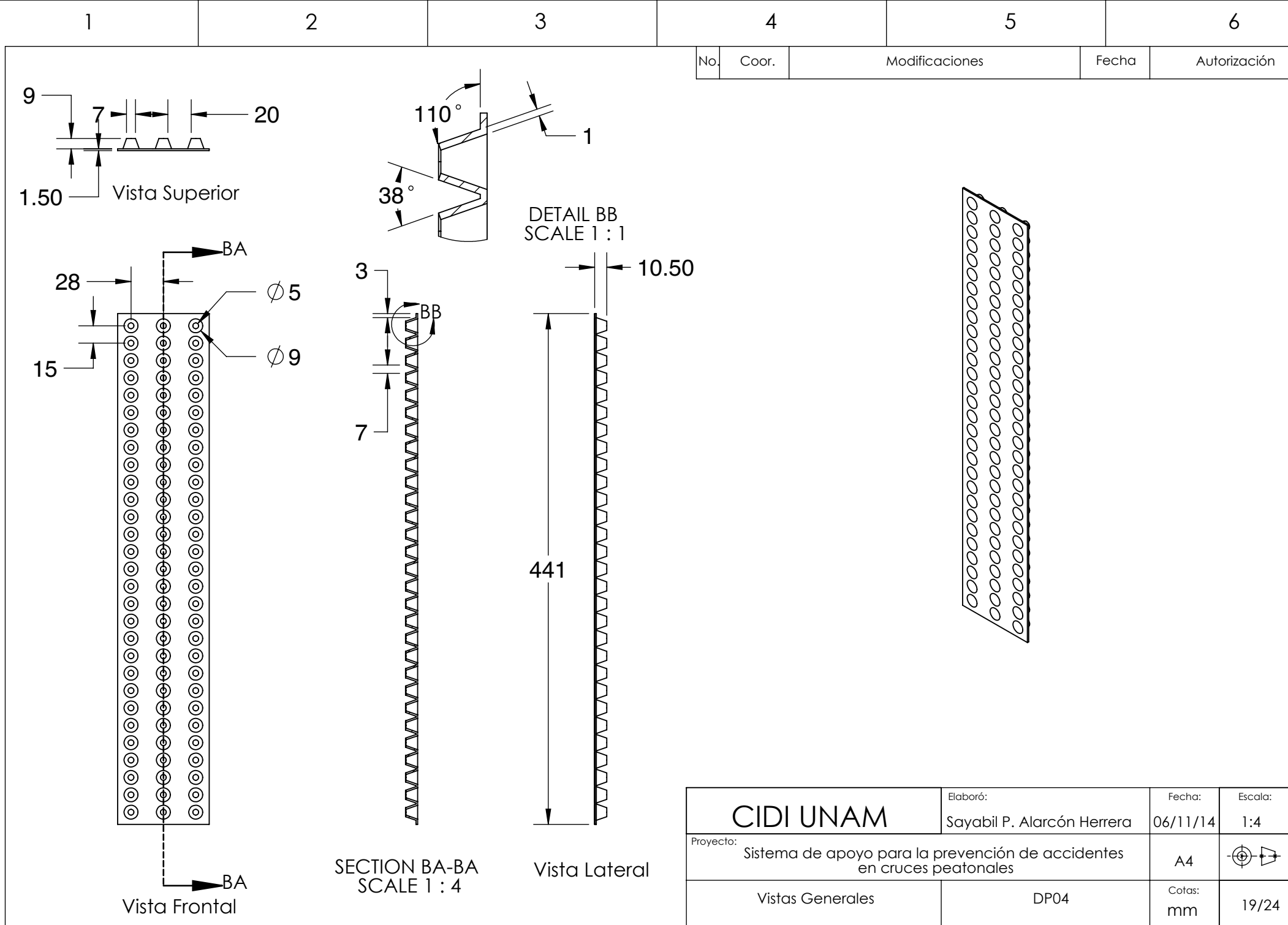


A

B

C

D

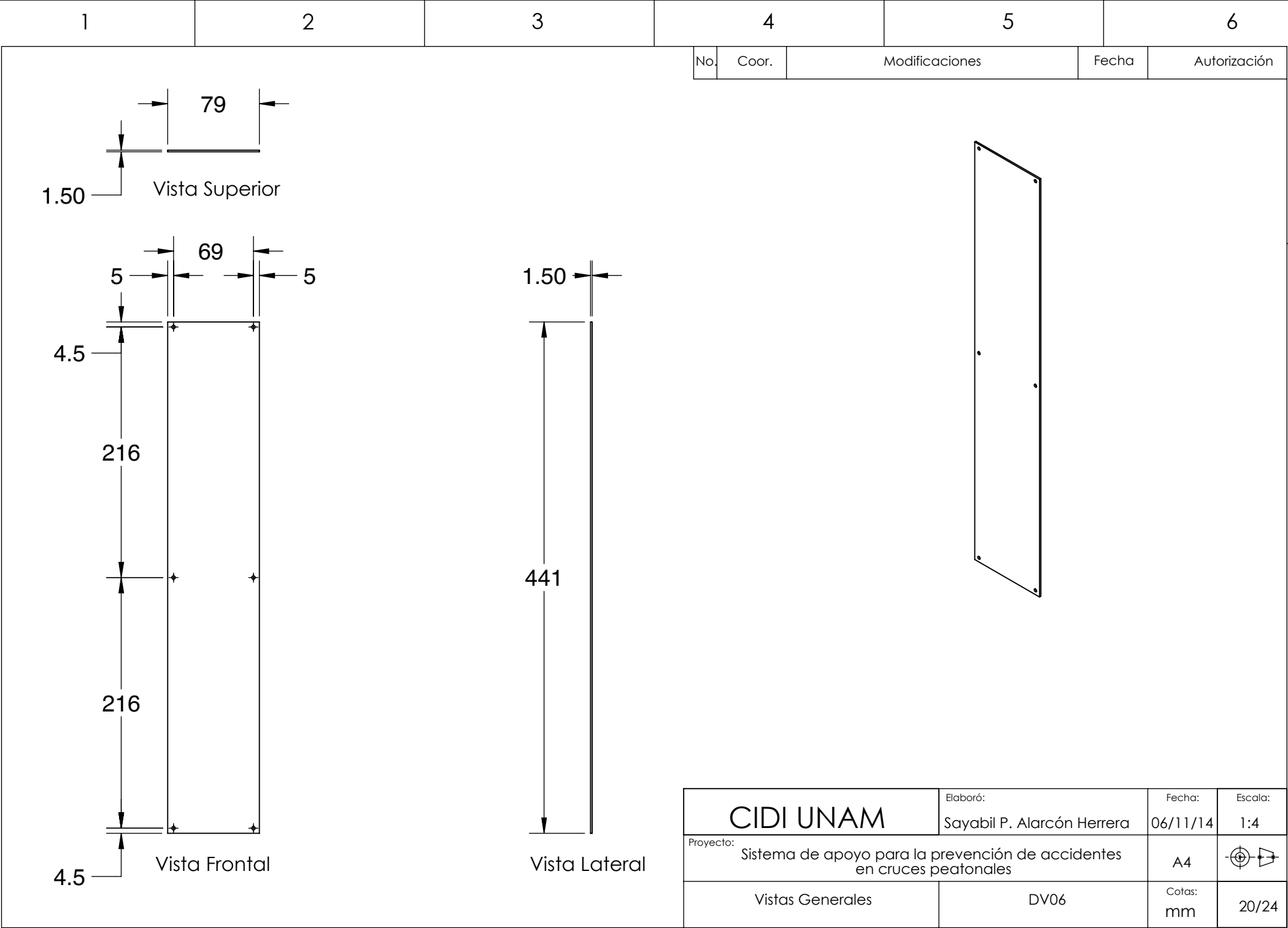


A

B

C

D



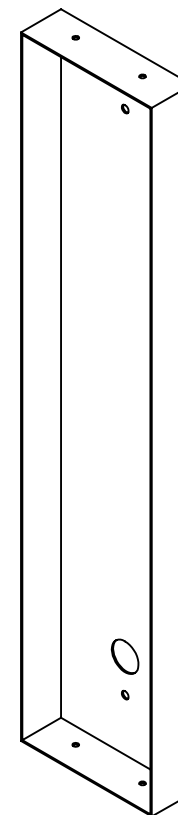
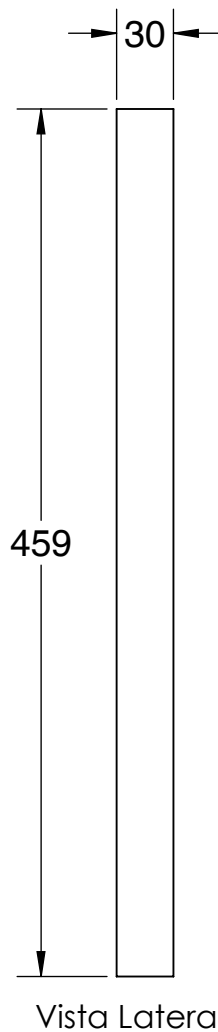
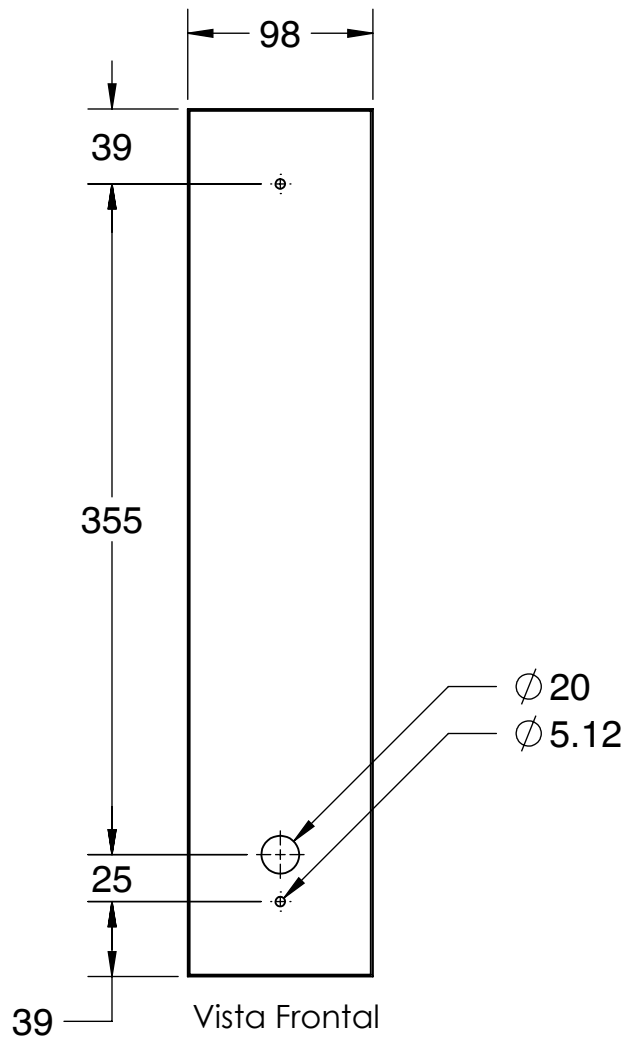
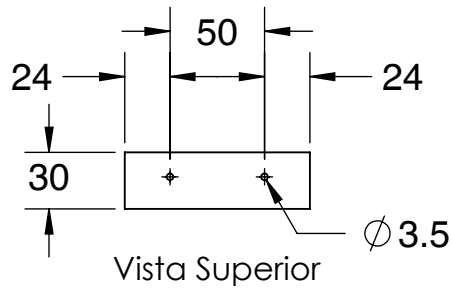
A

B

C

D

No.	Coor.	Modificaciones	Fecha	Autorización
-----	-------	----------------	-------	--------------



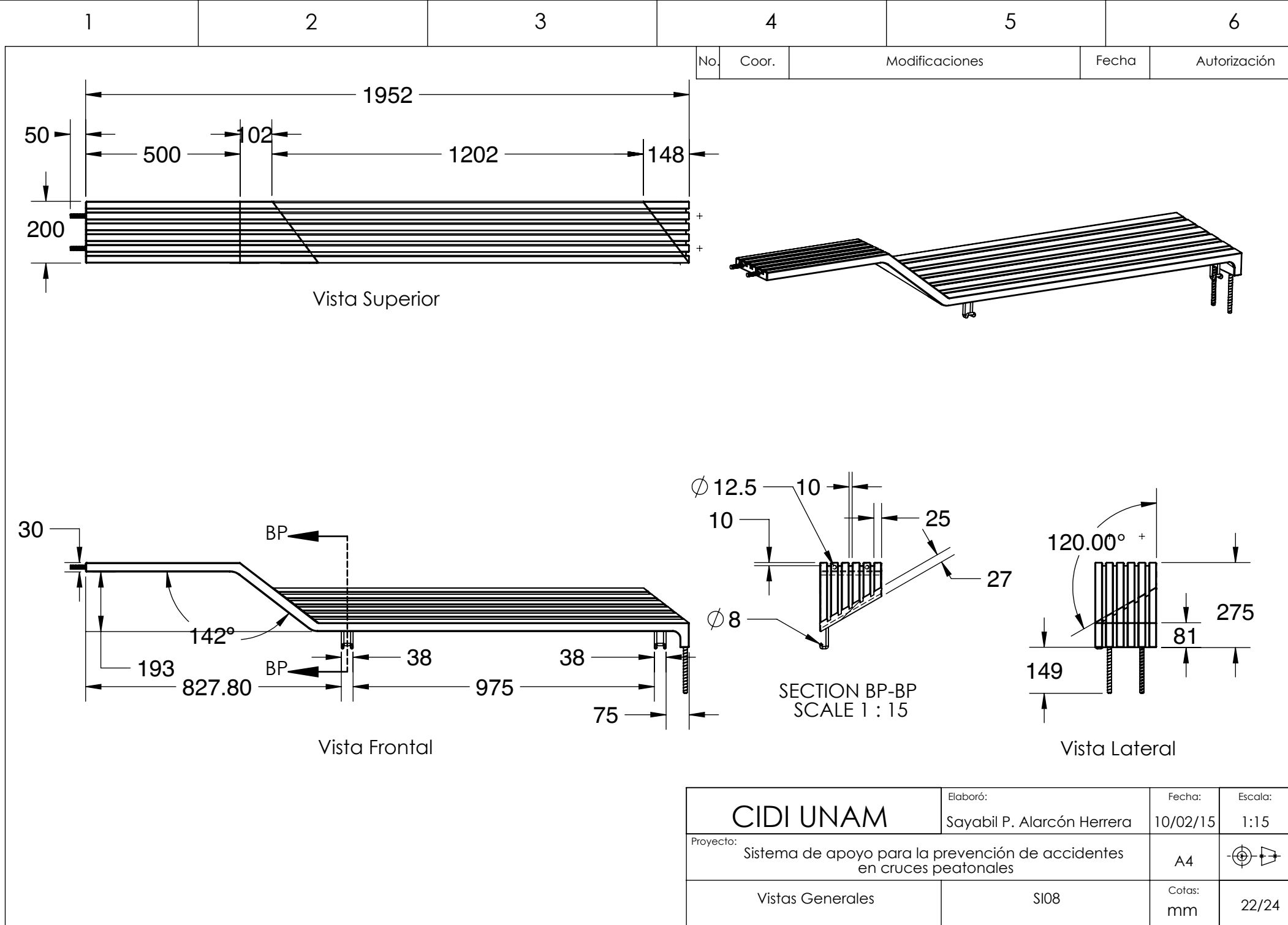
CIDI UNAM Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales	Elaboró: Sayabil P. Alarcón Herrera	Fecha: 06/11/14	Escala: 1:4
	Vistas Generales	DP09	Cotas: mm 21/24

A

B

C

D



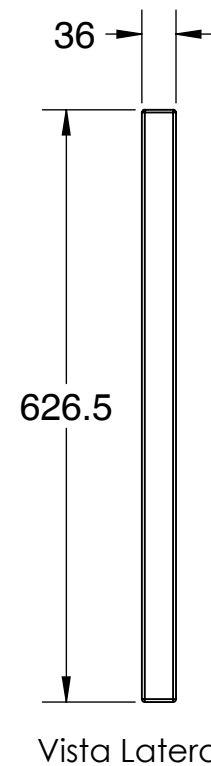
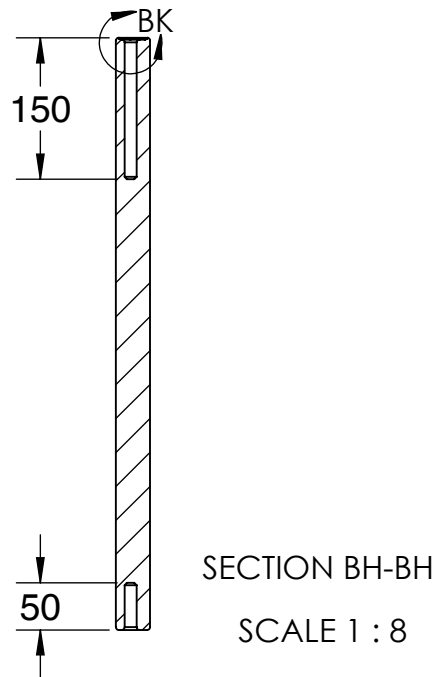
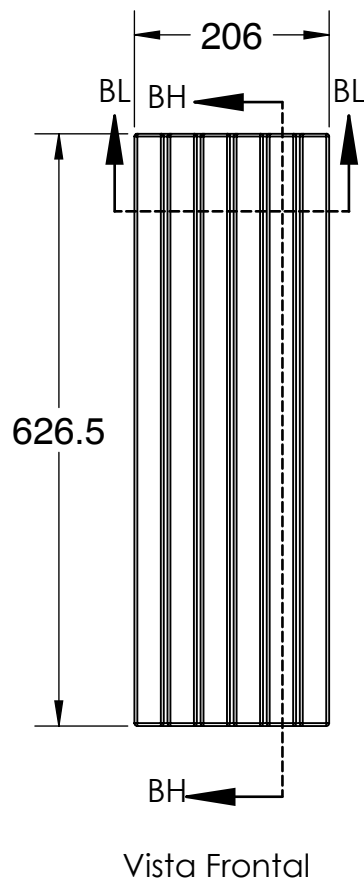
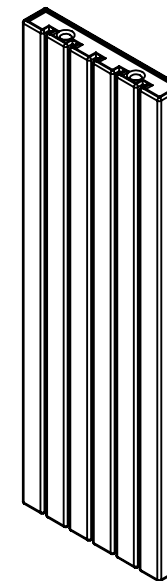
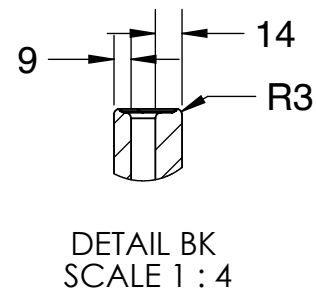
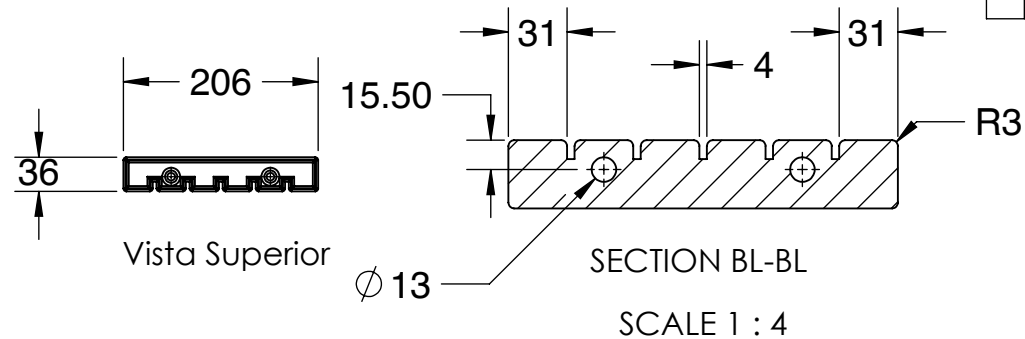
A

B

C

D

No.	Coor.	Modificaciones	Fecha	Autorización
-----	-------	----------------	-------	--------------



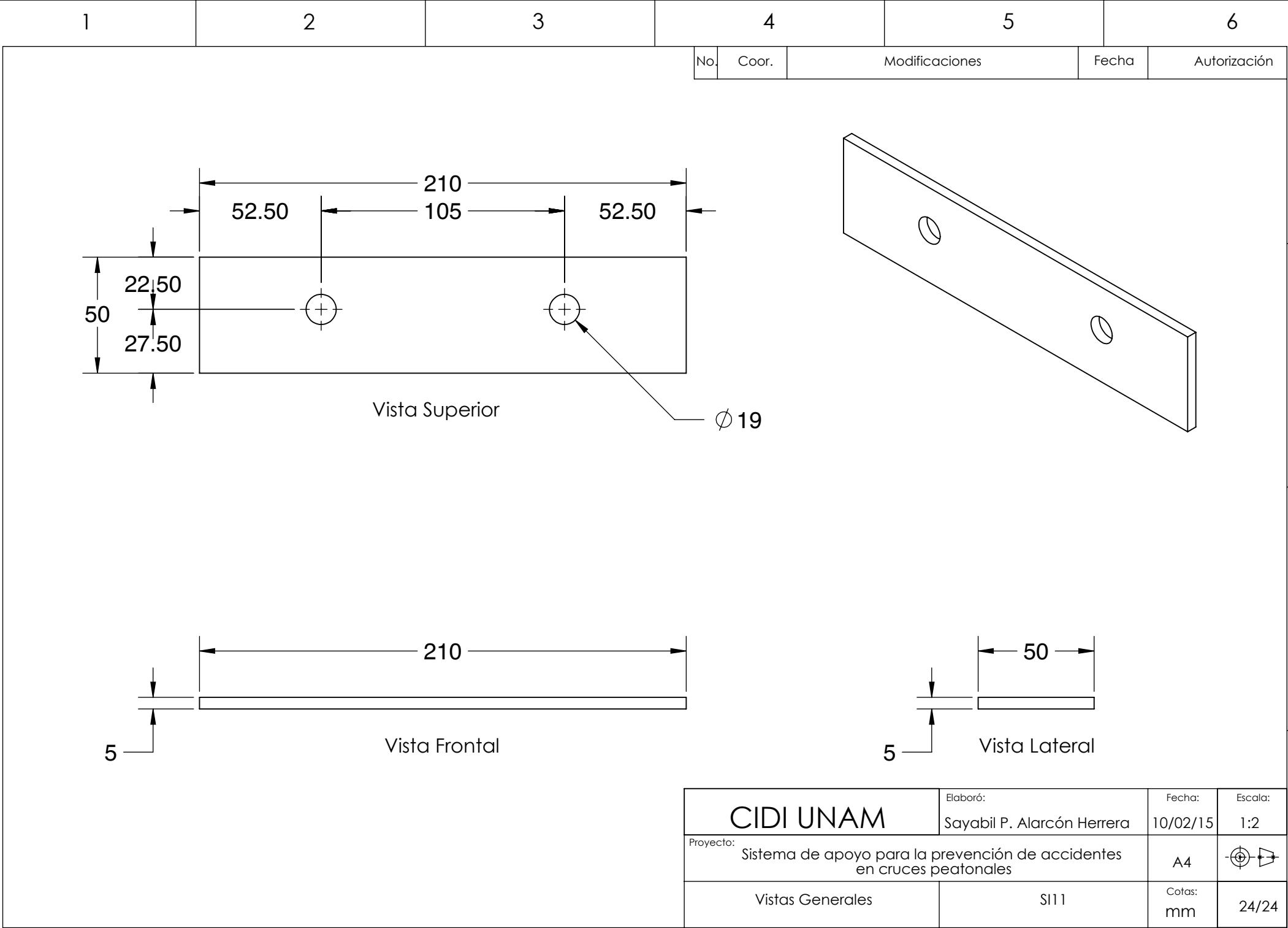
Proyecto:	CIDI UNAM	Elaboró:	Sayabil P. Alarcón Herrera	Fecha:	10/02/15	Escala:	1:8
	Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales				A4		
	Vistas Generales				Cotas: mm	23/24	

A

B

C

D

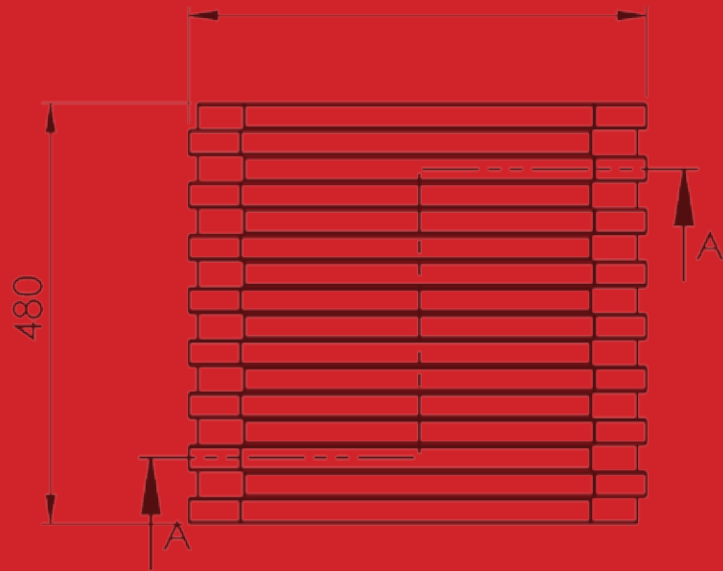


A

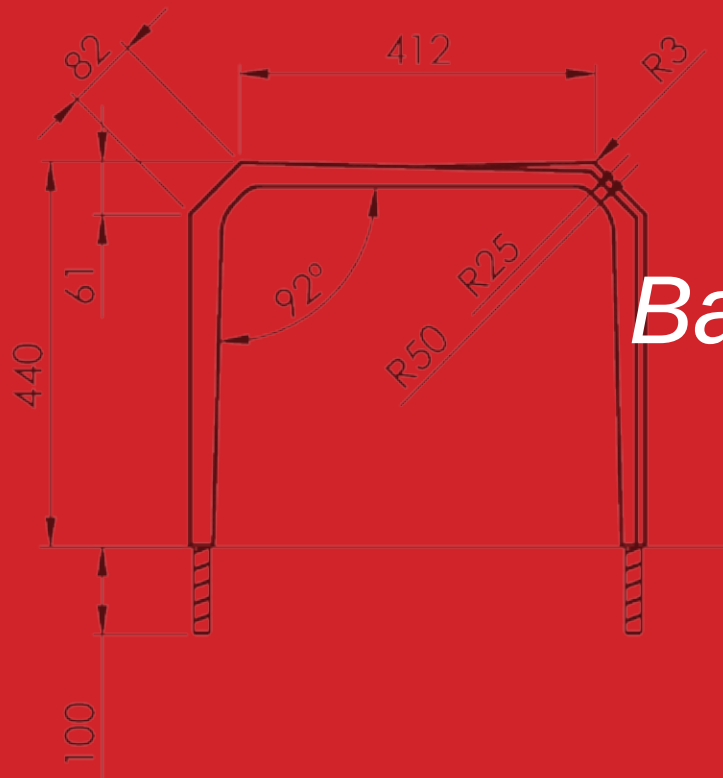
B

C

D

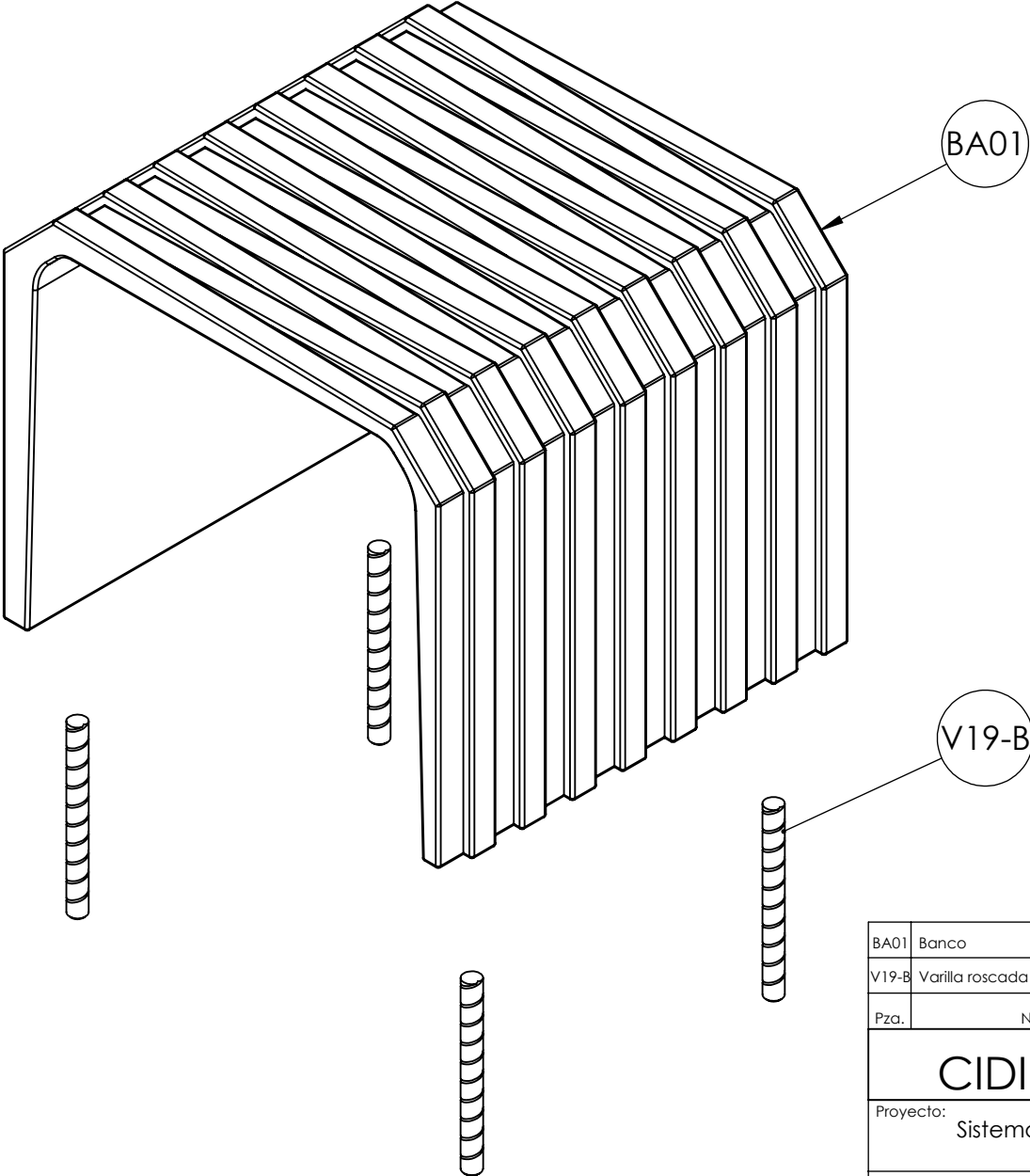


DETAIL B
SCALE 1 : 5



SECTION A-A

Planos Bancos para camellones

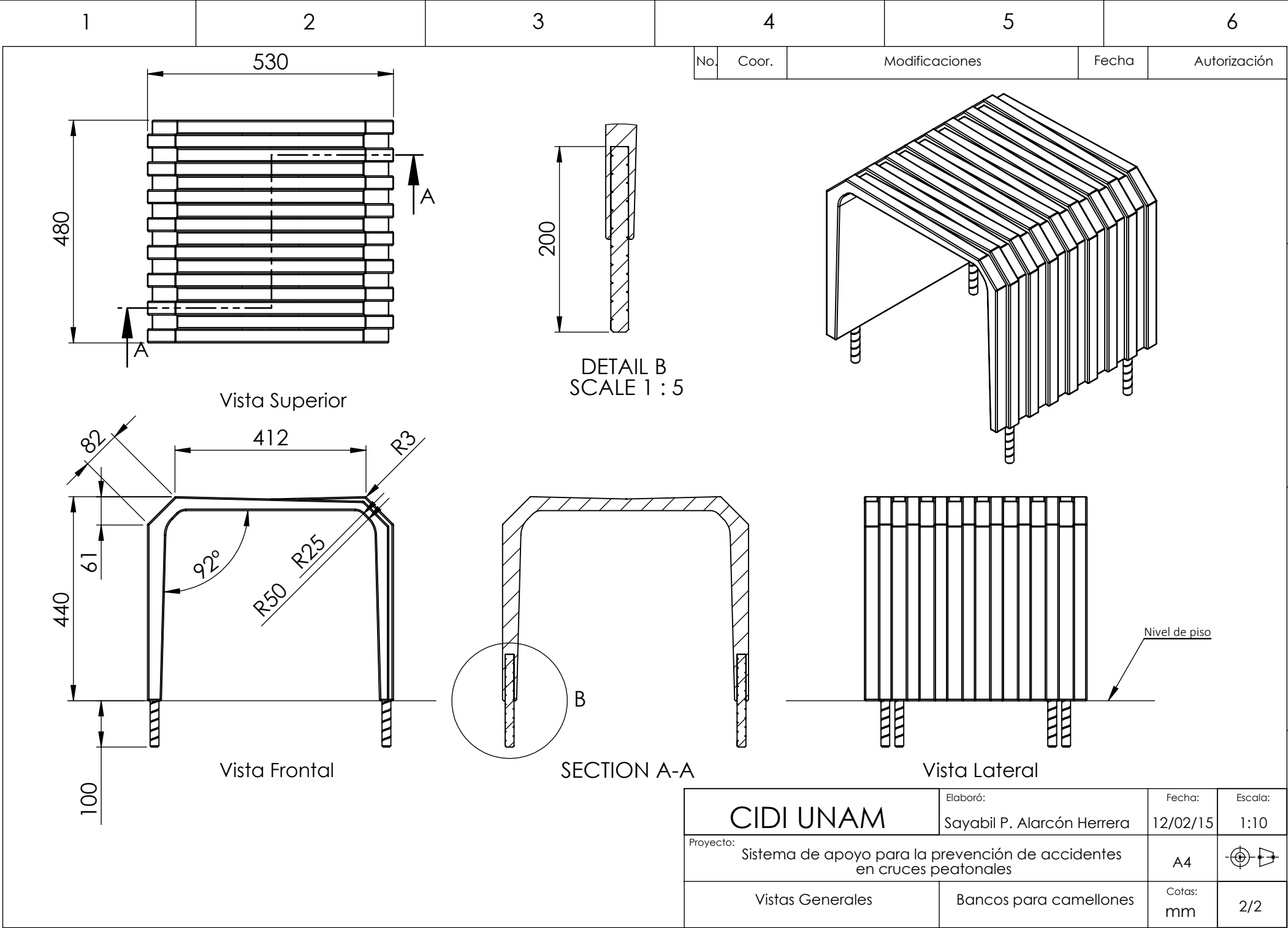
1	2	3	4	5	6																																						
			No.	Coor.	Modificaciones	Fecha	Autorización																																				
																																											
<table><tr><td>BA01</td><td>Banco</td><td>1</td><td>Moldeo en molde de fibra de vidrio</td><td colspan="2">Concreto Polimérico</td></tr><tr><td>V19-B</td><td>Varilla roscada de 3/4"</td><td>4</td><td>Pieza comercial ahogada en el proceso de colado</td><td colspan="2">Acero galvanizado</td></tr><tr><td>Pza.</td><td>Nombre</td><td>Cant.</td><td>Proceso</td><td colspan="2">Material</td></tr><tr><td colspan="3">CIDI UNAM</td><td>Elaboró:</td><td>Fecha:</td><td>Escala:</td></tr><tr><td colspan="3">Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales</td><td>Sayabil P. Alarcón Herrera</td><td>12/02/15</td><td>1:6</td></tr><tr><td colspan="3">Explosivo</td><td>Bancos para camellones</td><td>Cotas: mm</td><td>1/2</td></tr></table>								BA01	Banco	1	Moldeo en molde de fibra de vidrio	Concreto Polimérico		V19-B	Varilla roscada de 3/4"	4	Pieza comercial ahogada en el proceso de colado	Acero galvanizado		Pza.	Nombre	Cant.	Proceso	Material		CIDI UNAM			Elaboró:	Fecha:	Escala:	Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales			Sayabil P. Alarcón Herrera	12/02/15	1:6	Explosivo			Bancos para camellones	Cotas: mm	1/2
BA01	Banco	1	Moldeo en molde de fibra de vidrio	Concreto Polimérico																																							
V19-B	Varilla roscada de 3/4"	4	Pieza comercial ahogada en el proceso de colado	Acero galvanizado																																							
Pza.	Nombre	Cant.	Proceso	Material																																							
CIDI UNAM			Elaboró:	Fecha:	Escala:																																						
Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales			Sayabil P. Alarcón Herrera	12/02/15	1:6																																						
Explosivo			Bancos para camellones	Cotas: mm	1/2																																						

A

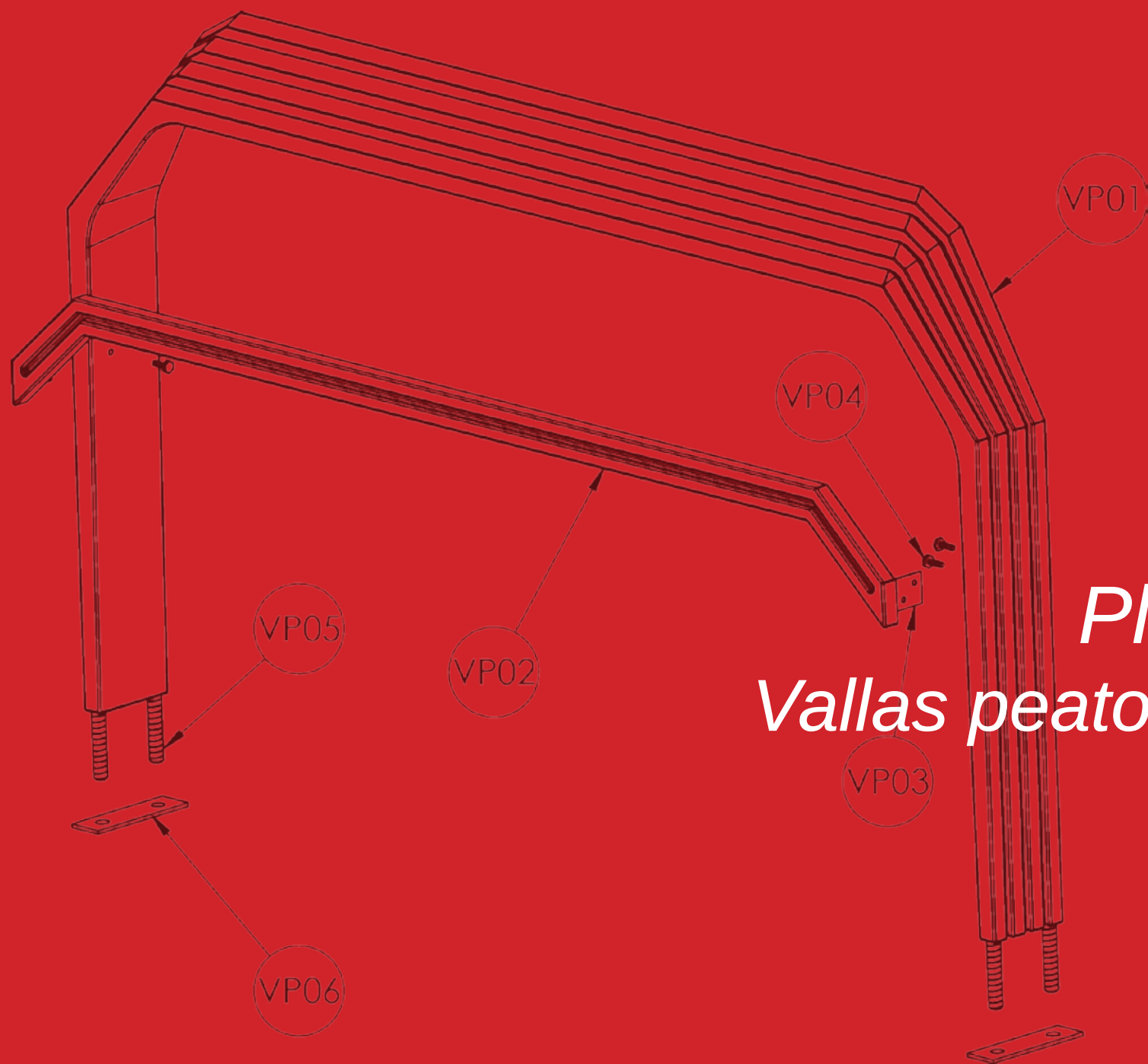
B

C

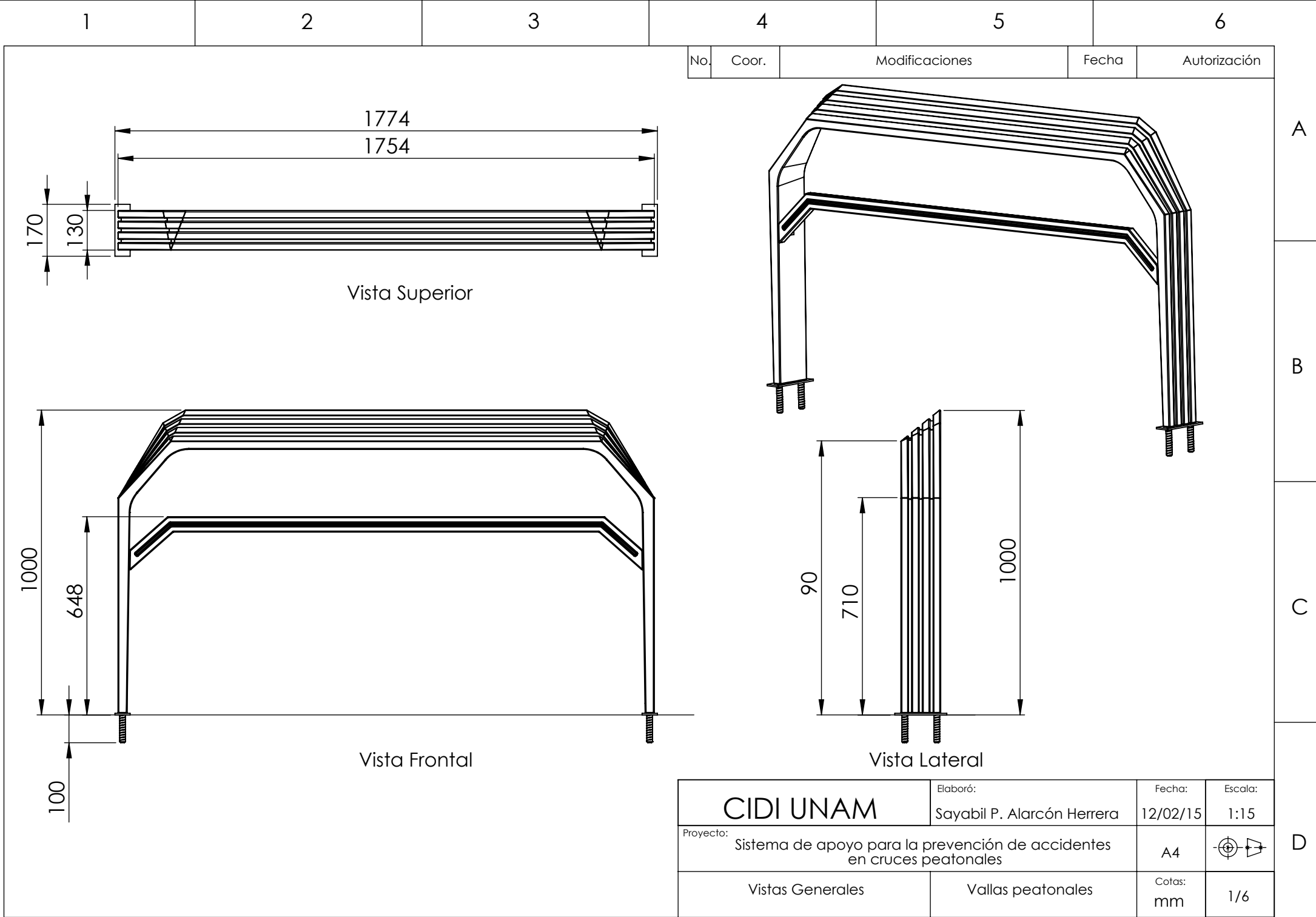
D



CIDI UNAM		Elaboró:	Sayabil P. Alarcón Herrera	Fecha:	12/02/15	Escala:	1:10
Proyecto:		Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales		A4			
Vistas Generales		Bancos para camellones		Cotas: mm		2/2	



Planos
Vallas peatonales



1

2

3

4

5

6

No.

Coor.

Modificaciones

Fecha

Autorización

VP01	Valla Peatonal	1	Moldeo en molde de fibra de vidrio	Concreto Polimérico
VP02	Travesaño de valla peatonal	1	Moldeo en molde de fibra de vidrio	Concreto Polimérico
VP03	Ángulo para fijación de travesaño	2	Pieza comercial cortada a medida	Ángulo de aluminio
VP04	Tornillo cabeza hexagonal M8 x 25 mm	4	Pieza comercial	Acero inoxidable
VP05	Varilla roscada de 3/4" x 200 mm	4	Pieza comercial	Acero galvanizado
VP06	Placa de anclaje	2	Cizallado y barrenado	Pletina de Acero de 5 mm

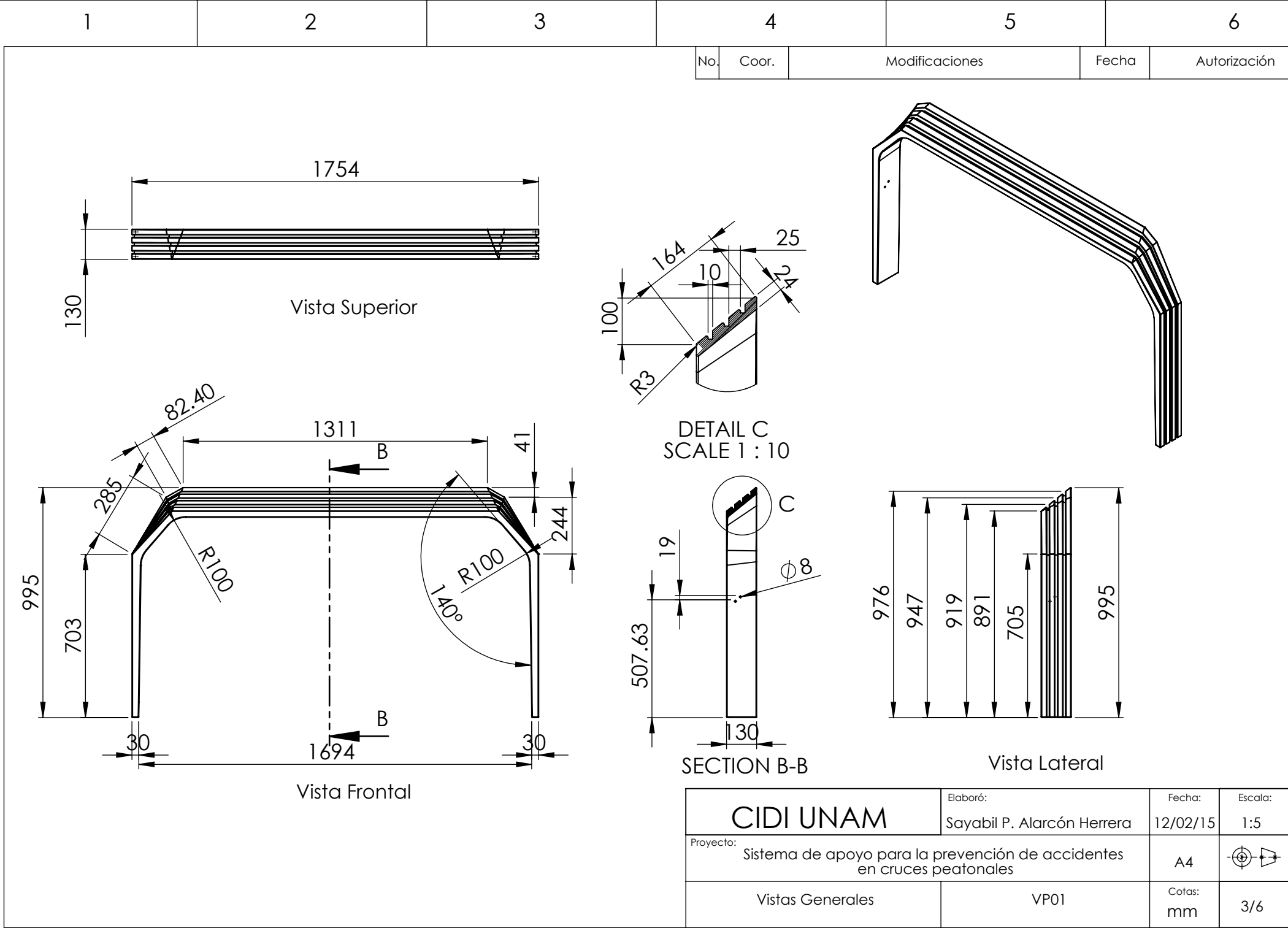
Pza.	Nombre	Cant.	Proceso	Material
CIDI UNAM			Elaboró: Sayabil P. Alarcón Herrera	Fecha: 12/02/15
Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales			A4	Escala: 1:10
Explosivo			Vallas Peatonales	Cotas: mm
				2/6

A

B

C

D

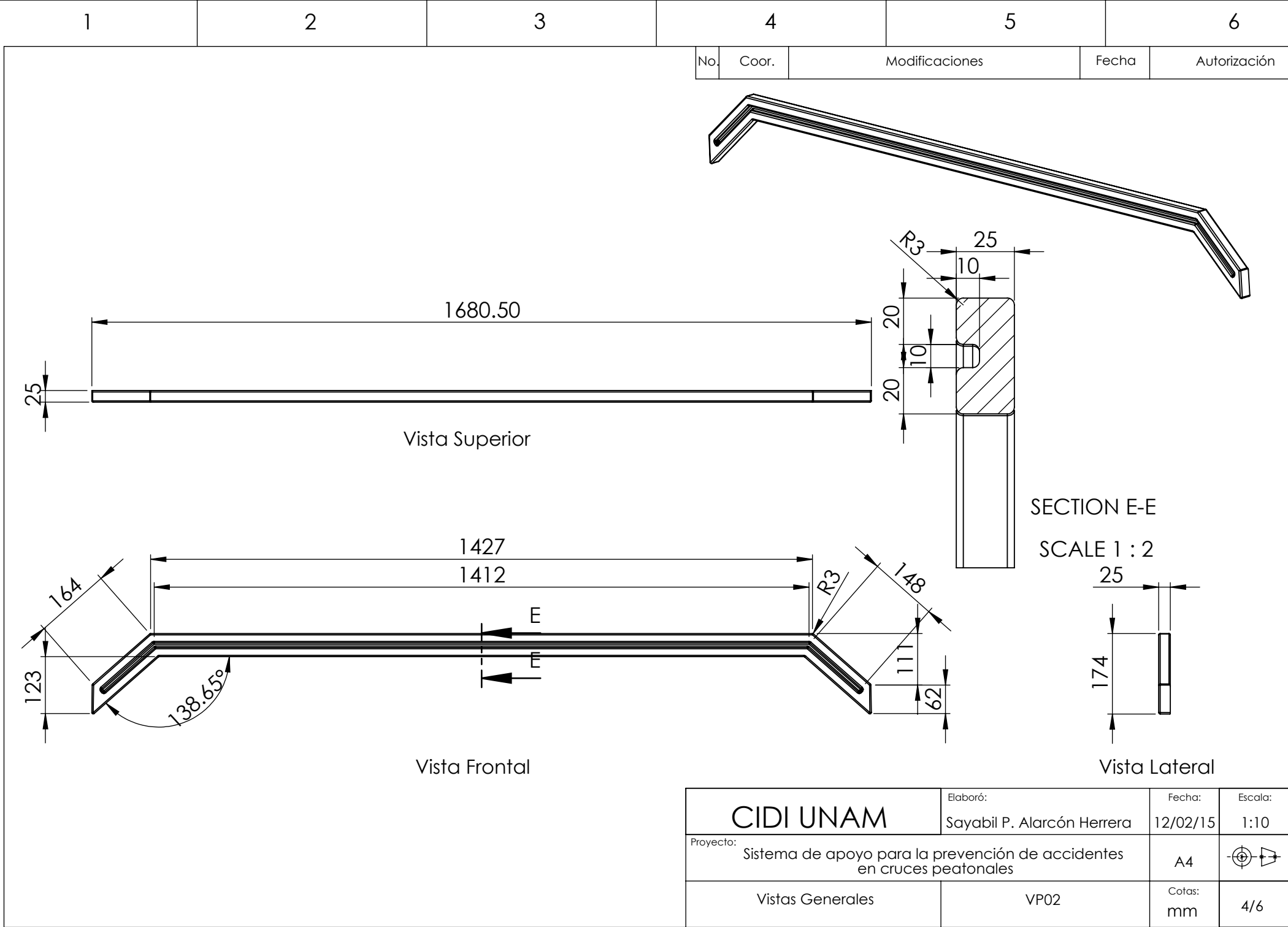


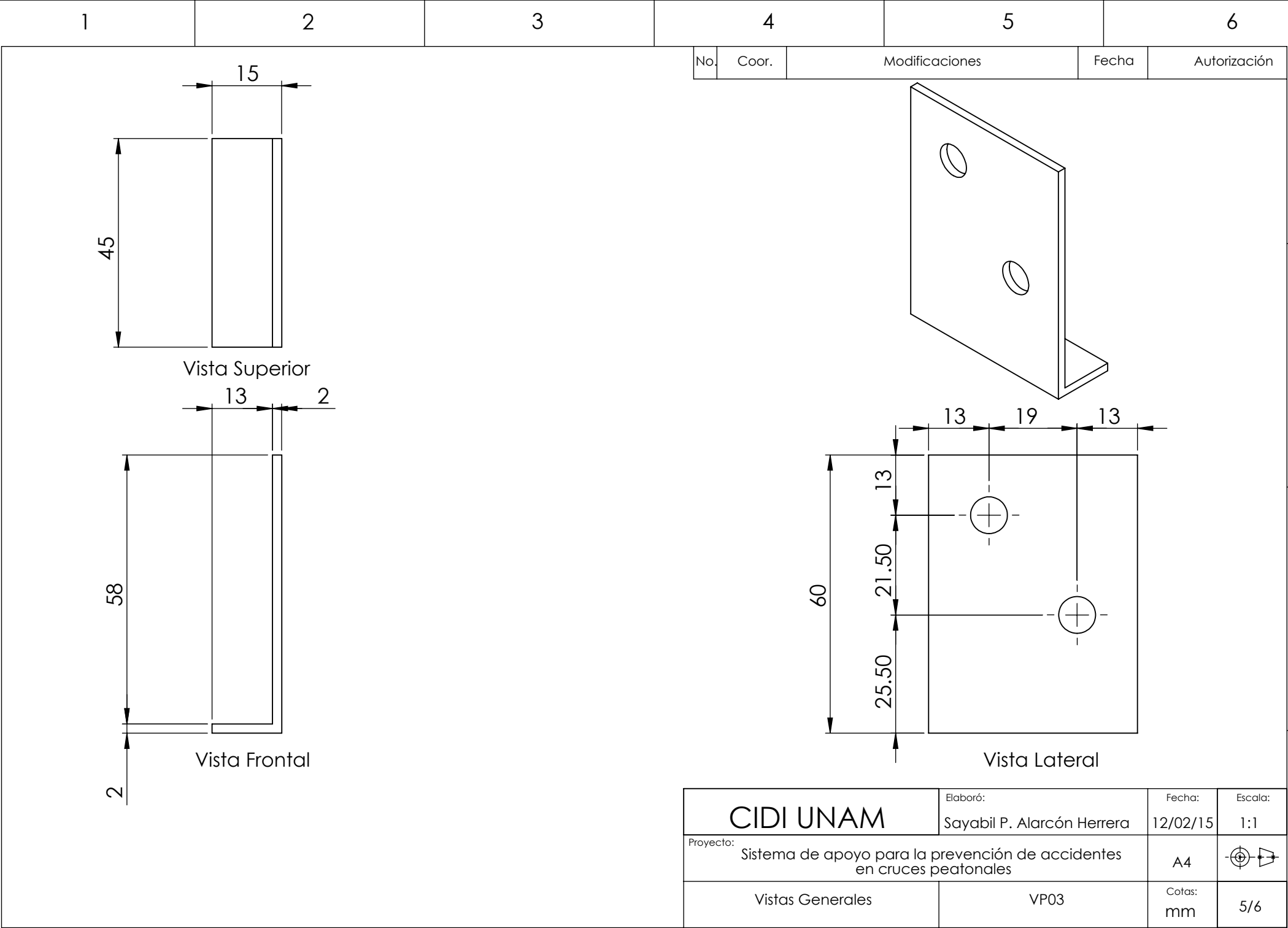
A

B

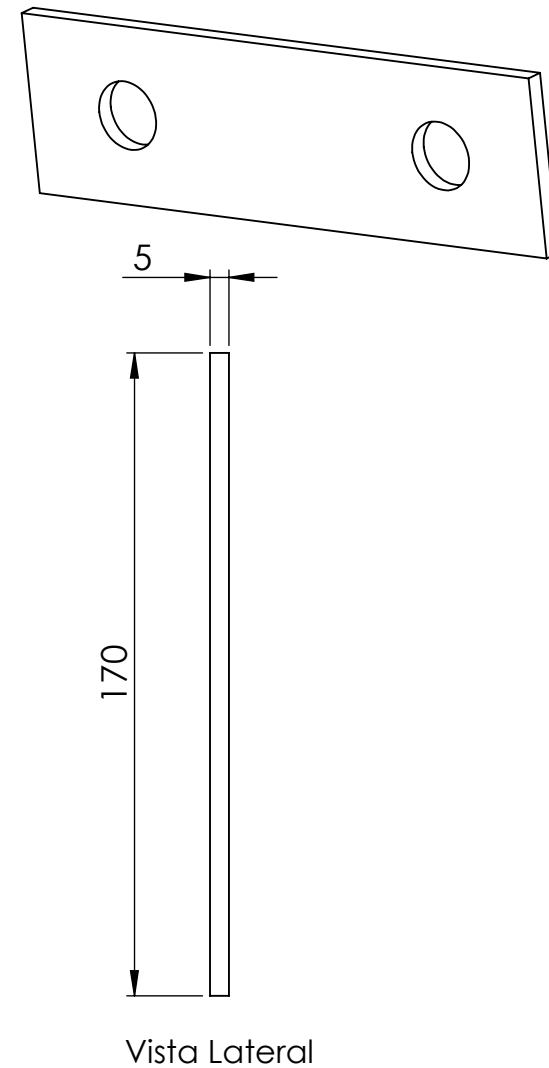
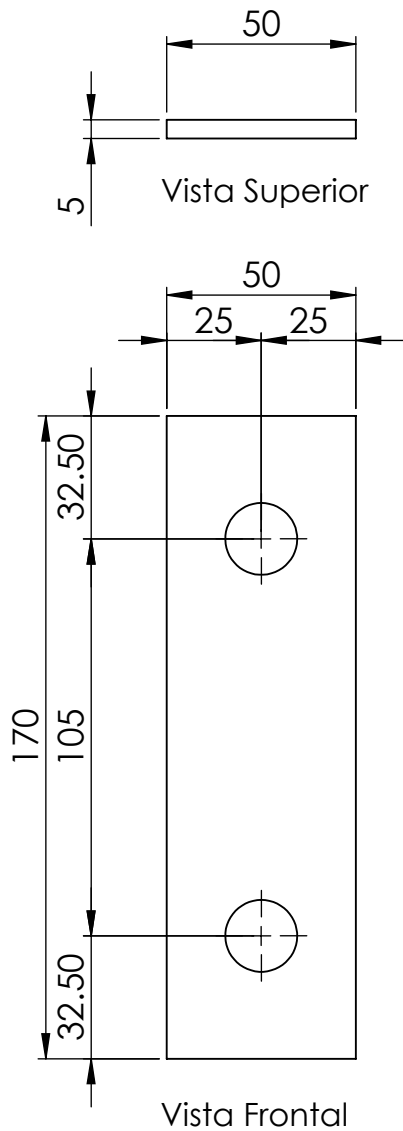
C

D





No.	Coord.	Modificaciones	Fecha	Autorización
-----	--------	----------------	-------	--------------



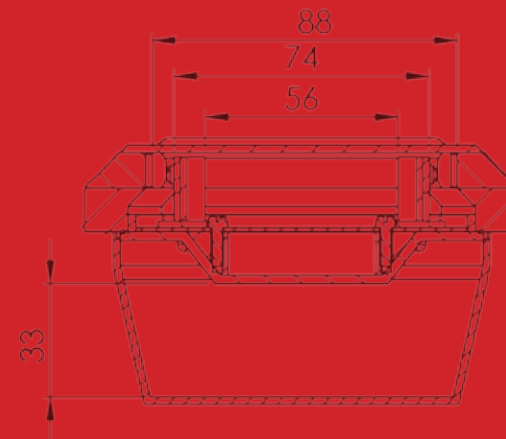
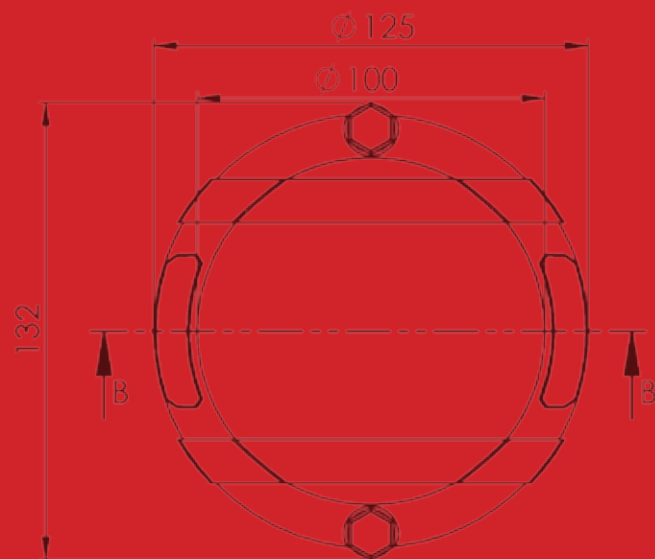
CIDI UNAM Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales	Elaboró:	Fecha:	Escala:
	Sayabil P. Alarcón Herrera	12/02/15	1:2
	Vistas Generales	Cotas: mm	6/6

A

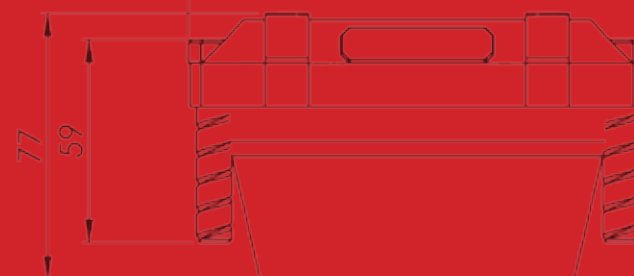
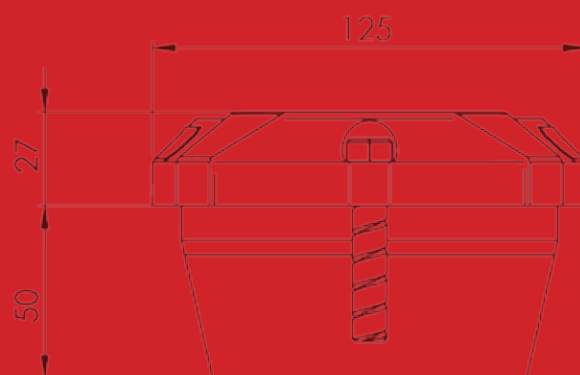
B

C

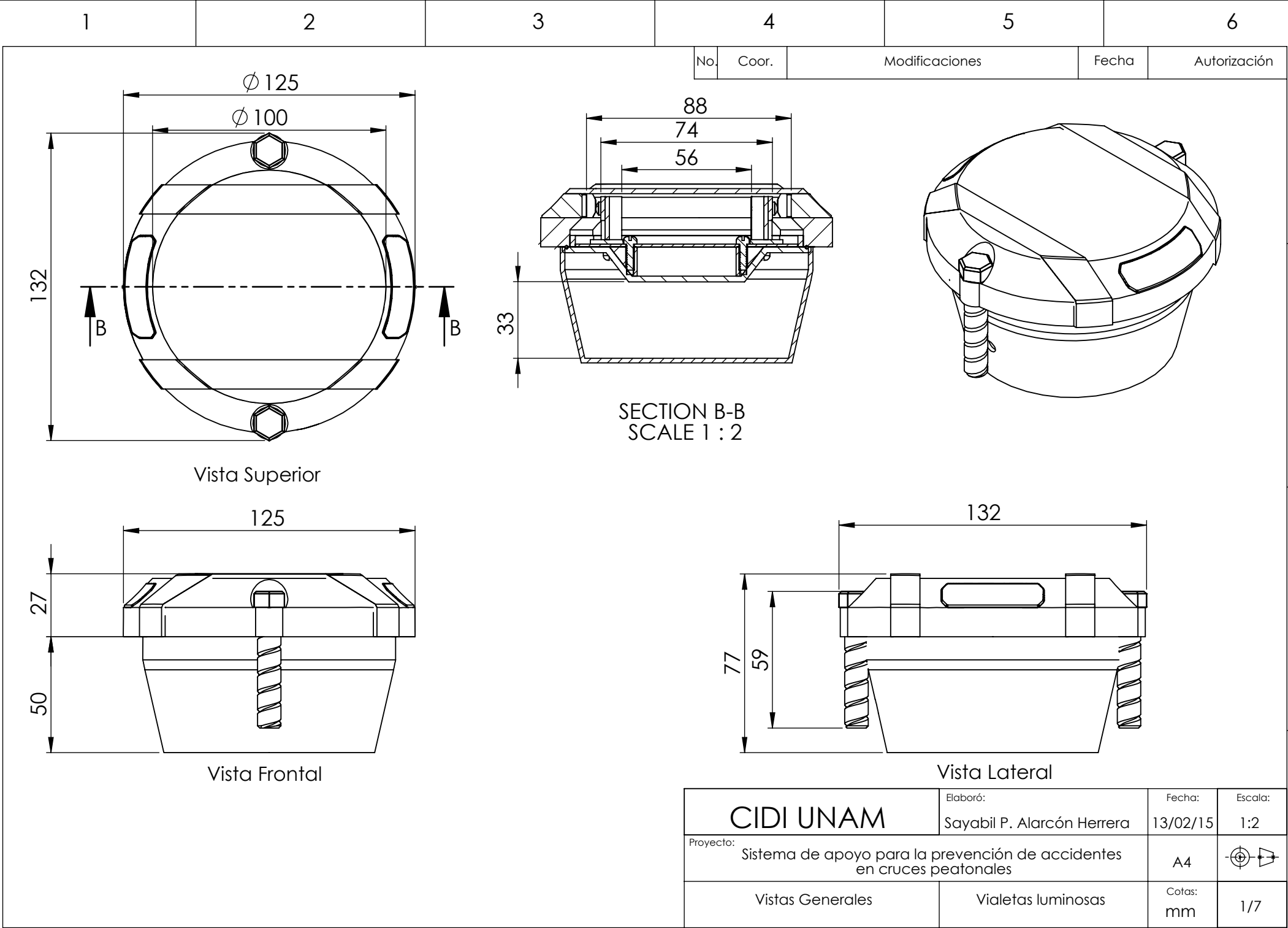
D



SECTION B-B
SCALE 1 : 2



Planos *Vialetas luminosas*

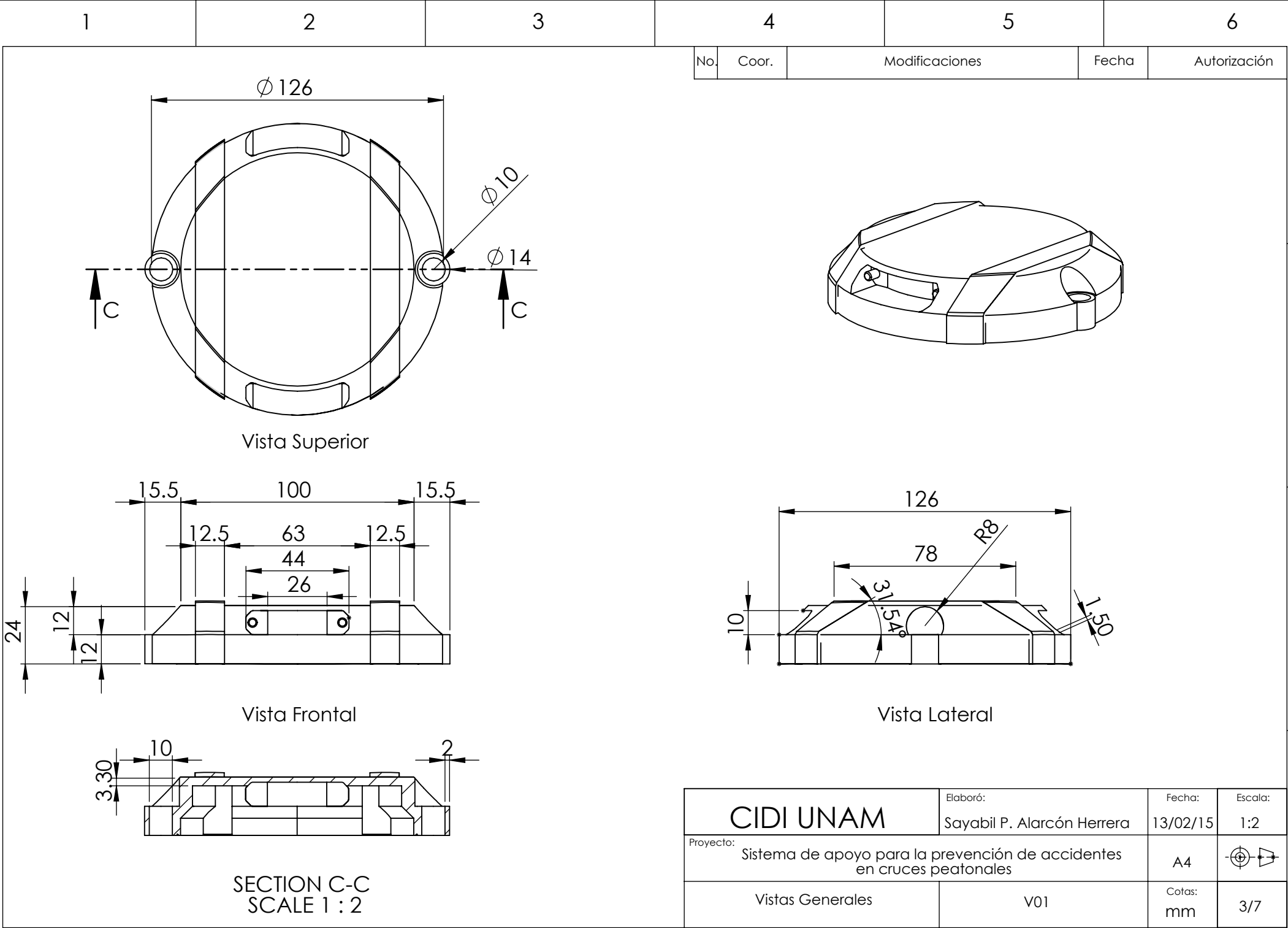


A

B

C

D

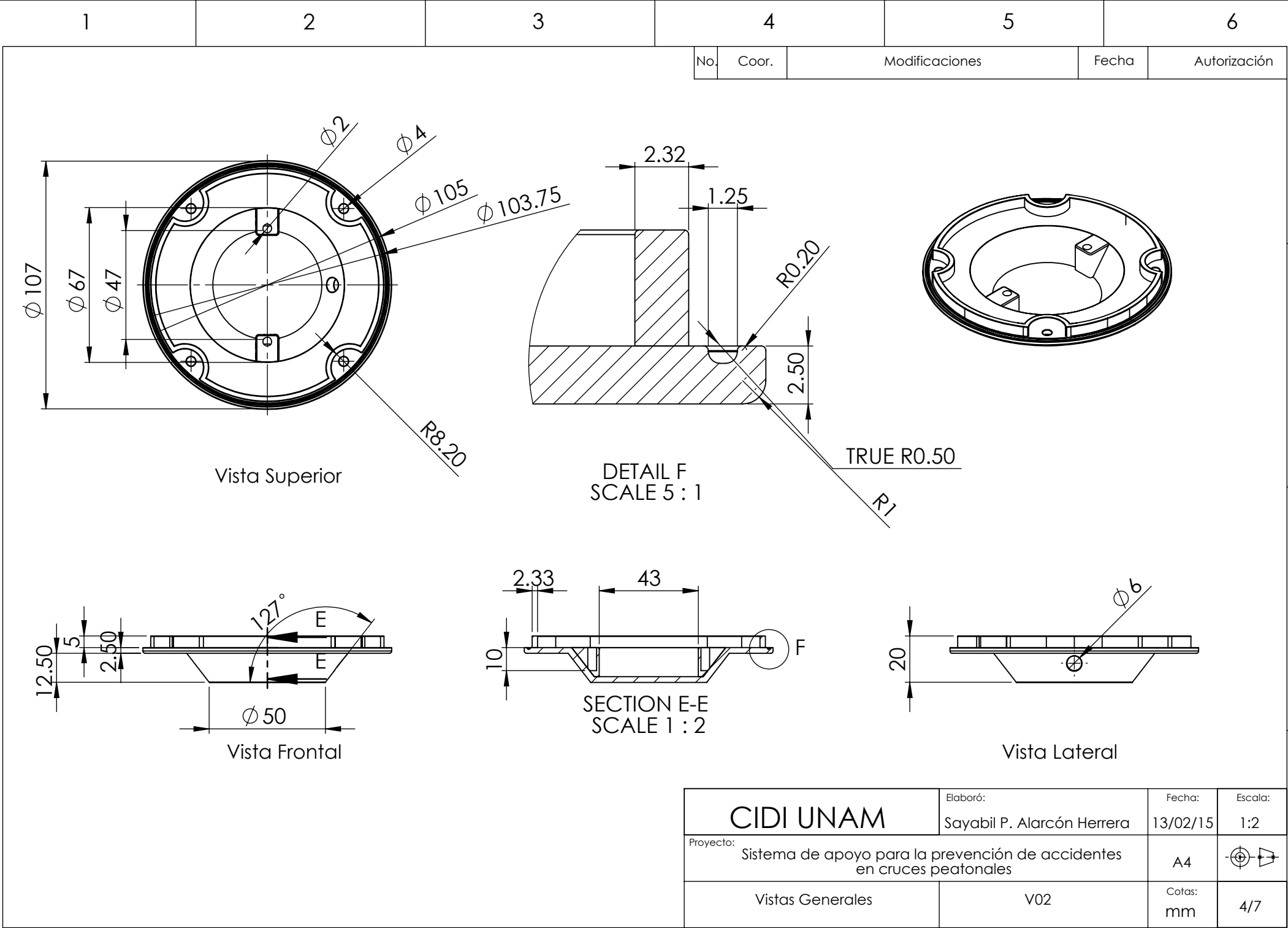


A

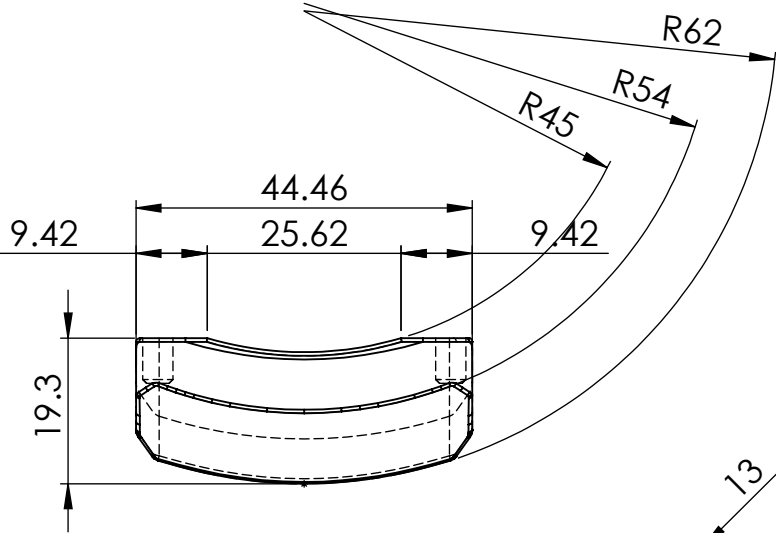
B

C

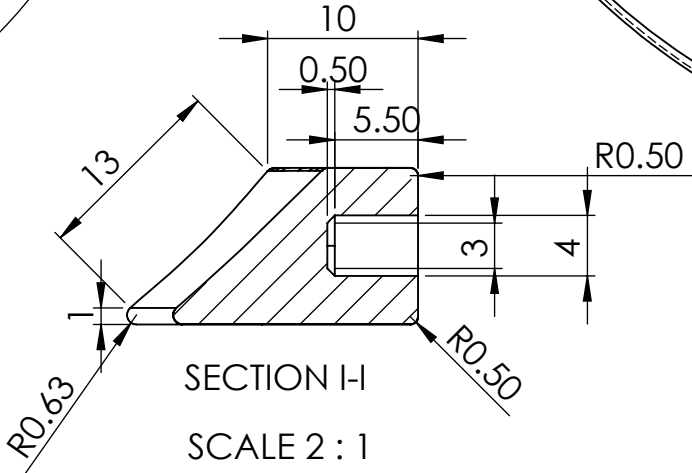
D



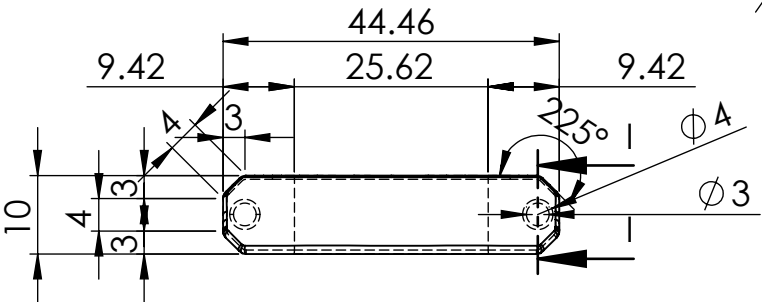
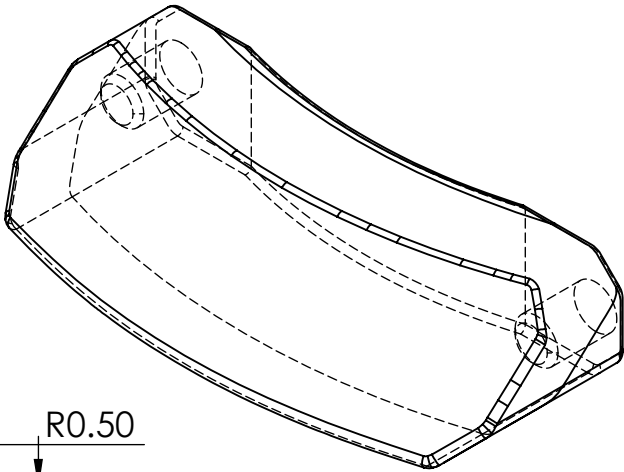
No.	Coor.	Modificaciones	Fecha	Autorización
-----	-------	----------------	-------	--------------



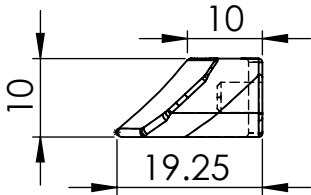
Vista Superior



SECTION I-I
SCALE 2 : 1



Vista Frontal



Vista Lateral

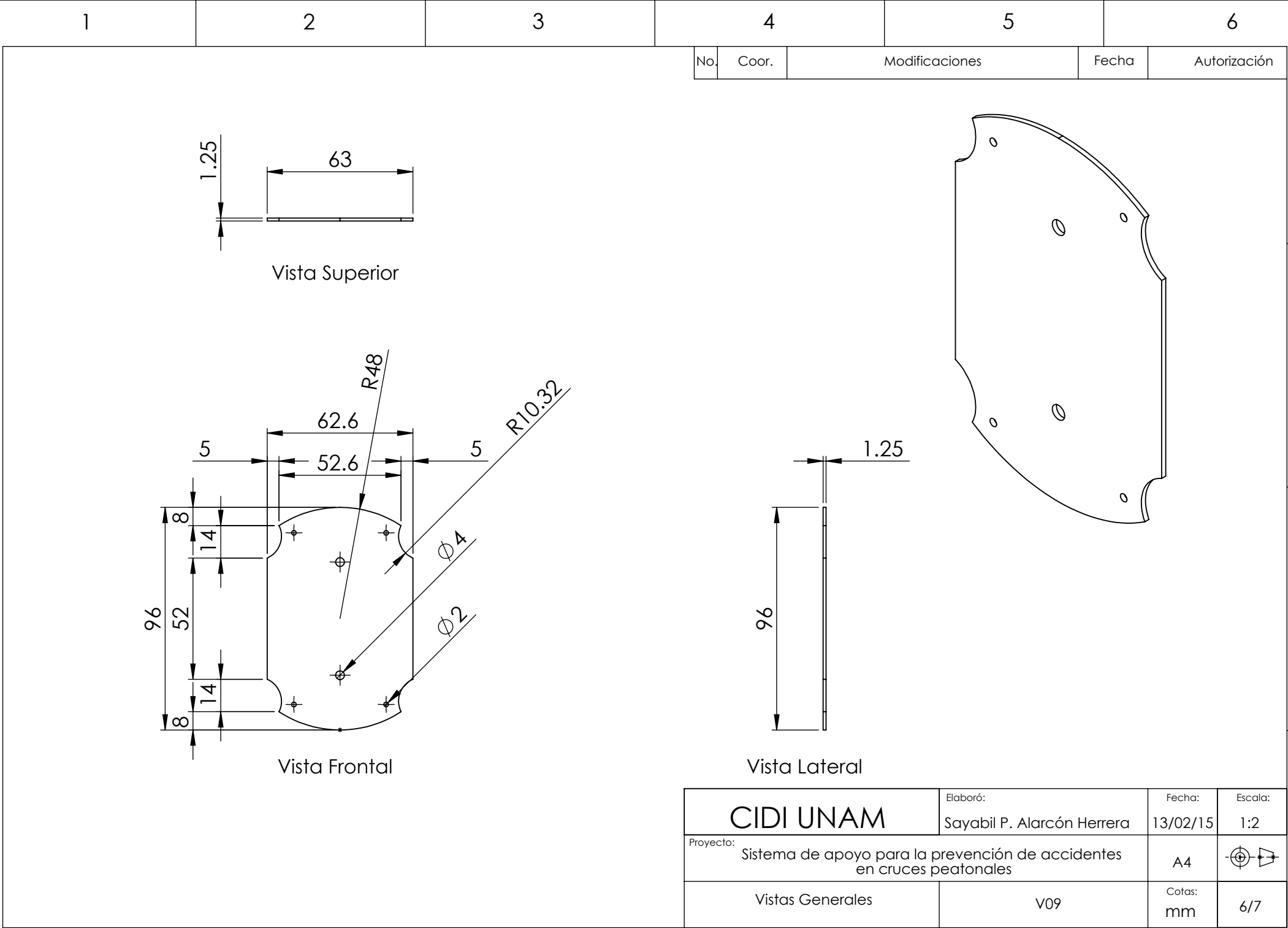
CIDI UNAM	Elaboró:	Fecha:	Escala:
	Sayabil P. Alarcón Herrera	13/02/15	1:1
Proyecto:	Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales		A4
Vistas Generales	V03	Cotas: mm	5/7

A

B

C

D



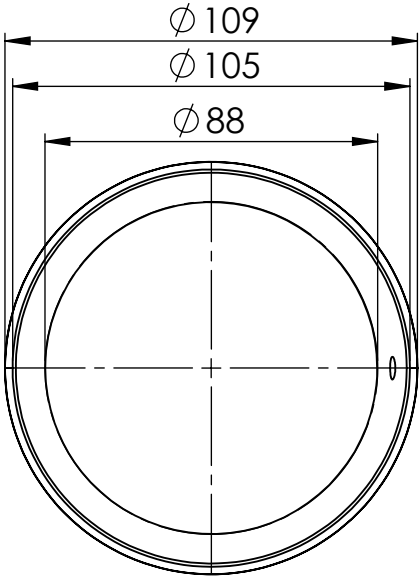
A

B

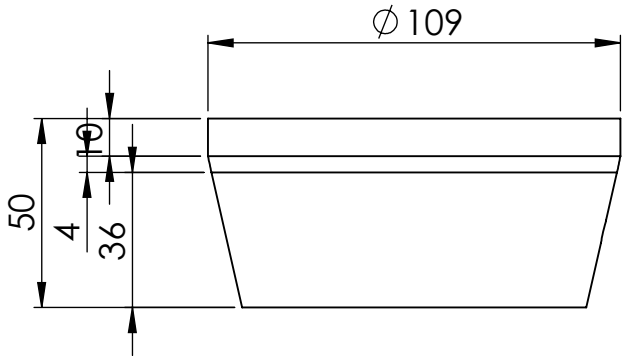
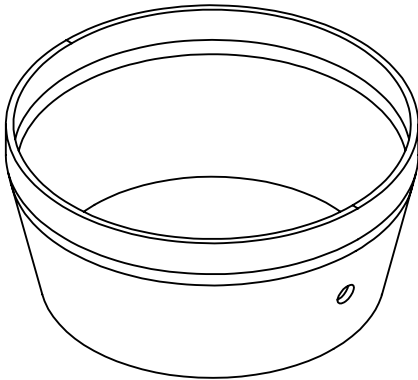
C

D

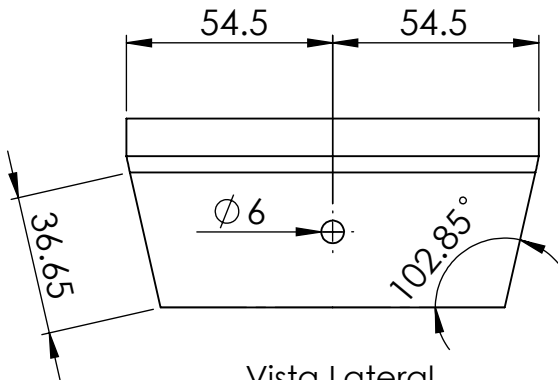
No.	Coor.	Modificaciones	Fecha	Autorización
-----	-------	----------------	-------	--------------



Vista Superior



Vista Frontal



Vista Lateral

CIDI UNAM Proyecto: Sistema de apoyo para la prevención de accidentes en cruces peatonales	Elaboró:	Fecha:	Escala:
	Sayabil P. Alarcón Herrera	13/02/15	1:2
	Vistas Generales	Cotas: mm	7/7

A

B

C

D