



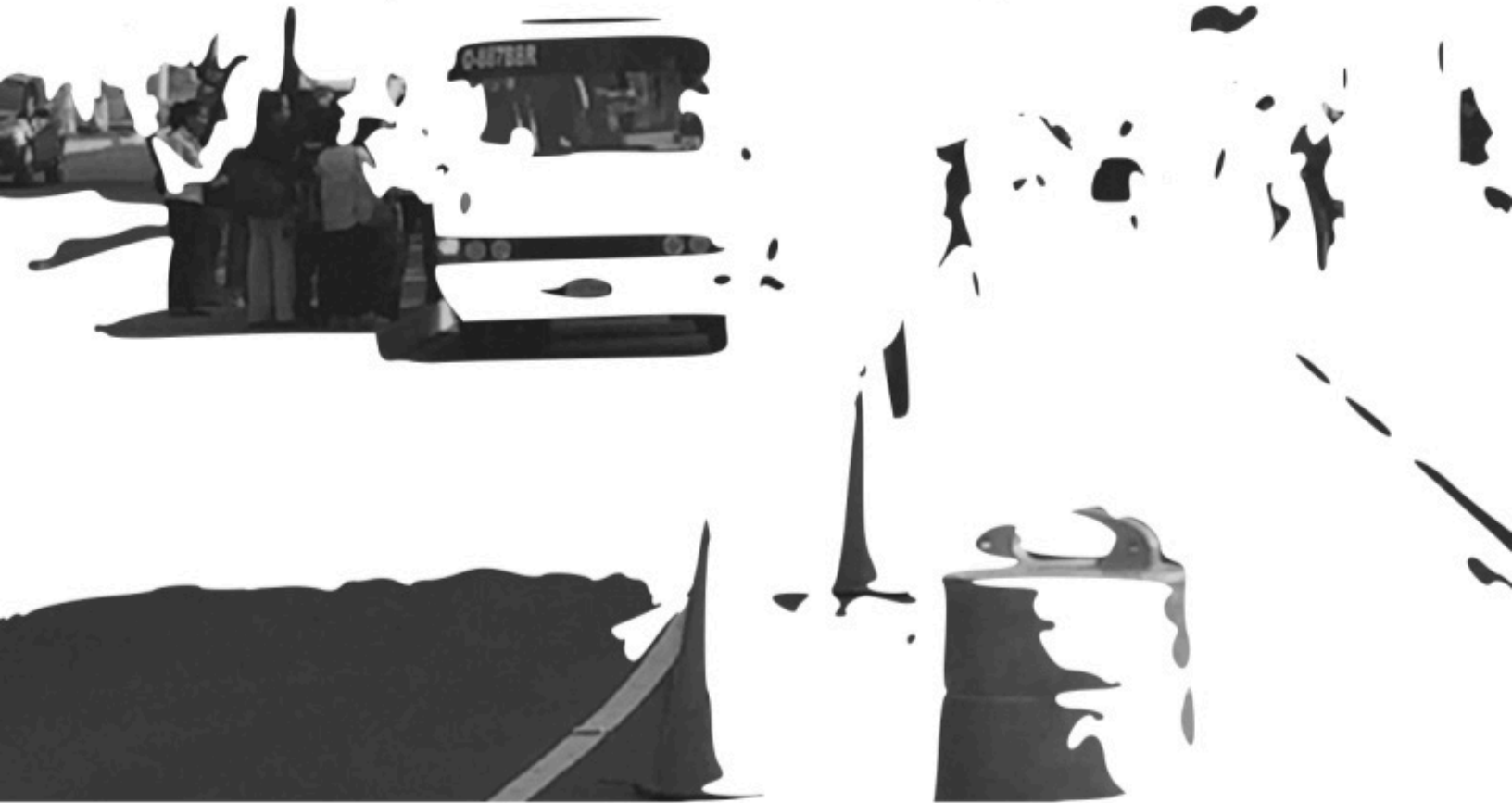
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Arquitectura
Escuela de Arquitectura



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE PARA EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, ZONA 12



Tesis presentada por
Edgard Estuardo Barrientos Girón

Previo a optar al título de
Arquitecto

Guatemala, octubre de 2017



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Arquitectura
Escuela de Arquitectura



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

“PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE PARA EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, ZONA 12”

Tesis presentada por
Edgard Estuardo Barrientos Girón
carné 9113804

Previo a optar al título de
Arquitecto

Guatemala, octubre de 2,017

El autor es responsable de las doctrinas sustentadas, originalidad y contenido del Proyecto de Graduación, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

Dr. Byron Alfredo Rabe Rendón	Decano
Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea	Vocal I
Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini	Vocal II
Msc. Arq. Alice Mishele Gómez García	Vocal III
Br. María Fernanda Mejía Matías	Vocal IV
Br. Lila María Fuentes Figueroa	Vocal V
Msc. Arq. Publio Alcides Rodríguez Lobos	Secretario Académico

Tribunal examinador:

Dr. Byron Alfredo Rabe Rendón	Decano
Arq. Omar Marroquin Pacheco	Examinador
Arq. Aldo Patricio Hernández Soto	Examinador
Msc. Arq. Erick Manrique López Herrera	Examinador
Msc. Arq. Publio Alcides Rodríguez Lobos	Secretario

Indice	Página
•Introducción.....	11
•Capítulo uno	13
•Marco conceptual.....	13
•Antecedentes.....	15
•Justificación.....	17
•Objetivos.....	18
•General.....	18
•Específicos.....	18
•Determinación del problema.....	19
•Delimitación del tema.....	19
•Delimitación físico urbanística.....	19
•Delimitación físico espacial.....	19
•Delimitación territorial.....	20
•Metodología.....	21
•Capítulo dos	25
•Marco teórico.....	25
•Introducción.....	27
•La movilidad.....	28
•La evolución de la ciudad y la movilidad.....	29
•La movilidad urbana.....	30
•La movilidad urbana sostenible.....	31
•Alternativas para la movilidad urbana.....	32
•El desarrollo sostenible y la movilidad.....	32
•Escenarios de la movilidad futura.....	34

•Tendencias mundiales.....	34
•Causas del cambio modal	35
•Matriz energética mundial.....	36
•Matriz energética de Guatemala.....	37
•Cambio climático.....	39
•Efectos adversos del cambio climático.....	39
•Gases efecto invernadero (GEI).....	39
•Salud.....	40
•Congestión vehicular.....	40
•Emisión de gases efecto invernadero por transporte	40
•Ruido.....	41
•Transporte público.....	41
•Principales impactos del transporte público.....	42
•Desarrollo orientado al transporte (Standard TOD, por sus siglas en inglés)	42
•Tecnologías para la reducción del consumo de energía.....	42
•Los biocarburantes.....	43
•El bioetanol.....	43
•Propulsión a gas.....	43
•El gas natural.....	44
•El vehículo híbrido.....	44
•El vehículo eléctrico.....	44
•Hidrógeno (pila de combustible).....	44
•Biomasa.....	45
•La electromovilidad.....	45
•Exclusión social y justicia social.....	47
•Consumo de espacio, fragmentación del territorio y efecto barrera.....	47
•Accesibilidad y proximidad.....	48
•Diagnóstico.....	48
•Ciudad.....	48
•Ciudad universitaria.....	48

•Campus.....	48
•Plan de movilidad urbana sostenible.....	49
•Intercambiador modal.....	50
• Capitulo tres	53
•Marco legal y jurídico.....	53
•Constitución política de la república de Guatemala.....	55
•Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático (CMNUCC). 1,992.....	55
•Protocolo de Kioto. 1,997. 1,997.....	56
•Resolución CNEE No. 171-2008, Comisión Nacional de Energía Eléctrica. 2,008.....	59
•Política nacional de cambio climático (Acuerdo gubernativo 329-2009). 2,009.....	59
•Ley contra el cambio climático, decreto 7-2013. 2,013.....	59
•Política ambiental de la universidad de san carlos. 2,014.....	59
•Capítulo cuatro	61
•Prediagnóstico.....	63
•Sistema vial del campus central.....	64
•Sistema de desplazamiento peatonal y vehicular.....	65
•Sistema de circulación sistema de transporte interno.....	65
•Sistema de estacionamientos internos para vehículos particulares.....	66
•Planta de conjunto campus central universidad de San Carlos de Guatemala	68
•Análisis del Clima.....	69
•Colindancias.....	70
•Topografía.....	71
•Estado actual de vías.....	72
•Infraestructura existente.....	73
•Áreas de posible recurrencia de accidentes.....	74
•Delimitación del campus.....	75

•Áreas de uso ubicadas en el polígono principal.....	76
•Áreas de uso ubicadas en el polígono secundario.....	77
•Sistema peatonal pavimentado existente.....	78
•Flujos peatonales.....	79
•Aceras para circulación peatonal en la circunvalación.....	80
•Áreas de caminamiento peatonal en polígono interno.....	81
•Tendencias de uso de áreas en polígono interno.....	82
•Bienes inmuebles del campus.....	83
•Espacios abiertos.....	84
•Ejes viales.....	85
•Espacio abierto monumental.....	86
•Espacio abierto articulador.....	87
•Espacio abierto de interconexión.....	88
•Nomenclatura del conjunto.....	89
•Capítulo cinco	91
•Plan de movilidad urbana sostenible campus central USAC.....	93
•Medidas del plan de movilidad urbana sostenible.....	94
•Transporte colectivo de propulsión eléctrica.....	96
•Supresión de barreras para el peatón.....	96
•Regulación de intersecciones para autobuses.....	96
•Accesibilidad universal para la movilidad en el sistema de vías vehiculares.	97
•Adecuación de paradas y vehículos de transporte publico para personas de movilidad reducida.....	97
•Estacionamientos.....	97
• Estacionamientos de disuasión y nuevas regulaciones de los estacionamientos públicos de la ciudad universitaria	97
•Integración modal.....	98
•Intercambiadores modales.....	99
•Medidas de control y ordenamiento de tráfico.....	100
•Carriles bus, plataformas reservadas y carriles para vehículos de alta ocupación....	100

•Separación de flujos.....	100
•Templado de tráfico, zona 30, etc.....	100
•Mejora de la señalización.....	101
•Mejora de intersecciones.....	101
•Escalas de acción.....	102
•Ambitos de acción.....	102
•Rutas peatonales y del transporte colectivo interno.....	103
•Areas de influencia de intercambiadores modales.....	104
•Ruta de ciclovía.....	105
•Circulación peatonal periférica.....	106
•Circulación peatonal.....	107
•Materiales para la circulación peatonal.....	108
•Áreas de amortiguamiento para la circulación peatonal.....	109
•Accesibilidad para la circulación peatonal.....	110
•Seguridad para circulación peatonal.....	111
•Seguridad para circulación peatonal.....	112
•Seguridad para circulación peatonal.....	113
•Pavimentos para la circulación peatonal.....	114
•Accesibilidad para la circulación peatonal.....	115
•Flujo de uso de parqueos.....	116
•Intercambiador modal.....	117
•Localización de intercambiadores modales.....	118
•Bus propulsado por energía eléctrica.....	119
•Acceso secuencial a estacionamientos.....	120
•Localización de intercambiadores y adecuación de entorno.....	121
•Conclusiones y recomendaciones.....	123
•Bibliografía.....	129

•Anexos.....	133
•Distribución de áreas de estacionamiento en el campus central zona 12.....	135
•Costo de operación del sistema de transporte colectivo universitario.....	136
•Propuesta USAC suministro de buses eléctricos.....	137

Introducción

En los últimos años los cambios socioeconómicos han afectado sustancialmente al transporte urbano, la movilidad en las ciudades actuales se caracteriza por patrones de movilidad dispersos, con distancias de viaje más largas y como consecuencia un continuo crecimiento del nivel de motorización. La expansión urbana incrementa las distancias físicas entre los principales usos del suelo (vivienda, trabajo, comercio y servicios públicos), esto favorece el desarrollo de estructuras urbanas dedicadas a un solo uso, y por lo tanto, aumenta la fragmentación del territorio y la dependencia del vehículo particular. La ciudad de Guatemala pasó de un modelo de ciudad denso y compacto en 1,998 con una extensión de 18,000 hectáreas, en el que los servicios eran atendidos dentro de las áreas urbanas principales, a un modelo de ciudad dormitorio en 2,010 con una extensión de 55,000 hectáreas¹, en el que las distancias entre destinos son muy superiores y donde la utilización del vehículo privado es casi imprescindible para satisfacer las necesidades.

Entre los problemas más importantes producidos por la movilidad actual podemos mencionar el incremento del consumo energético, aumento de la contaminación atmosférica, aumento del ruido, disminución de la seguridad vial, aumento de los costes por congestión (por saturación de las vías de comunicación), aumento de la exclusión social y ocupación creciente de espacios destinados a vegetación y regeneración natural.

*El desarrollo sostenible consiste en hacer compatibles crecimiento económico, cohesión social y defensa del medio ambiente; de esta forma, se garantiza una mejor calidad de vida para la población actual y futura, sin aumentar el uso de recursos naturales más allá de la capacidad de la naturaleza para proporcionarlos indefinidamente.*² La Movilidad Urbana Sostenible es un concepto relativamente reciente que nace de la preocupación por los problemas medioambientales y sociales que provoca la generalización del uso del vehículo particular como modo de transporte, se entiende por acciones de movilidad sostenible aquellas que ayudan a reducir los efectos negativos, ya sean prácticas de movilidad responsable por parte de personas sensibilizadas con estos problemas (desplazarse a pie, en bicicleta o en transporte público en lugar de en automóvil siempre que sea posible, compartir un automóvil entre varios compañeros para acudir al trabajo, etc.), desarrollo de tecnologías que amplíen las opciones de movilidad sostenible por parte de empresas o decisiones de las administraciones u otros agentes sociales para sensibilizar a la población o promover dichas prácticas. A menudo el concepto de movilidad sostenible se vincula a las nuevas tecnologías desarrolladas para el uso de vehículos como los electrónicos a batería o de cualquier otra tecnología que no use combustibles fósiles.

¹ Encuesta CIMES Enero 2011, Arquitecto Eddy Leonel Morataya, Ortiz Ciudad de Guatemala, Guatemala. http://desarrollourbanoyterritorial.duot.upc.edu/sites/default/files/Encuesta%20CIMES_Ciudad%20de%20Guatemala_Morataya_MDUT%202011.pdf

² Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala 2014.

Las políticas de movilidad sostenible se centran en reducir la congestión de las vías, ordenando, clasificando y reorientando el uso de los recursos existentes, al mismo tiempo que se reduce el consumo de combustibles fósiles contaminantes, impulsando el uso de vehículos de propulsión alternativa, es así que en los últimos años ha ido tomando auge dentro de los fabricantes tradicionales de vehículos, la iniciativa de proveer al mundo de soluciones limpias o verdes para los desplazamientos, este nuevo sistema de transporte requiere nuevas condiciones en la infraestructura, conlleva una nueva forma de planificar las vías de comunicación, más racional, más humana.

El Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala no escapa a la problemática de la saturación vehicular y a los problemas que esto acarrea, la sobrepoblación universitaria hace insuficientes las áreas de parqueo, genera contaminación en el aire y ruido, degradando la calidad de vida de los usuarios de la ciudad universitaria. El traslado dentro del campus requiere más tiempo de todos los que la visitan, por lo que se hace necesario enfrentar el problema con soluciones racionales utilizando los medios que la tecnología actual ofrece.

Un Plan de Movilidad Urbana Sostenible debe ser un instrumento de análisis y diagnóstico, una guía donde se evidencien las posibilidades de generar proyectos utilizando transporte impulsado por medios alternativos para un área específica, en este caso el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la zona 12 de la Ciudad de Guatemala. Con este plan se pretende configurar un modelo de transporte más eficiente que mejora la competitividad del sistema actual, mejora la integración social de los ciudadanos aportando una accesibilidad más universal, incrementando la calidad de vida de los ciudadanos sin comprometer las condiciones de salud de la población y aportar más seguridad en los desplazamientos.

La construcción de la ciudad universitaria zona 12, la más grande del país, data de la década de 1,960; Las condiciones sociales han cambiado mucho en estos años y se debe proveer a esta casa de estudios de nuevos medios de transporte que la hagan eficiente, que brinden a sus usuarios las facilidades necesarias para cumplir con sus funciones dentro de la academia. Se está en un momento adecuado para lograr integrarlas tecnologías de las que se dispone en la actualidad para lograr mejorar la calidad de vida de todos los usuarios del campus central de la universidad de San Carlos de Guatemala.



Capítulo uno Marco conceptual

Antecedentes

El campus central de la Universidad de San Carlos de la zona 12 o Ciudad Universitaria como se le conoció desde su concepción, responde a un diseño basado en la llamada Planificación No. 5 que data de los periodos rectorales de Lic. Edmundo Martínez y del Ing. Roberto Valdeavellano (1,966- 1,974,) que plantea una respuesta arquitectónica a una estructura académica orientada a la investigación y extensión, y que utiliza los conceptos de flexibilidad, versatilidad, crecimiento, humanización y la separación entre las vías peatonales y vehiculares, en este mismo período y bajo estos conceptos se construye la mayor parte de infraestructura que existe en la actualidad, incluyendo las vías de acceso vehicular y áreas de parqueos. Es importante mencionar que dentro de las políticas de este proyecto se incluía un sistema de transporte interno y aunque este último fue implementado hasta el año 2,009 el concepto ya estaba previsto en el diseño de funcionamiento original, también estaba previsto poner en funcionamiento un sistema de transporte para la población universitaria que partiendo del “Trébol” recorrería la calzada Raúl Aguilar Batres hasta llegar al campus y que regresara por la avenida Petapa nuevamente al Trébol, cumpliendo éste las funciones de Central de Transbordo o Transferencia (CDT).

La capacidad de diseño prevista originalmente fue para un mínimo de 25,000 y un máximo de 35,000 estudiantes, en un área de 71 ½ manzanas de terreno con una circunvalación vehicular que diera acceso periférico a las diferentes áreas que comprendería el campus, estas son Ciencias Sociales y Humanidades, Ciencias de la Salud, Área Tecnológica y Área Central Administrativa y de Servicios, de la llamada Planificación No. 4 se mantuvo la idea del periférico universitario, en esta se menciona la creación de parqueos externos al campus de manera que en el interior la movilidad fuera básicamente peatonal, esto se fue dando espontáneamente conforme las necesidades se fueron presentando desde la creación del campus hasta la actualidad, como actividad económica paralela de la iniciativa privada, que ofrece ciertas áreas de parqueo de vehículos en la periferias del campus, sobre todo en el ingreso por el anillo periférico de la ciudad de Guatemala, sin embargo éstas nunca se desarrollaron plenamente y siempre resultaron insuficientes.

Aproximadamente 23,000 vehículos ingresan a la Ciudad Universitaria diariamente y se cuenta con 5,000³ espacios en los parqueos internos y si bien esta comparación podría verse como razonable la concentración de estudiantes en horarios de la tarde y noche es mayor, aproximadamente el 70% del total de estudiantes, por lo que la capacidad de parqueo es superada con creces. Se estima que el 85% de los estudiantes acceden a la ciudad universitaria mediante el transporte público y un 15% lo hacen en vehículo particular y que buscan parquear lo más cerca a sus unidades académicas, esto genera una densificación excesiva y déficit de parqueos en diferentes horarios y en diferentes áreas, el departamento de Registro y Estadística reporta 119,528 estudiantes inscritos en el campus central para el año 2,014, casi un 50% más que los inscritos en el año 2,000⁴, es decir que cerca de 20,000 estudiantes acceden en

³ Sección de estacionamientos, Usac. Ingeniero Harry Ochaeta.

⁴ Inscritos Totales 1,947-2,014, Departamento de Registro y Estadística, Usac.

vehículo particular todos los días y más de 100,000 lo hacen en transportes colectivos⁵, a la población estudiantil debe sumarse 2,400 trabajadores administrativos y 5,878 docentes al años 2,015⁶.

En el marco de la problemática que significa a nivel mundial la movilidad de las personas, que cada vez más están concentradas en los centros urbanos se ha ido desarrollando la teoría del uso consiente y racional de los diferentes medios de transporte y de las vías existentes, así como nuevas tecnologías que aplicadas dentro de un sistema organizado provee a los usuarios de medios más eficientes de movilidad y que se traducen en una mejor calidad de vida. La Movilidad Urbana Sostenible es un concepto utilizado desde el siglo pasado en países como España, Francia, Bélgica, Reino Unido, Alemania y Estados Unidos entre otros países, utilizando la propulsión alternativa para mover todo tipo de vehículos de transporte, desde bicicletas y autos particulares hasta buses, teleféricos y trenes de gran tamaño, la utilización de estos medios a representado un avance significativo en ahorro de recursos, calidad ambiental y por lo tanto en la calidad de vida de los usuarios. En España por ejemplo, desde el año 2,009 se han tomado en serio la movilidad sostenible y es así como “El Consejo de Ministros, con fecha de 30 de abril de 2009, aprobó la Estrategia Española de Movilidad Sostenible (EEMS). Esta estrategia surge como marco de referencia nacional que integra los principios y herramientas de coordinación para orientar y dar coherencia a las políticas sectoriales que facilitan una movilidad sostenible y baja en carbono. La movilidad sostenible implica garantizar que nuestros sistemas de transporte respondan a las necesidades económicas, sociales y ambientales, reduciendo al mínimo sus repercusiones negativas.”⁷ Lo anterior muestra la tendencia a nivel mundial por reducir hasta donde sea posible los efectos negativos de la movilidad tradicional en las ciudades y centros urbanos.

Por su parte la Universidad de San Carlos dentro su Política Ambiental aprobada el 30 de julio del año 2,014 dentro de sus objetivos generales plantea Construir en la comunidad universitaria una cultura ambiental sostenible, por medio de estrategias coherentes, programas y proyectos integrados e integrales de fortalecimiento del desarrollo sostenible en las áreas de investigación, docencia, extensión y administración, con el fin de conservar y mejorar las condiciones ambientales en los espacios universitarios, desarrollando campus ambientalmente sanos y seguros para una comunidad comprometida con el ambiente; yendo más lejos también dice en uno de sus objetivos específicos Fortalecer la planificación universitaria para articular el desarrollo de planes, programas y proyectos destinados a alcanzar los objetivos generales. y Promover el uso eficiente de los recursos naturales, fomentando la reducción, reutilización y reciclaje para convertir a la USAC en un referente.⁸ Dentro de las políticas específicas que se establecen como parte del inciso 5. Territorio e

⁵ UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE ARQUITECTURA TESIS DE GRADO HUMBERTO FIGUEROA GALVEZ

⁶ Dirección General de Planificación, Usac, Arquitecto Omar Marroquin Pacheco, 2,015.

⁷ Plan Estratégico USAC – 2022. USAC 2005

⁸ Referencia en Planes Maestros Elaborados para Ciudades de Latinoamérica.

Infraestructura aparece la 5.5.5 Eficiencia en el manejo del entorno, vialidad y transporte en todos los campos universitarios.⁹

La Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Coordinadora General de Planificación bajo el mandato del Plan Estratégico USAC 2022 aprobado por el Consejo Superior Universitario, busca la modernización de los servicios y la satisfacción de las necesidades que representa el crecimiento constante de la población que hace uso del campus central de la universidad, mediante la tecnología con la que ya se cuenta en el país, la utilización racional de los recursos para la satisfacción de las necesidades de la población que atiende.

La movilidad urbana es un problema que no se ha dejado de tratar por las autoridades universitarias, en el año 2,009 se puso en funcionamiento la Sección de Transporte Colectivo Universitario (TCU) dentro de un sistema de recorridos constantes y controlados por el periférico universitario, el cual gracias a un manejo muy eficiente de recursos arroja resultados sorprendentes, pues ha ido creciendo sostenidamente dando un servicio a la comunidad universitaria transportando desde sus inicios hasta el año 2,014 a seis millones setecientos cuarenta y siete mil cuatrocientos cuarenta y tres (6,747,443) personas dentro del campus central y a noventa y seis mil novecientos setenta y seis (96,976) pasajeros hacia el Centro Metropolitano Universitario y viceversa¹⁰.

Justificación

Hoy en día la saturación en las vías de comunicación de la Ciudad de Guatemala ha llegado a niveles que están impactando negativamente la vida de sus habitantes y visitantes, el campus central de la Universidad de San Carlos como el centro de educación superior más grande de la ciudad no escapa a este fenómeno y la sobrepoblación vehicular ya no encuentra espacio para circular debidamente, los niveles de contaminación por monóxido de carbono pueden llegar a afectar la salud de la población universitaria, las áreas para circulación peatonal se han venido restringiendo dada la presión que las vías y áreas de estacionamiento de vehículos motorizados han ejercido hasta robar casi por completo la convivencia pacífica entre el ser humano y los espacios destinados para él. La magnitud del problema sigue creciendo dado que cada día más personas utilizan vehículos motorizados para desplazarse dentro y fuera del campus, afectando cada vez más la convivencia, la salud y movilidad de todos.

El área que ocupa el campus central de la universidad dada su ubicación geográfica dentro de la ciudad de Guatemala y su extensión, es naturalmente utilizada por la ciudadanía en general, como punto de enlace para acceder a otras zonas, incrementando así el volumen de vehículos y personas dentro del área. Esto genera gran cantidad de contaminación auditiva y del aire, causado por personas ajenas a la

⁹ Guía Práctica para la Elaboración e Implantación de Planes de Movilidad Sostenible. IDEA-Gobierno de España

¹⁰ Sección de transporte colectivo, Usac, Informe de Resultados 2,015.

universidad afectando la libre circulación, la capacidad del soporte se ha sobrepasado deteriorando la calidad de vida.

El costo de mantener un transporte para los peatones dentro del campus es una carga no solo económica sino que suma vehículos a la red vial interna, que a su vez aportan monóxido de carbono y ruidos al medio ambiente. Con esto se entiende que todos los esfuerzos que se hagan de forma tradicional por dar un mejor servicio a los habitantes redundará en el deterioro del medio ambiente y el incremento del costo por traslados.

Cada vez se hace más difícil acceder al campus de la zona 12, los usuarios invierten cada día más tiempo en llegar a sus destinos finales dentro del campus. Aunado al tiempo en acceso vehicular se debe considerar el tiempo para hacer los recorridos a pie hacia cada una de las unidades académicas y diferentes dependencias de la universidad.

Ante esta situación es necesario plantear una restauración de la movilidad dentro del campus y sus conexiones con las vías que la enlazan con el resto de la ciudad, mediante nuevos sistemas de transporte menos contaminantes, que le devuelvan al peatón las áreas que le corresponden de manera que tanto los accesos como la circulación interna sean amigables, que se cuente con un sistema de movilidad que ofrezca a todos un medio de traslado adecuado para cada necesidad, recuperando las áreas libres de contaminación y minimizando el costo de movilización de las personas para moverse dentro y fuera de la universidad.

El plan de movilidad urbana sostenible para el campus central de Universidad de San Carlos, propondrá políticas y proyectos que serán la base para el desarrollo de un sistema de movilidad para los habitantes y usuarios que cada día son más y necesitan de una mayor y mejor atención.

Objetivos

General

Elaborar un Plan de Movilidad Urbana Sostenible que responda a las necesidades identificadas en el estudio de prefactibilidad, que defina las políticas de accesibilidad y de movilidad dentro del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala y que sea la base sobre la que sustenten las decisiones respecto a la implementación de proyectos futuros.

Específicos

- A. Dar un diagnóstico actualizado del problema de saturación vial y las dificultades de movilidad que esta genera dentro del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- B. Elaborar un documento de consulta que sirva de apoyo para la realización de proyectos de infraestructura enfocada a la movilidad sostenible dentro del campus.
- C. Definir en forma clara y precisa la necesidad de la Universidad de San Carlos de Guatemala de contar con un plan para el desarrollo de infraestructura que permita la movilidad sostenible mediante el uso de medios de transporte amigables con el medio ambiente y de manera sostenible para brindar apoyo a la comunidad estudiantil y comunidad en general.
- D. Fortalecer los programas de Investigación y Desarrollo de proyectos relacionados con la movilidad urbana sostenible como parte importante de la Movilidad Social.
- E. Identificar áreas y rutas para la implementación de vías y centros de transbordo articulado con los sistemas de transporte de la ciudad de Guatemala y el Campus Central de la Universidad de San Carlos.

Determinación del Problema

Definición

El presente trabajo de tesis contempla la preparación del Plan de Movilidad Urbana Sostenible para el campus central de Universidad de San Carlos en la zona 12 de la Ciudad de Guatemala, en el cual se hará el diagnóstico de la situación actual y se propondrán las políticas necesarias, ubicación de rutas, equipos de transporte y ubicación de centrales de transbordo.

Este trabajo forma parte de los mandatos de la línea estratégica A.2.2. del Plan Estratégico USAC 2022 aprobado por el Consejo Superior Universitario en el punto cuatro del Acta No. 28-2003, por lo que forma parte de la Agenda de la Coordinadora General de Planificación.

Delimitación del tema

•Delimitación físico urbanística

La propuesta urbanística se concretará al estudio del área que comprende el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala zona 12 y sus conexiones con sus vías de acceso. Dando respuesta a la necesidad planteada por la Coordinadora General de Planificación y a los resultados de la investigación en relación a la movilidad urbana sostenible.

•Delimitación físico espacial

La propuesta de anteproyecto se hará en base a las necesidades planteadas y los objetivos general y específicos expresados en este capítulo en la pagina 17. Y estará



Figura 2 Delimitación Territorial Campus Central Usac
Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth <https://www.google.com/intl/es/earth/download/gep/agree.html>

ubicada dentro del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Pero se harán los estudios correspondientes para establecer la mejor ubicación y elección de las áreas a utilizar tomando en cuenta características físicas del terreno como la topografía, accesibilidad etc.

•Delimitación territorial

Se delimita territorialmente en ciudad de Guatemala, dentro del departamento de Guatemala; Ciudad universitaria campus central zona 12. Que posee una localización estratégica con facilidad de acceso por dos importantes vías, ya sea por la Avenida Petapa ó por El Anillo Periférico.

Metodología

El presente proyecto de graduación se enfoca desde el concepto “Ex Post Facto” del tipo Descriptivo, el cual estudia situaciones recientes o actuales; no plantea hipótesis alguna, sino que plantea objetivos, su utilidad está en la posibilidad de generar conocimientos y propuestas, para lo cual se seguirán los siguientes pasos.

•Identificación del problema:

Este fue identificado por la Coordinadora General de Planificación de la Universidad de San Carlos, en su iniciativa para la provisión de proyectos para el mejoramiento de los servicios e instalaciones del Campus Universitario de la Zona 12 de la Ciudad de Guatemala. Esta iniciativa aglutina a otros investigadores quienes por su parte enfocan su trabajo en un problema diferente dentro del Campus Central.

•Formulación de objetivos:

En esta investigación se formularán objetivos, no se plantea hipótesis ya que la investigación es de carácter técnico y con la posibilidad de generar conocimiento (un anteproyecto urbano particular) en demanda de una hipótesis emergente como respuesta al problema planteado.

•Referente teórico:

Significa asimilar el bagaje conceptual y teórico elaborado al respecto del tema reenfocado para los fines específicos del caso de estudio. En esta etapa se realiza la investigación bibliográfica que sienta las bases para desarrollar el tema en estudio de la siguiente manera:

- Conceptualización del tema de estudio.
- Legislación vigente sobre el tema.
- Localización regional y municipal.
- Características físicas, socioculturales y económicas del área de estudio.

•Trabajo de campo:

Reconocimiento visual de las características viales, mobiliario urbano, espacios para estacionamiento y circulación peatonal del Campus Universitario de la zona 12.

- Identificación de ejes de circulación vehicular.
- Identificación de ejes de circulación peatonal.
- Identificación de áreas para posible intervención.
- Elaboración de planos del campus e identificación de conflictos de circulación y movilidad.

•Análisis de la información:

El análisis de la información obtenida plantea una alternativa de solución al proyecto específico, valiéndose de los siguientes elementos.

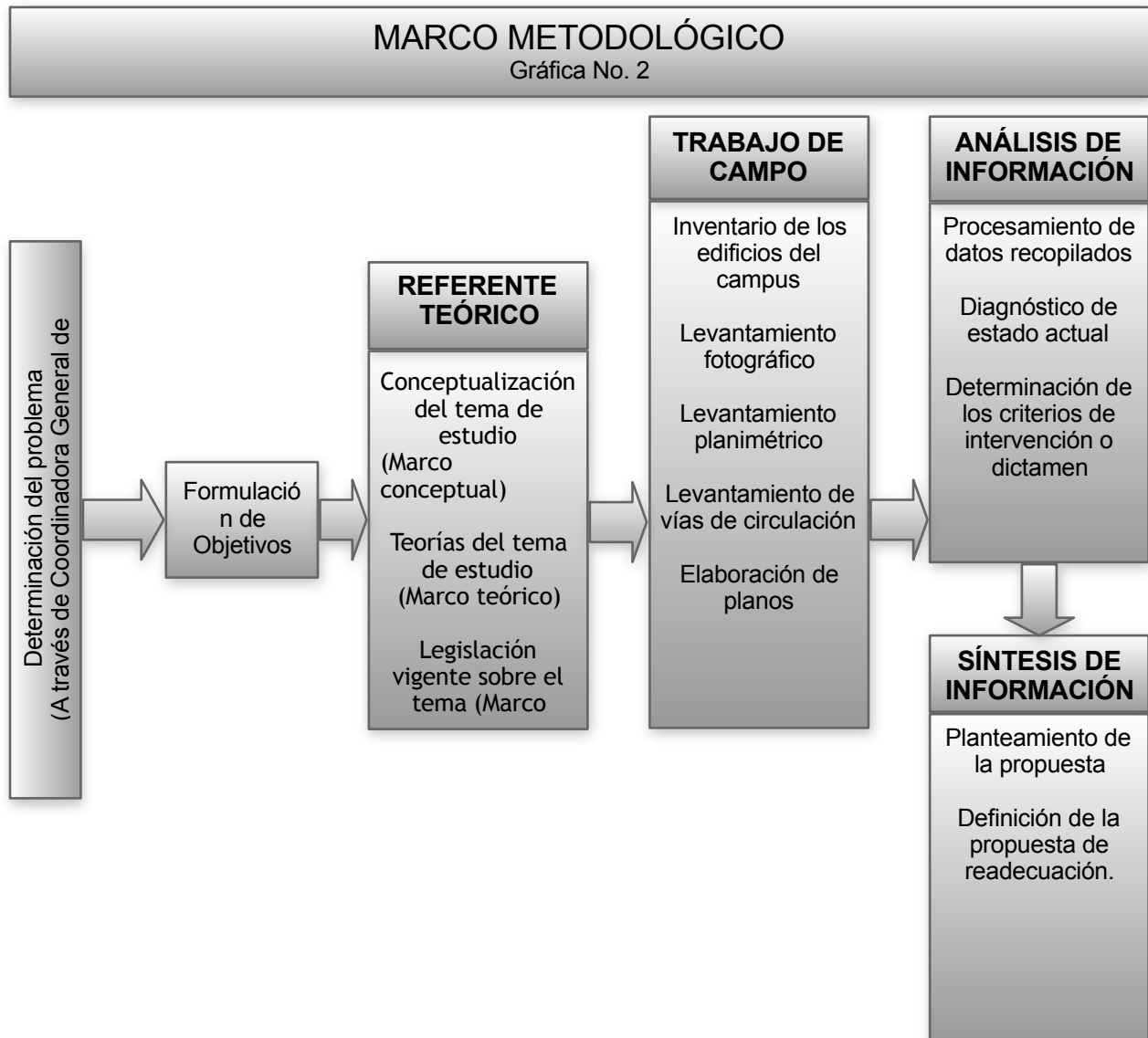
- Procesamiento de datos recopilados.
- Diagnóstico del estado actual de área de estudio.
- Determinación de los criterios de intervención o dictamen.

•Síntesis de la información:

Con el trabajo de campo se obtendrá como resultado los planos del estado actual del campus; se procederá a determinar las áreas de intervención para proponer una plan de movilidad urbana sostenible, basada en las técnicas y casos análogos, generando una serie de medidas que mejorarían la movilidad dentro del campus.

Se iniciará con la investigación de la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de los mandatos de la línea estratégica A.2.2. Del Plan Estratégico USAC 2022 aprobado por el Consejo Superior Universitario. La cooperación entre la Universidad y las distintas instituciones que intervienen en el transporte de personas dentro de la ciudad de Guatemala. Apegándose y tomando como guía la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos aprobada en el año 2014.

Los avances en materia de movilidad sostenible como base de la electromovilidad y las aplicaciones que este concepto ha tenido en América y Europa. También se hará una investigación de las expectativas que tienen los diferentes sectores sociales e institucionales respecto a la implementación de un sistema novedoso de transporte dentro el campus de la universidad y de los lineamientos del Plan Estratégico USAC 2022, relacionados con el desarrollo de este tipo de infraestructuras de acuerdo al potencial productivo y de beneficio educativo, social y cultural.





Capítulo dos Marco teórico

Introducción

El concepto de proximidad se encuentra presente en la mayor parte de los nuevos proyectos urbanos. Las nuevas formas de entender la ciudad, se estructuran alrededor de principios como la sostenibilidad, la economía y el retorno a los valores urbanos. Dentro de este nuevo debate académico, la proximidad aparece como elemento transversal, presente en buena parte de los argumentos como elemento clave para avanzar hacia modelos urbanos crecientemente sostenibles, tanto en su concepción ambiental, como económica y social. Esta tendencia remarca el papel de la cercanía entre la vivienda, el empleo y los servicios urbanos en la reducción de kilómetros viajados en vehículos motorizados, y en el aumento de accesibilidad para la movilidad cotidiana de la población.

En el aspecto ambiental, los resultados específicos de tener un modelo urbano más compacto, son la reducción del número de kilómetros viajados por persona, un menor consumo de energía del sector transporte y una menor contaminación. Al mismo tiempo que se disminuye la congestión vehicular, a través del estímulo del uso de los medios de transporte colectivo y no motorizados.

Etiquetar los desplazamientos breves a pie como viajes de proximidad, subraya los beneficios de este tipo específico de trayecto, en relación con algunos de los principales objetivos de la sostenibilidad tanto en su vector social como ambiental. En resumen, un entorno urbano que alberga un alto porcentaje de viajes breves a pie constituye, en última instancia, la definición más clara de una forma urbana sostenible.

Pero tal y como se ha demostrado en los últimos años, las formas de movilidad, y dentro de ellas, los viajes de proximidad, no están determinados completamente por el entorno urbano, pues las características socioeconómicas y demográficas de las personas también juegan un papel importante.

La movilidad

“Por movilidad se entiende el conjunto de desplazamientos de personas y mercancías, que se producen en un entorno físico. Cuando hablamos de movilidad urbana nos referimos a la totalidad de desplazamientos que se realizan en la ciudad.

Estos desplazamientos pueden ser realizados en diferentes medios o sistemas de transporte: automóvil particular, transporte público, pero también caminando y en bicicleta, todos con el objetivo de salvar la distancia que separa a las personas de los lugares donde satisfacer sus deseos o necesidades. Es decir que la movilidad tiene como fin, facilitar la accesibilidad a determinados lugares.

Por lo tanto, la accesibilidad es el objetivo que a través de los medios de transporte persigue la movilidad.

La accesibilidad así entendida no sólo se facilita o consigue mediante el transporte. Hay otros factores, cómo la distribución de los servicios o el desarrollo urbano, que influyen poderosamente sobre ella.

Si el objetivo que quiere garantizarse es el de disponer de accesibilidad a los bienes o servicios, no vale simplemente con ofrecer muchos medios de transporte que alcancen distancias cada vez mayores. Hay que cuestionarse también el espacio físico en el que se desenvuelven los habitantes, sus deseos y necesidades.

Es fundamental ampliar el ámbito de acción y reflexión del transporte al desarrollo urbanístico, a la prestación de servicios y al modelo de ciudad.”¹¹

“La movilidad ocupa un papel central en la sociedad, en tanto que permite la comunicación, la actividad económica, la integración de los espacios y las actividades; es una necesidad de todas las personas para poder acceder a los bienes y servicios básicos que hacen posible una vida digna. Al reconocerla como un derecho humano autónomo, genera compromisos y obligaciones del Estado, por lo que las políticas de movilidad bajo un enfoque de derechos humanos deben ir dirigidas a cumplir con estas obligaciones. Disponibilidad, accesibilidad y calidad como los componentes del derecho, engloba los contenidos e indicadores necesarios para este cumplimiento. Es imprescindible ajustar los criterios de evaluación de políticas a estas obligaciones públicas.”¹²

¹¹ Monzón, Cascajo, Madrigal y López, A.Monzón, R. Cascajo, E. Madrigal y C. López, TRANSyT, Centro de Investigación del Transporte de la Universidad Politécnica de Madrid, “PMUS: Guía práctica para la elaboración e implantación de planes de movilidad urbana sostenible”, IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, C/ Madera, 8, E-28004-Madrid, comunicacion@idae.es, www.idae.es

¹² Hacia una estrategia integral de movilidad urbana, ITDP, 2,014, México, Bernado Baranda Sepúlveda, Jorge Cañez Fernández, Javier Garduño Arredondo, Salvador Media Ramírez, Mariana Orozco Camacho, Xtabai Padilla Rodríguez, Xavier Treviño Theesz, Jimena Veloz Rosas,

La evolución de la ciudad y la movilidad

Los problemas de movilidad que actualmente presentan la mayoría de nuestras ciudades son la consecuencia progresivamente agravada de dos procesos que se han ido solapando en el tiempo.

El consumo de suelo urbano destinado para el transporte, consume suelo que podría destinarse a otras actividades, que se ven obligadas a trasladarse a distancias mas lejanas, esto a su vez provoca que deba destinarse más suelo a transporte dado las distancia que se recorrerá para acceder a los servicios, esto genera un circulo vicioso expansivo.

El segundo proceso es la especialización de los usos del suelo, este se refiere la tendencia de que cada vez más espacios, sirven para un único tipo de servicio u actividad: oficinas, vivienda, universidad, centros comerciales. De esta forma se hace cada vez más necesario el tener que desplazarse y menos actividades quedan cerca unas de otras.

Pero la responsabilidad de esta evolución no descansa por igual entre los diferentes medios de transporte. El gran culpable de esta situación ha sido la utilización cada vez más generalizada del automóvil particular, mientras todas las políticas urbanas y de transporte han estado orientadas a favorecer y fomentar su uso, el resto de medios han ido quedando relegados, adaptándose e intentando sobrevivir en un entorno creado casi exclusivamente para el automóvil.

Las consecuencias del uso del automóvil sobre la ciudad se comparan a los de una bomba lenta: *“una bomba cuya onda expansiva tuviera la virtud de trasladar edificios y actividades a varios kilómetros a la redonda, y cuyo principal efecto en el interior fuera el de destruir la propia esencia de las urbes: la convivencia y la comunicación entre los seres humanos”*.¹³

El resultado ha sido un incremento espectacular de las distancias cubiertas cada día por los ciudadanos: sólo en los últimos 30 años se han duplicado, y se ha producido una fuerte expansión metropolitana al margen en la mayoría de los casos de la evolución demográfica, dando lugar a lo que se conoce como **ciudad difusa**.

En estas ciudades debido a que el transporte público resulta menos atractivo y competitivo, el automóvil particular se convierte en la única alternativa. La ciudad difusa no solo resulta más cara y consume mucha más energía, sino que también margina a aquellas personas que no conducen, porque no pueden o no quieren tener un automóvil.

¹³ El Concepto de la Movilidad Sostenible
Actuaciones para la Sostenibilidad
Jornada sobre eficiencia energética en movilidad y el transporte
Carmen Mataix, Alba Ingenieros Consultores, S.L.
Madrid, 5 de febrero de 2,014.

La movilidad urbana

La movilidad urbana se refiere a los distintos desplazamientos que se generan dentro de las ciudades a través de las redes de conexiones locales, esto incluye los distintos tipos de transporte colectivo, vehículos particulares motorizados, vehículos no motorizados y movimientos peatonales; así como toda la red de calles, ciclo vías, banquetas, caminamientos peatonales, centrales de transferencia, estacionamientos y la conectividad e interacción de estos factores con los usuarios.

El concepto de "movilidad urbana" y la respuesta eficiente a ella, ha significado un importante crecimiento económico en diversas ciudades que han sabido visualizar sus ventajas. La movilidad urbana es entonces un factor determinante tanto para la productividad económica de la ciudad como para la calidad de vida de sus ciudadanos y el acceso a servicios básicos de salud y educación.

La coordinación entre la planificación del uso de suelo, la inversión en vialidad y los sistemas de transporte es fundamental para lograr el desarrollo equilibrado de una ciudad o zona urbana. En tal sentido, la relación entre las redes de conexión urbana y el planeamiento espacial va más allá de la relación físico espacial, ya que el desarrollo de la conectividad en la ciudad tiene influencia tanto en las relaciones socio-económicas como en las relaciones socio-culturales en espacio y tiempo. En la actualidad, la conectividad de redes resulta imprescindible para entender la ciudad contemporánea y para lograr su desarrollo económico y social, sin dejar de lado las interconexiones entre zonas o regiones que representan un importante aporte vehicular o de personas no pertenecientes al centro urbano en cuestión, es decir que forman parte del parque vehicular también y por lo tanto deben ser tomados en cuenta al momento de plantear soluciones.

La solución a los problemas de movilidad urbana, está muy relacionada con el cambio de uso a medios de transporte más sostenibles, pero no es suficiente sólo la promoción y mejora de estos medios, se hace necesario además, aplicar medidas de contención y restricción en el uso del automóvil particular, facilitando el acceso e inclusión de todos los habitantes de una ciudad a una cultura nueva de movilidad.

“Una política urbana adecuada apoyada por un sistema de transporte público eficaz produce no sólo una mejor calidad de vida, cuidado del medio ambiente y crecimiento económico, sino fundamentalmente una sociedad que tiene más oportunidades dentro de su ciudad, en términos de recreación y trabajo, por ejemplo.”¹⁴

14 MOVILIDAD URBANA : EN CAMINO A SISTEMAS DE TRANSPORTE COLECTIVO INTEGRADOS

Margarita Jans B.

Arquitecto MSc en Renovación y Rediseño de Áreas Urbanas

Technische Universiteit van Den, Holanda.

Profesora Titular Urbanismo II - Escuela de Arquitectura y Diseño,
Universidad Finis Terrae.

Curso "Asimetrías urbanas", Universidad Finis Terrae.

El futuro de América Latina es urbano y el sistema de transporte público se convierte en un elemento definitorio de las dinámicas de desarrollo en las ciudades.

En la actualidad la agenda social latinoamericana es en esencia una agenda de desarrollo urbano. Casi el 80% de la población de la región vive en centros urbanos y se llegará a cerca del 90% en las próximas décadas. Por ello, los esfuerzos para afrontar una mayor inclusión social y luchar contra la pobreza se concentran en atender las poblaciones residentes en las grandes ciudades.

La movilidad urbana es entonces un factor determinante tanto para la productividad económica de la ciudad como para la calidad de vida de sus ciudadanos y el acceso a servicios básicos de salud y educación.

El documento Observatorio de Movilidad Urbana para América Latina concluye que los sistemas de transporte urbano masivo en la región se han convertido en oportunidades para lograr avances importantes en la inclusión de los ciudadanos que habitan en las ciudades.

Pero la gestión del desarrollo urbano es una tarea compleja que involucra múltiples niveles de gobierno, así como diversas instituciones públicas y privadas. Para lograr resultados óptimos en esta materia, los expertos sugieren:

- Establecer una sinergia entre el transporte, la accesibilidad, la movilidad y la gestión urbana.
- Promover el intercambio de información y buenas prácticas entre sistemas de transporte y sus ciudades.
- Establecer redes de cooperación regionales, entre profesionales, autoridades, asociaciones y usuarios.

En este sentido se creó el Observatorio de Movilidad Urbana (OMU) de América Latina, una herramienta cuyo propósito es suministrar información relevante de los sistemas de transporte público de las ciudades en 11 países de la región: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela.

Movilidad urbana sostenible

Es la movilidad urbana que satisface al mismo tiempo, la accesibilidad con costos razonables y que, minimiza los efectos negativos sobre el entorno y la calidad de vida de las personas.

El concepto de movilidad urbana sostenible aparece como respuesta a los impactos sociales, económicos y ambientales derivados del uso intensivo de los vehículos particulares motorizados, este resulta ser el medio de transporte que más suelo ocupa, más combustible consume y más impactos externos genera. Sin embargo hoy

en día para la mayoría de usuarios de los sistemas de movilidad urbana sigue siendo el ideal para su movilidad personal por encima del resto de medios de transporte.

“La teoría de la movilidad urbana sostenible indica que el desarrollo de sistemas de transporte urbano sostenible requiere un salto conceptual y cultural. El objetivo del “transporte” y de la “movilidad” es acceder a los destinos, las actividades, los servicios y los productos. Por lo tanto, el acceso es la finalidad última del transporte.”¹⁵

En consecuencia, la planificación y el diseño urbano deben centrarse en cómo acercar a las personas a los lugares, creando ciudades que se centren en la accesibilidad en lugar de simplemente aumentar la longitud de la infraestructura de transporte urbano o incrementar la circulación de personas o mercancías.

La forma urbana y la funcionalidad de la ciudad son un aspecto importante que pone en relieve la importancia de la planificación integrada del uso del suelo y del transporte, donde las políticas de movilidad sostenible que sean llevadas a cabo por las administraciones públicas se deben centran en reducir la congestión de las vías, al mismo tiempo que se reduce el consumo de combustibles fósiles contaminantes impulsando el uso de vehículos de propulsión alternativa.

Alternativas para la movilidad urbana

El reto de la movilidad urbana es cada vez más grande en todo el mundo. Países desarrollados y en vías de desarrollo han implementado alternativas que pueden ser aplicadas en el resto del mundo en un futuro, tales como cobro por circular y prioridad a movilidad colectiva y no motorizada.

Se debe tener en cuenta que al combinar medidas se definen las estrategias, y que con una adecuada combinación de las medidas puede potenciarse considerablemente los efectos derivados de su implantación. Por tanto, es importante definir la adecuada combinación de medidas que permita desarrollar una estrategia óptima, tanto por su efectividad, como por la reducción de costos y la aceptación social.

El desarrollo sostenible y la movilidad

El término sostenibilidad, o desarrollo sostenible, se empieza a escuchar a partir de la década de 1,970, cuando la Comunidad Europea y otros organismos supranacionales comienzan a mostrar una clara preocupación por los problemas medioambientales, la cohesión económica y social, y el desarrollo regional, que ya empezaban a constituir una amenaza para la sociedad. El desarrollo sostenible, según **El Informe**

¹⁵ El Concepto de la Movilidad Sostenible
Actuaciones para la Sostenibilidad
Jornada sobre eficiencia energética en movilidad y el transporte
Carmen Mataix, Alba Ingenieros Consultores, S.L.
Madrid, 5 de febrero de 2,014.

Brundtland¹⁶ de 1,987 para la ONU, se define como *“el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”*.

Según el Consejo de Transportes de la Unión Europea un sistema transporte sostenible es el que:

- Permite responder a las necesidades básicas de acceso y desarrollo de individuos, empresas y sociedades, con seguridad y de manera compatible con la salud humana y el medioambiente, y fomenta la igualdad dentro de cada generación y entre generaciones sucesivas;
- Resulta accesible, opera equitativamente y con eficacia, ofrece una elección de modos de transporte y apoya una economía competitiva, así como el desarrollo regional equilibrado;
- Limita las emisiones y los residuos dentro de la capacidad del planeta para absorberlos, usa energías renovables al ritmo de generación y utiliza energías no renovables a las tasas de desarrollo de sustitutos de energías renovables mientras se minimiza el impacto sobre el uso del suelo y la generación de ruidos.

El desarrollo sostenible consiste en hacer compatibles **crecimiento económico, cohesión social y defensa del medio ambiente**; de esta forma, se garantiza una mejor calidad de vida para la población actual y futura, sin aumentar el uso de recursos naturales más allá de la capacidad de la naturaleza para proporcionarlos

indefinidamente. El transporte urbano produce impactos adversos sobre este equilibrio, afectando al medio ambiente, a la salud y a la seguridad de los ciudadanos, a la economía, a la sociedad y, en general, a la calidad de vida de la población que vive y trabaja en las ciudades.

Auditorías ambientales en países europeos han puesto de manifiesto que la movilidad es una de las principales causas de insostenibilidad, al provocar una serie de impactos negativos. Esta situación se debe a políticas erróneas adoptadas en el pasado que

¹⁶ **(Informe Brundtland.** Es un informe que enfrenta y contrasta la postura de desarrollo económico actual junto con el de sostenibilidad ambiental, realizado por la ex-primer ministro de Noruega Gro Harlem Brundtland, con el propósito de analizar, criticar y replantear las políticas de desarrollo económico globalizador, reconociendo que el actual avance social se está llevando a cabo a un costo medioambiental alto. El informe fue elaborado por distintas naciones en 1987 para la ONU, por una comisión encabezada por la doctora [Gro Harlem Brundtland](#), entonces primera ministra de Noruega. Originalmente, se llamó Nuestro Futuro Común (Our Common Future, en inglés). En este informe, se utilizó por primera vez el término [desarrollo sostenible](#) (o desarrollo sustentable), definido como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Implica un cambio muy importante en cuanto a la idea de sustentabilidad, principalmente ecológica, y a un marco que da también énfasis al contexto económico y social del desarrollo.)

propiciaban políticas territoriales y desarrollos urbanísticos sin considerar sus impactos en términos de movilidad y medio ambiente.

Escenarios de la movilidad futura

Tendencias mundiales

•Tendencia 1

El modo de vida. Las personas exigen un medio ambiente sano y un trato responsable con la naturaleza. No debe pensarse que los problemas en otras partes del mundo no nos incumben. Las emisiones y los problemas de salud por ejemplo en Manila o Shanghái no son problemas locales, reducidos a esos lugares. Para mí está perfectamente claro que la interrelación económica del mundo y la obligación moral de las naciones industriales son las dos caras de una misma moneda.

•Tendencia 2

Los recursos fósiles son finitos pero la población mundial crece: de actualmente aprox. 7,000 millones de seres a más de 9,000 millones para el año 2,050. Esto significa que se debe ahorrar energía y al mismo tiempo explotar fuentes energéticas lo más neutras de CO2 posibles.

•Tendencia 3

El éxodo del pueblo a la ciudad provoca una urbanización a escala inimaginable.

Ya hoy día viven más personas en las ciudades que en el campo y esta tendencia no amaina. Para el año 2,050 tres de cada cuatro personas vivirán en las ciudades y provocarán con ello un auge de las mega-metrópolis con más de 10, 20 o incluso 30 millones de habitantes.

El crecimiento de la población aumenta al mismo tiempo la motorización. La cifra de automóviles casi se va a triplicar en las próximas décadas. De actualmente 700 millones a un mínimo de 2,000 millones. Y todos estos vehículos no están distribuidos homogéneamente por el mundo. Todo lo contrario, se concentran en una superficie reducida, atascan los cascos urbanos y roban el aire para respirar a la población urbana.

Los vehículos se mueven por la ciudad a una velocidad media de 24 km/h, porque está repleta. Cualquier ciclista medianamente entrenado va a la misma velocidad. En este momento se está en el umbral de un cambio fundamental. Pues no se trata de cambiar simplemente el motor de combustión por uno accionado por electricidad.

Se debe pensar en un plan maestro de movilidad que enlace de manera interdisciplinar las numerosas y versátiles exigencias futuras con las soluciones ya conocidas.

Este plan confía a largo plazo en la electromovilidad y tiene en cuenta al mismo tiempo la transición a la nueva era de la movilidad.

Y esto no es sencillamente una competencia técnica sino ante todo una lucha social. Pues no deben excluirse más clima y movilidad.

Así pues, existen cuatro tipos de conceptos diferentes de movilidad:

- para andar por la ciudad,
- para trabajadores de fuera de la ciudad
- para largos recorridos y
- para el deporte y tiempo libre

Estos cuatro escenarios así o parecidos dominarán la movilidad en el futuro.

La electromovilidad del futuro ya se abre camino hoy día en ciertos lugares. En China hay actualmente más de 60 millones de motos eléctricas y cada año se añaden otros 20 millones. Forman un foco excelente para la introducción de la electromovilidad a una magnitud incomparable.

El futuro son automóviles con menos emisiones, menos contaminación del medio ambiente y mayor seguridad de viaje.

Y para ello es necesario un plan de movilidad donde todos los participantes deben trabajar conjuntamente en él; La industria automovilística y de la energía, los diseñadores urbanísticos y del tráfico, los expertos en informática, diseñadores, instituciones, jefes de estacionamientos de vehículos, científicos, políticos, administraciones y muchos otros.

Causas del cambio modal

El cambio modal se define como la preferencia o elección de uno o varios modos de transporte diferente al acostumbrado en la actualidad, por un colectivo de usuarios que comparten un mismo centro urbano.

Las causas de este cambio son tres desarrollos relevantes que deben enfrentarse necesariamente dentro de este contexto.

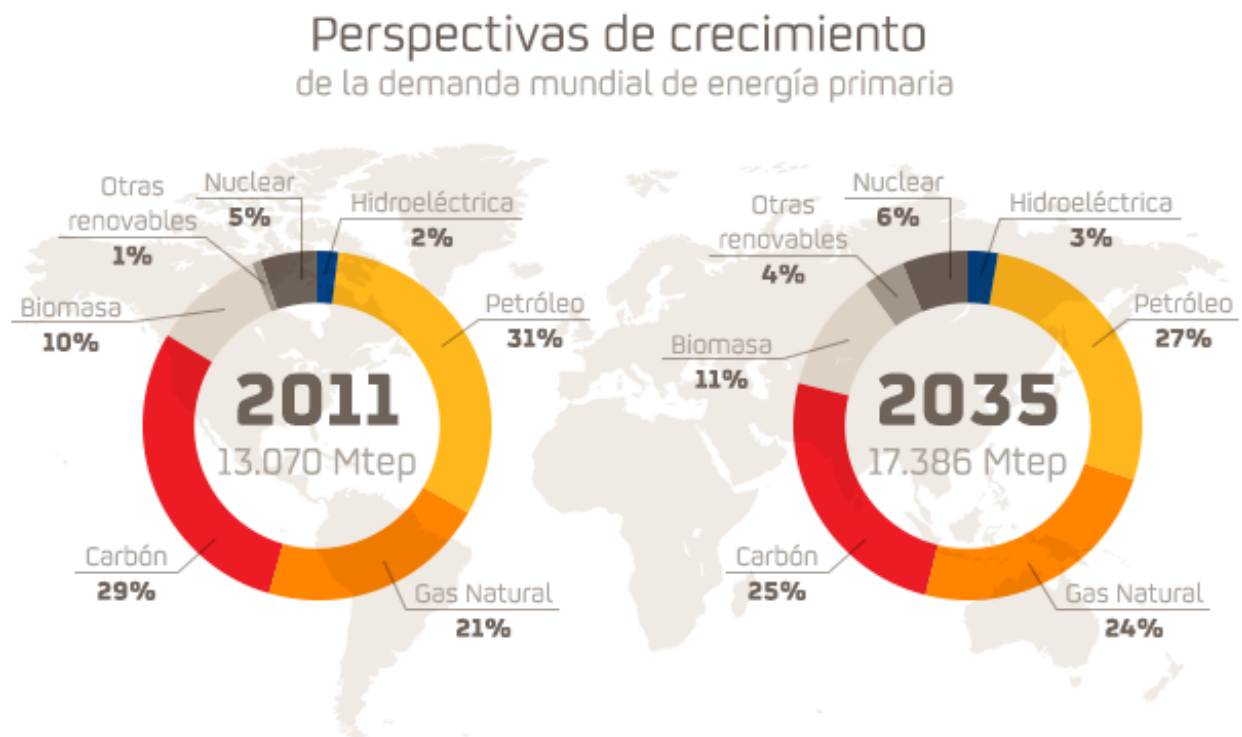
- Primero: El modo de vida hacia una consciente movilidad medioambiental.
- Segundo: Lo finito que son los recursos fósiles ante una creciente población.
- Y tercero: Éxodo del campo a la ciudad.

Matriz energética mundial

La diferentes formas de consumo diferenciada por fuentes energéticas representa una de las claves para analizar los retos que traerá el futuro. Esta estructura, en la que el petróleo y el resto de combustibles fósiles tienen un peso significativo, queda reflejada en la matriz energética de consumo mundial de energía primaria.

“A escala mundial, los hidrocarburos aportan más de la mitad de la energía primaria consumida. En particular, el 32% del consumo energético primario global proviene del petróleo, siendo así la fuente energética más utilizada.

Durante los próximos años no se esperan grandes cambios. Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), en su escenario base del World Energy Outlook de 2013, el petróleo registrará una contracción de 5 puntos porcentuales en la matriz energética de 2,035 respecto al 2,011. Por su parte, el gas natural alcanzará una participación del 24% sobre una demanda energética total estimada en 17,386 millones de toneladas equivalentes de petróleo.”¹⁷



Fuente: Agencia internacional de la energía (WEO 2013) y D. Secretaría técnica de Repsol.

¹⁷ Consejo Mundial de la Energía

La red de líderes del sector energético que promueve el suministro y uso sostenible de la energía en beneficio de todos.

Cambiando los hábitos de consumo energético

Directrices para programas dirigidos al cambio de comportamiento

IDAE

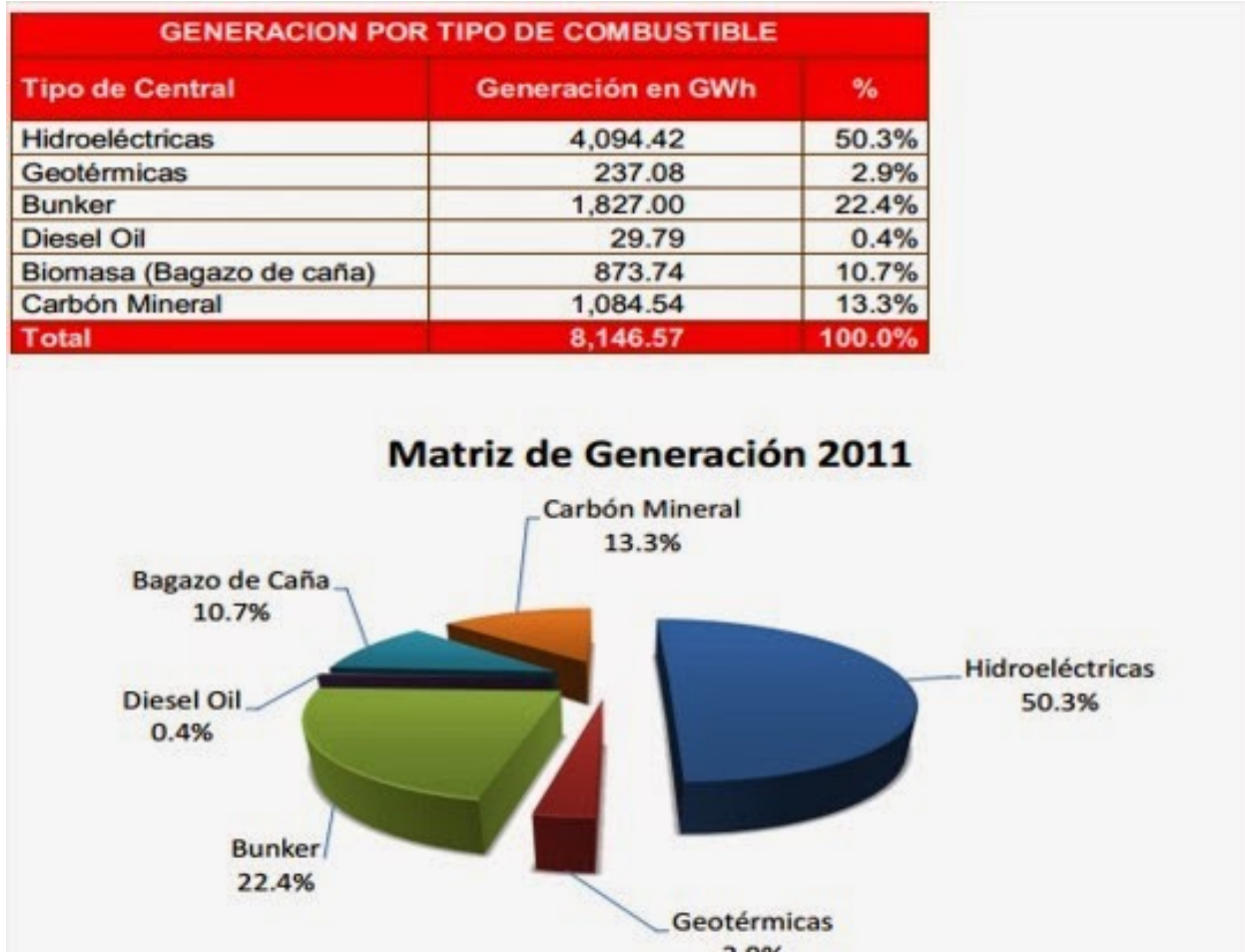
Coordinadores técnicos: Antoinet Smits, SenterNovem

Directora editorial: Virginia Vivanco Cohn, IDAE

Matriz energética de Guatemala

La Política Energética 2,013 -2,027 del Gobierno de Guatemala apuesta muy fuertemente no solo al incremento en la generación interna de electricidad sino a un cambio modal en el uso de la energía a nivel nacional, basado en el gran potencial que el país ofrece para el uso de energías de fuentes renovables logrando una reducción

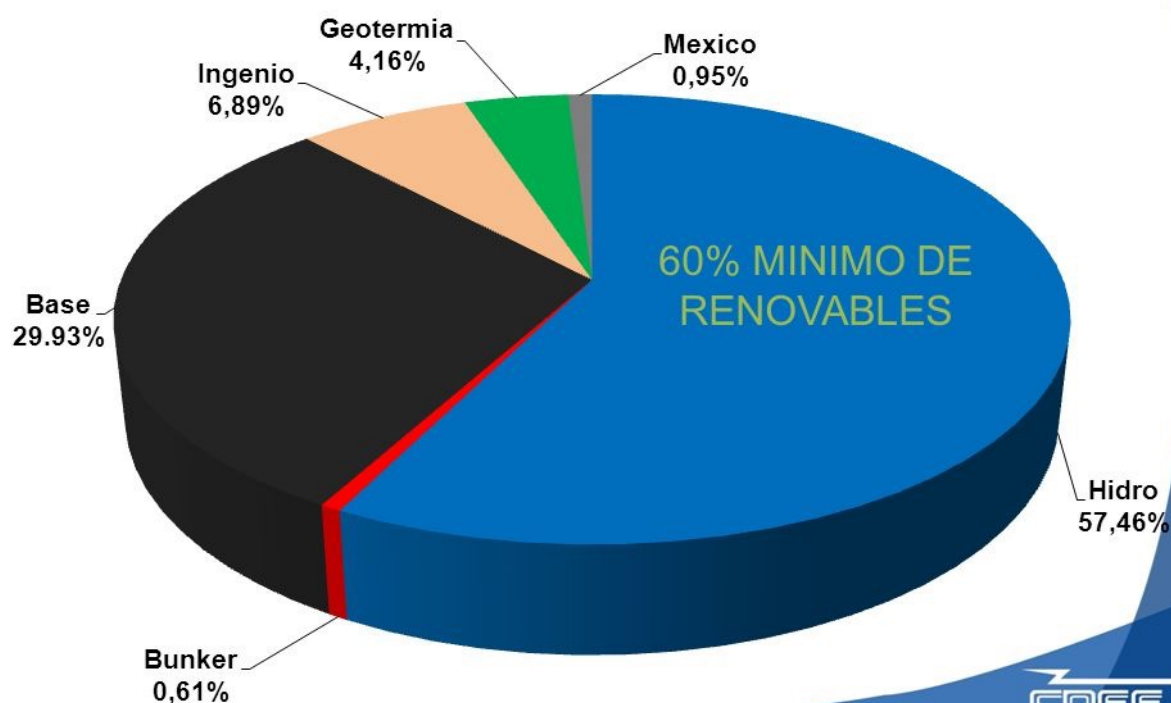
del 25% en el uso de leña mediante la sustitución por otro combustible y el 15% mediante el uso eficiente de este recurso.



Fuente: Boletín Estadístico, Marzo 2014, Ministerio de Energía y Minas -MEM-

Matriz Energética al 2022

Plan de Expansión de la Generación (2008-2022)



Fuente: Boletín Estadístico, Marzo 2014, Ministerio de Energía y Minas -MEM-

POTENCIAL DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES RENOVABLES DE GUATEMALA

Fuente	potencial	unidad	UTILIZADO		DISPONIBLE	
			cantidad	%	cantidad	%
Hidráulica	5,000	MW	853	17%	4147.09	83%
Geotermia	1,000	MW	49.2	5%	950.895	95%
Biomasa	700	MW	381	54%	319.046	46%
Solar	10,446	GWh/año	52.2	1%	10,394.10	99%
Eólica	7,800	MW	0.0	0%	7,799.90	100%

Foro Fundación Solar 25.4.2012

Fuente sitio WEB del MEM

El potencial que Guatemala posee para la generación energética se puede apreciar en la tabla siguiente, es posible ver que esta por desarrollarse en los próximos años una gran variedad de industrias dedicadas a la explotación de los recursos renovables.

Para el 2,022 la comisión nacional de energía eléctrica -CNEE- tiene previsto que la generación tendrá un cambio radical que y a que el 60%de la energía será producida por recursos renovables.

Cambio climático

Por "cambio climático" se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables.

Efectos adversos del cambio climático

Son los cambios evidenciados en el medio ambiente físico o en la biota resultantes del cambio climático y que tienen efectos nocivos significativos en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos a ordenación, o en el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humanos.

Gases efecto invernadero (GEI)

Son todos aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y re-emiten radiación infrarroja.

El Protocolo de Kioto se aplica a las emisiones de seis gases de efecto invernadero:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido nitroso (N₂O)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF₆)

Salud

También hay que considerar las consecuencias sobre la salud derivadas tanto de la falta de ejercicio por un uso excesivo del coche, como del aumento de la contaminación atmosférica. A partir de ciertos niveles de concentración los contaminantes emitidos por los vehículos producen efectos negativos sobre la salud, como es el caso de las partículas, cuyo aumento de concentración, aunque sea por un período de tiempo reducido, produce un aumento de las admisiones hospitalarias por enfermedades respiratorias y cardiovasculares y una reducción en la funcionalidad pulmonar. Así mismo, hay que tener en cuenta que dado que las emisiones tienen lugar en zonas de alta densidad y a nivel de superficie, su influencia sobre la salud humana es mayor que la de otras fuentes emisoras.

Según un reciente estudio de la Comisión Europea, la contaminación atmosférica causa en Europa unas 350,000 muertes prematuras al año, de las cuales, 16,000 corresponderían a España, muy superior a las que mueren en accidentes de tráfico (3,329 personas en 2,005, según la DGT). Por todo ello, es preciso replantearse los patrones de movilidad urbana para eliminar, o al menos tratar de reducir, los efectos negativos producidos, manteniendo al mismo tiempo el potencial de crecimiento económico, así como la libertad de movimiento y la calidad de vida de los ciudadanos.

Congestión vehicular

La entendemos como el exceso de vehículos en una vía, lo que trae como consecuencia que los vehículos avancen de forma lenta e irregular en comparación a las condiciones normales de operación.

“Técnicamente podríamos decir que la congestión vehicular se da cuando los vehículos de la vía interfieren con el desplazamiento normal de los demás vehículos, esto es cuando se supera un cierto nivel de concentración y los vehículos comienzan a circular a una velocidad menor que la velocidad de flujo libre de la vía. Sin embargo, lo anterior puede no coincidir con lo que entendemos por congestión vehicular, dado que para niveles ligeramente superiores a la concentración crítica, la demora que introduce un vehículo adicional en la vía a cada uno de los otros automóviles es pequeña y podríamos decir que la vía sigue operando en condiciones normales.”¹⁸

Emisiones de gases efecto invernadero por transporte

Constituyen la liberación de gases de efecto invernadero o sus precursores en la atmósfera en un área y un período de tiempo específico. El transporte es la causa de una gran parte de las emisiones de gases contaminantes, contribuyendo en gran medida a los problemas medioambientales de cambio climático, lluvia ácida, ozono troposférico y calidad del aire urbano.

¹⁸ La congestión en las grandes ciudades, Nicolás Iturra Caballero, 31 de Mayo de 2008. <http://papers-nico.blogspot.com/2008/06/la-congestin-en-las-grandes-ciudades.html>

“Desde el punto de vista medioambiental, los vehículos de transporte son una fuente de contaminación atmosférica de tipo local, urbana y regional. Entre las principales sustancias que emiten y que contribuyen a contaminar el aire se encuentran el dióxido de azufre (SO₂), el plomo, el monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), materia en partículas y los óxidos de nitrógeno (NO_x). Se estima que los vehículos particulares son responsables de casi el 80% del total de emisiones de NO_x debidas al tráfico, y del 60% de las emisiones de partículas.”¹⁹

Estas sustancias contaminantes se distinguen de las emisiones de gases causantes del efecto invernadero, cuyo impacto es global. Entre estos gases, el más importante es el dióxido de carbono (CO₂).

Ruido

Por otro lado, el tráfico es también una causa importante de producción de ruido en las zonas urbanas. En la UE, el 80% del ruido en las zonas urbanas procede del tráfico. Al menos cien millones de personas se encuentran expuestas a unos niveles de ruido por encima de los 55 dB(A) recomendado por la OMS, y otros 40 millones de personas soportan ruidos con niveles superiores a 65 dB(A), límite a partir del cual se considera gravemente perjudicial para la salud. En España se estima que un 74% de la población se encuentra afectada, y un 23% sometida a niveles superiores a los admisibles establecidos por la OMS.

Transporte Público

El transporte público es el término aplicado al transporte colectivo de pasajeros. A diferencia del transporte privado, los viajeros de transporte público tienen que adaptarse a los horarios y a las rutas que ofrezca el operador. Usualmente los viajeros comparten el medio de transporte y está disponible para el público en general. Incluye diversos medios como autobuses, trolebuses, tranvías, trenes, ferrocarriles suburbanos o ferris. En el transporte interregional también coexiste el transporte aéreo y el tren de alta velocidad. Algunos, como los taxis compartidos, organizan su horario según la demanda. Otros servicios no se inician hasta que no se complete el vehículo. En algunas zonas de baja demanda existen servicios de transporte público de puerta a puerta, aunque lo normal es que el usuario no escoja ni la velocidad ni la ruta.

El transporte público urbano puede ser proporcionado por una o varias empresas privadas o por consorcios de transporte público. Los servicios se mantienen mediante cobro directo a los pasajeros. Normalmente son servicios regulados y subvencionados por autoridades locales o nacionales. Existen en algunas ciudades servicios completamente subvencionados, cuyo costo para el viajero es gratuito.

¹⁹ Cambiando los hábitos de consumo energético, Directrices para programas dirigidos al cambio de comportamiento, IDAE, Coordinadores técnicos: Antoinet Smits, SenterNovem, Directora editorial: Virginia Vivanco Cohn, IDAE, Bo Dahlbom, Universidad de Gotemburgo, Heather Greer, NRL, Cees, Egmond, SenterNovem, Ruud Jonkers, RESCON.

Por razones históricas y económicas, existen diferencias entre el transporte público de unos países y otros. Mientras que las ciudades de zonas como Europa tienen numerosos y frecuentes servicios que sirven a ciudades antiguas y densas, otras zonas como América tienen redes de transporte mucho menos complejas.

Los principales impactos del transporte público

- Consumo energético
- Contaminación atmosférica
- Ruido
- Inseguridad vial
- Altos costos por congestión vial
- Exclusión social
- Efectos negativos sobre la salud
- Ocupación de espacio
- Efecto barrera en la ciudad
- Costos externos.

Por el alcance global de las actuaciones que se contemplan, los Planes de Movilidad Urbana Sostenible se configuran como instrumentos básicos para reducir los impactos negativos asociados a la movilidad urbana.

Desarrollo Orientado al Transporte (Estandar TOD, por sus siglas en inglés)

Es una herramienta que ayuda a evaluar la forma y el desarrollo urbano. Aborda el crecimiento que maximiza los beneficios del transporte público, mientras enfatiza fuertemente a sus usuarios, las personas. A esta forma de diseño traducida al castellano se denomina “Desarrollo Orientado al Transporte” (DOT por sus siglas en inglés).

Tecnologías para la reducción del consumo de energía

Los nuevos desarrollos tecnológicos y la reducción del peso de los vehículos han supuesto una reducción sustancial de los consumos y de las emisiones de contaminantes, sobre todo en los vehículos diésel. A esto hay que añadir la

introducción de catalizadores y filtros, que también han contribuido a disminuir la emisión de contaminantes.

La mejora de los combustibles ha permitido reducir consumos y evitar impurezas que antes se lanzaban a la atmósfera. En la actualidad se están impulsando de nuevo los esfuerzos para mejorar todo el proceso de combustión y emisión de gases de los vehículos, además se abren varias vías para seguir reduciendo las emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero mediante la utilización de nuevos combustibles y fuentes de energía, entre las alternativas principales pueden mencionarse:

•Los Biocarburantes

Son combustibles producidos a partir de biomasa, por lo que son una fuente de energía renovable. Tienen grandes ventajas: contribuyen a disminuir la dependencia energética, reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y promueven un mayor uso de las energías renovables. En España, estos carburantes tienen en la actualidad tasa cero en el impuesto. Los biocarburantes principales son el biodiesel (alternativa al diesel o gasóleo) y el bioetanol (Aditivo o sustituto de la gasolina). La utilización de biodiesel puro reduciría las emisiones de CO₂ entre un 40-50%. El coste de la producción de biodiesel a partir de semillas oleaginosas es bastante más elevado que el del gasóleo derivado de crudo. Su producción a partir de residuos vegetales oleaginosos sería más económica, pero plantea un problema de calidad de combustible y de limitación de suministro.

•El Bioetanol

Se produce a partir de la fabricación del azúcar, el almidón o la celulosa. La producción de Bioetanol también sigue siendo más cara que la del combustible procedente de crudo, pero la sustitución completa de la gasolina por Bioetanol supondría una reducción de las emisiones de CO₂ entre un 50 y un 60%.

•La Propulsión a Gas

•El gas licuado del petróleo (GLP) es una mezcla de propano y butano extraído de los procesos de refinamiento y de los yacimientos de gas natural. El rendimiento y la potencia de los vehículos de GLP son similares a sus equivalentes de gasolina, y a la hora de conducir se aprecian pocas diferencias entre ambos. Presentan ventajas medioambientales al emitir menos contaminantes de NO_x, CO, HC y partículas que los carburantes convencionales, y unas emisiones de CO₂ inferiores a las de gasolina y similares a las del gasóleo o diesel. El coste del combustible también es una ventaja (cerca del 30% inferior al de la gasolina). La evolución al alza de los gasóleos puede hacer que los vehículos GLP sean cada vez más competitivos en términos económicos frente a los vehículos con combustibles convencionales.

•El Gas Natural

Está compuesto mayoritariamente por metano. Es un combustible fósil que se extrae de yacimientos que pueden estar o no asociados a los del petróleo. El gas natural se aplica tanto a vehículos pesados como ligeros. Dependiendo de factores logísticos o estratégicos fijados en cada país, está más desarrollado un segmento que otro. Los vehículos de gas natural son similares a los de gasolina, difiriendo de ellos en la alimentación y almacenamiento del combustible (como gas natural comprimido, GNC, o gas natural licuado, GNL). En la actualidad, el GNC es la opción más utilizada. Los vehículos de gas natural son considerados bastante limpios en lo que respecta a emisiones atmosféricas que afectan a la salud humana: CO, NOx, HC y partículas. En relación al CO₂, las emisiones de estos vehículos son del orden de un 20% inferiores a las de los vehículos de gasolina y entre 5-10% inferiores a las de sus similares diésel, aunque esta ventaja se invalida en entorno urbano, donde las emisiones son del mismo orden.

•El vehículo híbrido

Un vehículo híbrido tiene un motor de combustión interna y un motor eléctrico. Ambos se combinan para dar una conducción más eficiente. El motor térmico se detiene en las paradas del vehículo y el eléctrico ayuda al térmico en los arranques y aceleraciones. La mayor ventaja de los híbridos se produce en condiciones de uso en las que hay continuas paradas y aceleraciones, es decir, en el entorno urbano. Los vehículos con sistema de propulsión híbrida son más limpios y eficientes que los convencionales y sus costes de funcionamiento son inferiores, aunque su adquisición sea más cara. Los costes de producción de estos vehículos son bastante altos, aunque se espera que se reduzcan a medida que los niveles de ventas y fabricación de estos vehículos aumenten. Desde el punto de vista medioambiental son una alternativa muy interesante, porque emiten menos CO₂ que sus equivalentes convencionales y consumen menos combustible, sobre todo en entorno urbano.

•Vehículo eléctrico

Los vehículos eléctricos alimentados exclusivamente por baterías no producen emisiones atmosféricas en el punto de utilización, son muy silenciosos y tienen bajos costes de mantenimiento. Su mayor limitación procede precisamente de la autonomía y duración de la batería. En función de la composición de la misma presenta mayor o menor autonomía, pero aquellos casos en que la autonomía es mayor, la batería es más cara. Presentan precios de adquisición elevados, pero sus costes de utilización son muy inferiores comparados con sus similares a gasolina o diésel.

•Hidrógeno (pila de combustible)

Las pilas de combustible de hidrógeno son sistemas electroquímicos en los que se transforma la energía química en energía eléctrica y vapor de agua. Este concepto ofrece ventajas sustanciales sobre la tecnología clásica de combustión, no solamente por el aumento de la eficiencia hasta niveles de 30-40% sino también porque la única

emisión producida es vapor de agua. De forma global, los automóviles que utilizan hidrógeno como combustible son 22% más eficientes que los movidos por gasolina. Sin embargo, en la actualidad, la mayor parte del hidrógeno se produce a partir de gas natural mediante un proceso con vapor de agua que genera CO₂. Se espera que a largo plazo la producción de hidrógeno se base en el aprovechamiento de energías renovables. Se considera que a largo plazo constituirán una de las mejores opciones para los motores de combustión interna.

•Biomasa

Se considera por biomasa a todo el conjunto de elementos vivos que componen un espacio geográfico y que actúan en combinación de muchas maneras diversas afectándolo tanto positiva como negativamente. La biomasa es la sección del planeta que está habitada por seres vivos de manera permanente, a diferencia de lo que sucede con la sección subterránea y con la sección atmosférica, ninguna de las cuales presenta condiciones aptas para la vida permanente y estable de los seres vivos.

La biomasa puede estar, entonces, compuesta por un sinnúmero de elementos tales como plantas, animales, microorganismos y demás, todos ellos habitantes de un espacio definido al cual modifican de manera espontánea y continua. Las modificaciones son las que le da las características al lugar y lo hace diferente a otros espacios debido a la acción combinada de los elementos vivos o bióticos. El conjunto de transformaciones que se generan a causa de la acción de la biomasa se conoce como ecosistema, el espacio en el cual se combinan tanto los elementos vivos como los no vivos y se relacionan entre sí de muy diversas maneras (por ejemplo, un ecosistema acuático en el cual los animales y las plantas dejan su huella en el agua). De más está decir que, dependiendo del espacio, la cantidad de elementos vivos presentes podrá variar y conformar así diferentes tipos de ecosistemas, algunos más naturales y otros más artificiales.

La biomasa también puede ser entendida en términos ecológicos y sustentables ya que se define al mismo tiempo como una materia viva que se puede transformar en un importante recurso energético no contaminante y mucho menos nocivo para el planeta que otras energías tales como el petróleo. En este sentido, los defensores de la biomasa como recurso energético plantean que todos los elementos vivos pueden ser utilizados como energía y que, entonces, una importantísima variedad de elementos podrían contribuir a la eliminación de otras energías mucho más contaminantes y nocivas.

La Electromovilidad

Con más de 160 años desde su invención, el vehículo eléctrico es uno de los primeros automóviles desarrollados por el hombre. Hoy en día se entiende por vehículo eléctrico aquellos que están propulsados total o parcialmente por energía eléctrica almacenada en baterías, siendo estas recargadas en la red eléctrica. Pero una definición más completa sería:

“Un vehículo eléctrico es un vehículo de combustible alternativo impulsado por uno o más motores eléctricos. La tracción puede ser proporcionada por ruedas o hélices impulsadas por motores rotativos, o en otros casos utiliza otro tipo de motores no rotativos, como los motores lineales, los motores inerciales, o aplicaciones del magnetismo como fuente de propulsión, como es el caso de los trenes de levitación magnética.”²⁰

El concepto de vehículo eléctrico es amplio, y abarca mucho más que a los automóviles. Tras estas definiciones se puede afirmar que los BEV (Battery Electric Vehicle) o 100% eléctrico, los PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) o híbrido enchufable y los EREV (Extender Range Electric Vehicle) o eléctrico con extensor de autonomía, son el grupo tipologías que conforman al vehículo eléctrico. Por lo tanto, podemos decir que un híbrido “normal” tipo Toyota Prius no es un vehículo eléctrico por más que tenga un pequeño motor eléctrico para servir como apoyo.

Tras dominar a los vehículos con motores de combustión interna a finales del Siglo XIX y principios del XX, y tras varios intentos de volver a la calle, hoy en día estamos ante el tercer intento serio de volver a ver vehículos eléctricos con cierta normalidad en nuestras carreteras. El coche eléctrico es una realidad, y un negocio rentable para marcas como Nissan o Tesla, y pronto lo será para más marcas.

Cada vez que se piensa en la escasez y disponibilidad del petróleo, en sus subidas de precio, viene a la mente la opción de tener un vehículo cuya energía necesaria para moverse se consigue mediante un simple enchufe. Hemos tenido que esperar a que aumentaran descontroladamente los precios del barril para que de unos años a esta parte el automóvil eléctrico esté más presente en nuestras vidas. Pero además de verse incentivado por ser una alternativa más económica, la administración, distintos gestores y la empresa privada, se han dado cuenta de lo beneficioso que puede llegar a ser para la sociedad en su conjunto.

Reducen la contaminación, permiten un mayor aprovechamiento de los recursos energéticos (especialmente si la recarga se produce de noche), reducen la dependencia energética de combustibles de origen fósil, eliminan la contaminación acústica, proporcionan una gran fiabilidad mecánica, etc.

Por todo esto el vehículo eléctrico representa una gran oportunidad para mejorar el creciente problema de la movilidad urbana, cumplir con los objetivos de sostenibilidad que marcan las directrices europeas, crear una industria basada en nuevos negocios, mejorar la gestión de la demanda energética y disminuir la dependencia del petróleo.

En la actualidad nos encontramos ante un desarrollo radical, similar al que ocurrió una vez con Bertha Benz, cuando hace ahora 122 años dejó atrás literalmente al carro de caballos con su espectacular paseo en coche desde Mannheim a Pforzheim.

²⁰ <http://electromovilidad.net/el-vehiculo-electrico/>
El Vehículo Eléctrico

Lo mismo que el salto dado de las carrozas al automóvil, preludió un cambio de sistema técnico fundamental, el salto del motor de combustión al accionamiento eléctrico significa una nueva definición básica del automóvil y de la conducción.

Pero ahora ya está claro que el automóvil va a cambiar radicalmente. Lo que mucha gente no sabe aún es que también van a cambiar básicamente muchas cosas relacionadas con el automóvil. La cuestión actual más importante es si la gente esta concientizada lo suficiente con estos cambios.

Exclusión social y justicia social

La buena accesibilidad es también un elemento importante para la equidad social. Los servicios, la educación, la salud, el empleo, el ocio y los bienes deben ser accesibles a todos los ciudadanos, independientemente de si poseen un automóvil o no, “según estudio el 23% de los habitantes de la ciudad de Guatemala tienen acceso a vehículos particular”²¹, lo que significa que casi tres cuartos de los hogares son cautivos del transporte público y, por ello, se plantea la necesidad de proporcionar diferentes alternativas de transporte que provean un acceso equitativo a todos los servicios.

Por otra parte, la calidad del medio ambiente urbano no es uniforme en toda la ciudad y las políticas y medidas de transporte pueden mitigar o acentuar estas diferencias:

- Una cierta zona se beneficia de la mejora de accesibilidad asociada a una infraestructura, mientras que otros sufren sus impactos sin conseguir beneficio alguno (es el caso típico de una vía exclusiva urbana o una línea ferroviaria).
- El deterioro en la calidad del aire se agudiza en ciertas áreas específicas de la ciudad con una cantidad elevada de infraestructuras y tráfico de paso, mientras que otras áreas se cierran al tráfico para no residentes.
- Los vecinos de zonas periféricas o alejadas de los núcleos urbanos, además de una menor oferta de transporte público, suelen tener tarifas más elevadas para la prestación de este servicio. El concepto de justicia social se dirige a intentar asegurar que el proceso público de toma de decisiones no excluya a determinados grupos o minorías, o los deje en desventaja.

Consumo de espacio, fragmentación del territorio y efecto barrera (EB)

Los modos de transporte no sólo utilizan espacio para desplazarse, sino también para estacionar durante un cierto tiempo. El modo de transporte que más espacio consume es el vehículo particular: un recorrido domicilio/trabajo en automóvil consume 90 veces más espacio que el mismo trayecto efectuado en metro y 20 más que si se utiliza el autobús o el tranvía.

²¹ Estadísticas flujo vehicular ciudad guatemala, Cinthia Hernandez, Mar 19, 2014.

Accesibilidad y proximidad

La accesibilidad es el grado en el que todas las personas pueden utilizar un objeto, visitar un lugar o acceder a un servicio, independientemente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas. Es indispensable e imprescindible, ya que se trata de una condición necesaria para la participación de todas las personas independientemente de las posibles limitaciones funcionales que puedan tener.

Para proveer la accesibilidad, se hace uso de ciertas facilidades que ayudan a salvar los obstáculos o barreras de accesibilidad del entorno, consiguiendo que estas personas realicen la misma acción que pudiera llevar a cabo una persona sin ningún tipo de discapacidad. Estas facilidades son llamadas ayudas técnicas. Entre éstas se encuentran las rampas, caminamientos con franjas táctiles, las señales auditivas en cruces, etc.

Diagnóstico

Proceso a través del cual se profundiza un estudio en elemento determinado, generalmente para solucionar un PROBLEMA. En el proceso de diagnóstico dicho problema experimenta cambios cuantitativos y cualitativos, los que tienden a la solución del problema.

Ciudad

Es un área urbana que por sus características de densidad de población, cantidad de servicios, vías de comunicación, actividad económica y sus interacciones sociales y culturales le confieren una distinción entre las demás zonas habitables de la región.

Ciudad universitaria

Se define como una ciudad donde se da una concentración de personas, edificaciones, actividades y servicios especializados en la enseñanza superior y sus límites territoriales están claramente delimitados, conformando una interacción social, cultural e intelectual entre los usuarios y su entorno.

Campus

Proveniente del latín “Campus” que significa llanura o espacio abierto, en las universidades se asocia al hecho de los amplios espacios abiertos con los que normalmente cuentan.

Plan de Movilidad Urbana Sostenible

“Un Plan de Movilidad Urbana Sostenible, PMUS, es un conjunto de actuaciones que tienen como objetivo la implantación de formas de desplazamiento más sostenibles (caminar, bicicleta y transporte público) dentro de una ciudad; es decir, de modos de transporte que hagan compatibles crecimiento económico, cohesión social y defensa del medio ambiente, garantizando, de esta forma, una mejor calidad de vida para los ciudadanos.

Los planes de movilidad urbana sostenible se desarrollarán mediante políticas de regulación de la movilidad y de la accesibilidad, entre las que se incluyen”²² (Ministerio de Energía y Minas -MEM-, Ministerio de Economía -MINECO-, Municipalidad y en este caso el Consejo Superior Universitario -CSU-.”)

- Regulación y control del acceso y del estacionamiento en centros urbanos.
- Desarrollo y mejora de la oferta de los diferentes modos de transporte público.
- Desarrollo de medidas de integración institucional, tarifaria y física de los diferentes sistemas de transporte público y su intermodalidad.
- Potenciación de estacionamientos de disuasión en las estaciones o paradas de las afueras de las ciudades o en el ámbito metropolitano.
- Ordenación y explotación de la red principal de vías, en relación a los diferentes modos de transporte.
- Fomento de la movilidad a pie y en bicicleta, mediante la construcción y/o reserva de espacios y la supresión de barreras arquitectónicas, para el peatón y la bicicleta, en un entorno adecuado, seguro y agradable para los usuarios.
- Gestión de la movilidad en aspectos relativos a grandes centros atractores.
- Regulación de la carga, descarga y reparto de mercancías en la ciudad.

Los planes de movilidad urbana sostenible reportan una serie de beneficios para la ciudad donde se implanta:

²² “PMUS: Guía práctica para la elaboración e implantación de planes de movilidad urbana sostenible”.

TRANSyT, Centro de Investigación del Transporte de la Universidad Politécnica de Madrid (A.Monzón, R. Cascajo, E. Madrigal y C. López).

IDAE

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

C/ Madera, 8

E-28004-Madrid

comunicacion@idae.es

www.idae.es

- Disminución de atascos y de los efectos derivados de la congestión: ruido, contaminación atmosférica, contribución al efecto invernadero y accidentes.
- Disminución del consumo de energías no renovables, promoviendo el consumo de combustibles renovables, como los biocombustibles, y otras energías más limpias.
- Reducción del tiempo de viaje.
- Mejora de los servicios de transporte público.
- Recuperación del espacio público disponible, al tener que destinarse menos al tráfico e infraestructuras.
- Mejora, en consecuencia, de las condiciones de accesibilidad para todos los habitantes, incluidas las personas con movilidad reducida.
- Mejora de la salud de los habitantes gracias a la reducción de la contaminación y el ruido, y también gracias a la promoción del uso de los modos a pie y en bicicleta (modos más saludables), así como la delimitación de áreas de la ciudad de baja contaminación.
- Mejora de la calidad del medio ambiente urbano y de la calidad de vida de los habitantes. En definitiva, los planes de movilidad urbana sostenible pretenden integrar todos los beneficios asociados al TRANSPORTE SOSTENIBLE.

Intercambiador Modal

Los intercambiadores modales constituyen una parte crucial del sistema de transporte público que permiten a los usuarios una amplia gama de traslados de manera cómoda y eficiente.

“Los intercambiadores son nodos del sistema de transporte público. En ellos hay una gran accesibilidad, lo que les convierte en puntos estratégicos de la red de transportes. Estos polos se pueden convertir en centros de actividad comercial y social, por lo que su interés va más allá de los aspectos estrictamente ligados al transporte.”²³

El diseño de un intercambiador debe cuidar varios aspectos fundamentales:

- Localización integrada en el sistema de transportes.
- La integración en la ciudad.
- Infraestructuras adecuadas para usuarios y operadores.
- La gestión y explotación del mismo.

²³ <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/2813>

El papel territorial de los intercambiadores de transporte en su entorno inmediato.

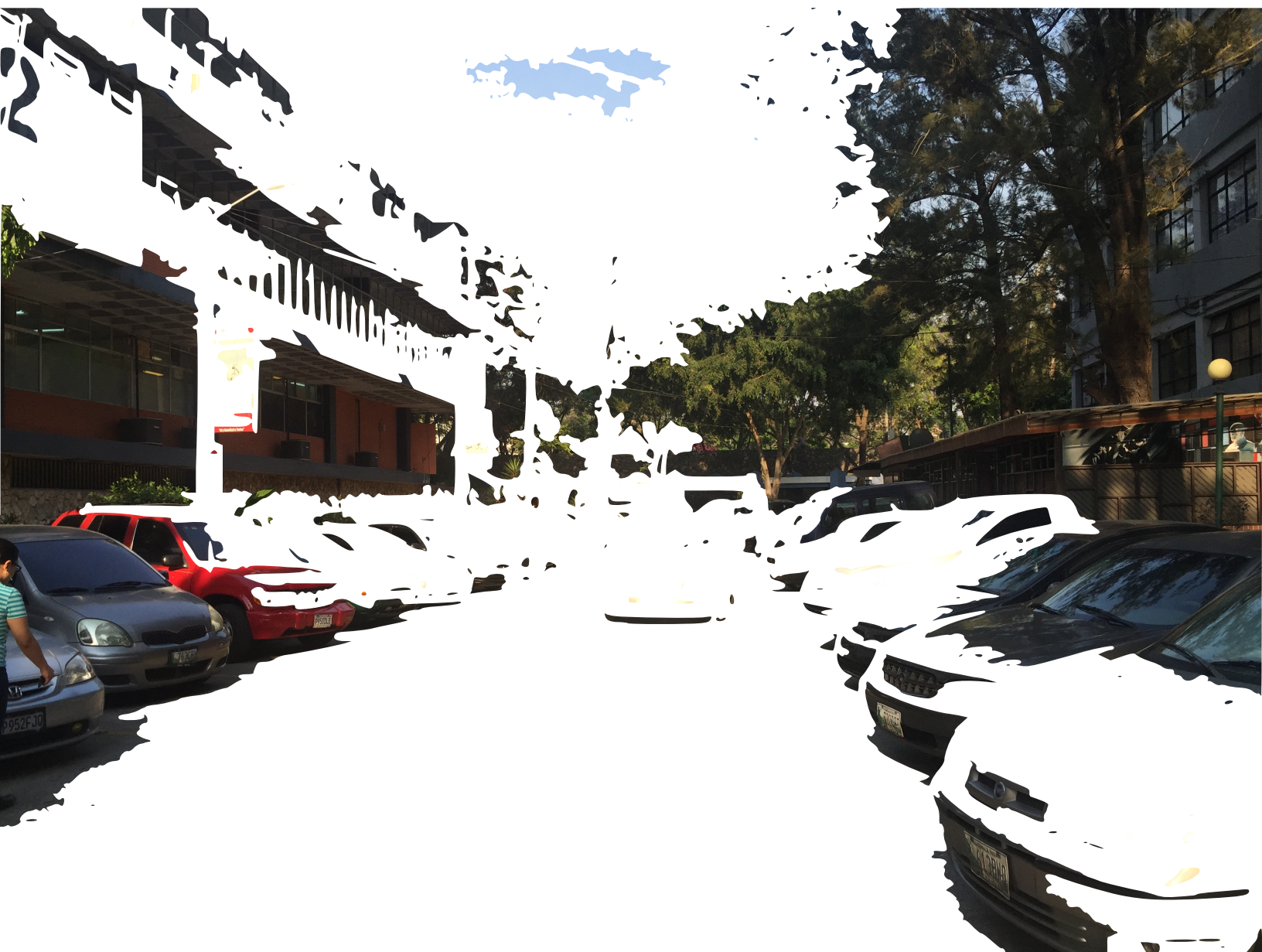
Díaz Márquez, Sonia Esperanza

URI: <http://hdl.handle.net/10578/2813>

Identificador: <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?fichero=23089>

Fecha: 2010

Dentro de la Ciudad Universitaria se toma al transporte colectivo interno como la base de esta propuesta usando su ruta como red capilar de modo que es la que da soporte al resto del sistema de transporte, integrando a esta mediante **Los Intercambiadores Modales** al resto del sistema, ubicados del modo más conveniente para que los usuarios obtengan el beneficio de su uso.



Capítulo tres

Marco legal y jurídico

Constitución Política de la República de Guatemala

Artículo 97.- Medio ambiente y equilibrio ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

Artículo 119.- Obligaciones del estado. Son obligaciones fundamentales del Estado:

c. Adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente;

Artículo 125.- Explotación de recursos naturales no renovables. Se declara de utilidad y necesidad públicas, la explotación técnica y racional de hidrocarburos, minerales y demás recursos naturales no renovables.

Artículo 131.- Servicio de transporte comercial. Por su importancia económica en el desarrollo del país, se reconoce la utilidad pública, y por lo tanto, gozan de la protección del Estado, todos los servicios de transporte comercial y turístico, sean terrestres, marítimos o aéreos, dentro de los cuales quedan comprendidas las naves, vehículos, instalaciones y servicios.

Las terminales terrestres, aeropuertos y puertos marítimos comerciales, se consideran bienes de uso público común y así como los servicios del transporte, quedan sujetos únicamente a la jurisdicción de autoridades civiles. Queda prohibida la utilización de naves, vehículos y terminales, propiedad de entidades gubernamentales y del Ejército Nacional, para fines comerciales; esta disposición no es aplicable a las entidades estatales descentralizadas que presten servicio de transporte.

Para la instalación y explotación de cualquier servicio de transporte nacional o internacional, es necesaria la autorización gubernamental. Para este propósito, una vez llenados los requisitos legales correspondientes por el solicitante, la autoridad gubernativa deberá extender la autorización inmediatamente.

Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC). 1,992.

Guatemala firmo la Convención Marco de Cambio Climático el 13 de junio de 1992, aprobado por el Congreso de la República de Guatemala, el 28 de marzo de 1995, mediante el Decreto No. 15-95 y ratificada mediante Acuerdo Gubernativo sin número, de fecha 03 de Agosto de 1995.

En esta convención se reconocen diversas medidas para hacer frente al cambio climático que pueden justificarse económicamente por sí mismas y pueden ayudar también a resolver otros problemas ambientales.

Se reconoce que todos los países, especialmente los países en desarrollo, necesitan tener acceso a los recursos necesarios para lograr un desarrollo económico y social sostenible, y que los países en desarrollo, para avanzar hacia esa meta, necesitarán aumentar su consumo de energía, tomando en cuenta las posibilidades de lograr una mayor eficiencia energética y de controlar las emisiones de gases de efecto invernadero en general, entre otras cosas mediante la aplicación de nuevas tecnologías en condiciones que hagan que esa aplicación sea económica y socialmente beneficiosa.

El objetivo último de la Convención y de todo instrumento jurídico conexo que adopte la Conferencia de las Partes, es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten Naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

La Convención quedo abierta a la firma de los Estados Miembros de las Naciones Unidas o de un organismo especializado o que sean partes en el Estatuto de la Corte Internacional de Justicia y de las organizaciones regionales de integración económica en Río de Janeiro, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, y posteriormente en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York del 20 de junio de 1992 al 19 de junio de 1993.

Protocolo de Kioto. 1,997.

El Protocolo de Kioto tiene como objetivo garantizar el seguimiento y verificación adecuados de su aplicación, con inclusión de procedimientos rigurosos y elaborados de información, examen y cumplimiento.

Es el acuerdo institucional más importante en relación al cambio climático, que tiene su origen en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1992. Busca reducir las emisiones de GEIs de los principales países Industrializados con el fin de que en el periodo que va de 2008 a 2012 esas emisiones descendan un 1,8%* por debajo de las registradas en 1990. SE APLICA a las emisiones de 6 Gases de Efecto Invernadero: CO₂, CH₄, N₂O, HCF, PFC y SF₆. Después de dos años y medio de negociaciones intensas, se adoptó el Protocolo de Kioto en laCOP3 de Kioto (Japón), el 11 de diciembre de 1997.

El Protocolo de Kioto tiene los mismos objetivos, principios e instituciones de la Convención, pero refuerza ésta de manera significativa, ya que a través de él las

Partes (países industrializados que en 1992 eran miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OECD) se comprometen a lograr objetivos individuales y jurídicamente vinculantes para limitar o reducir sus emisiones de GEI. Sólo las Partes a la Convención que sean también Partes al Protocolo (es decir, que lo ratifiquen) se ven obligadas por los compromisos del Protocolo. Los objetivos individuales para las Partes incluidas en el anexo I se enumeran en el anexo B del Protocolo de Kioto. Entre todos suman un total de recorte de las emisiones de gases de efecto invernadero de al menos el 5% con respecto a los niveles de 1990 en el periodo de compromiso de 2008-2012. El 31 de mayo de 2002, la Unión Europea ratificó el protocolo de Kioto, que entró en vigor el 16 de febrero de 2005, tras la ratificación de Rusia ya que para su entrada en vigor debían ratificarlo 55 países que representarían el 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, varios países industrializados se negaron a ratificar el protocolo, entre ellos, Estados Unidos y Australia.

Una vez negociados los aspectos técnicos del Protocolo de Kioto sobre el cambio climático y alcanzado un acuerdo satisfactorio, el destino de este acuerdo como un tratado internacional efectivo depende ahora de las decisiones políticas de cada país.

Compromisos Específicos

- Los países firmantes deberán presentar Inventarios de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por fuente y su absorción por sumideros, actualizarlos periódicamente.
- Desarrollar programas nacionales y/o regionales para mitigar el Cambio Climático y adaptarse a los potenciales efectos.
- Fortalecer la investigación científica y técnica, la observación del sistema climático y fomentar el desarrollo de tecnologías, prácticas y procesos para controlar, reducir o prevenir las emisiones antropogénicas de los GEI.
- Promover programas de educación y sensibilización pública acerca del Cambio Climático y sus efectos.

Gases contemplados El Protocolo de Kioto se aplica a las emisiones de seis gases de efecto invernadero:

- Dióxido de carbono (CO₂);
- Metano (CH₄);
- Óxido nitroso (N₂O);
- Hidrofluorocarbonos (HFC);
- Perfluorocarbonos (PFC);
- Hexafluoruro de azufre (SF₆).

Sectores/categorías de fuentes

Energía

- Quema de combustible
- Industrias de energía
- Industria manufacturera y construcción
- Transporte

Emisiones fugitivas de combustibles

- Combustibles sólidos
- Petróleo y gas natural

Procesos industriales

- Productos minerales
- Industria química
- Producción de metales
- Producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre
- Consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre
- Utilización de disolventes y otros productos

Agricultura

- Fermentación entérica
- Aprovechamiento del estiércol
- Cultivo del arroz
- Suelos agrícolas
- Quema prescrita de sabanas
- Quema en el campo de residuos agrícolas

Desechos

- Eliminación de desechos sólidos en la tierra
- Tratamiento de las aguas residuales
- Incineración de desechos

De igual manera dentro de los incisos que para este trabajo resaltan de manera importante los siguientes:

- Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes dela economía Nacional;
- Medidas para limitar y/o reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en el sector del transporte;

Resolución CNEE No. 171-2008, Comisión Nacional de Energía Eléctrica. 2,008.

En el año 2008 entró en vigencia la Resolución CNEE No. 171-2008, emitida por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE- la cual regula la autorización de conexión de Proyectos de Generación Distribuida Renovable, así como de usuarios auto productores con excedentes de energía.

Política Nacional de Cambio Climático (Acuerdo Gubernativo 329-2009).

El Ministro de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala publicó en diciembre 2009 la política que rige entorno al fenómeno del cambio climático, dentro de uno de sus objetivos específicos, el de **Desarrollo de Capacidades Nacionales en Cambio Climático** nos invita a **“Promover la investigación, el desarrollo educativo, la socialización y uso de alternativas tecnológicas para hacer más viable y eficiente la adaptación y mitigación al Cambio Climático a través de la sensibilización con actores clave de la sociedad.”** Otro de sus objetivos es dar una **Contribución a la Mitigación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero** nos insta a **“Promover la reducción de emisiones de gases de Efecto invernadero en las siguientes fuentes: cambio de uso de la tierra y silvicultura, producción de energía eléctrica, transporte e industria.”** Y a **“Promover la producción de bienes y servicios por medio de procesos y tecnologías limpias y amigables con el ambiente.”**

Ley Contra el Cambio Climático, Decreto 7-2013.

Aprobada el 5 de septiembre de 2,013 por el Congreso de la República de Guatemala tiene como objeto responder a los impactos del cambio climático y en su Artículo 2 reza **“que tiene como fin principal que el estado de Guatemala a través de las instituciones instituciones y la sociedad civil en general adopte prácticas que propicien condiciones para reducir la vulnerabilidad, mejoren las capacidades de adaptación y permitan desarrollar medidas de mitigación de los efectos del cambio climático provocado por la emisión de gases de efecto invernadero.”**

Política Ambiental de la Universidad de San Carlos. 2,014.

Aprobada por el Consejo Superior Universitario en sesión celebrada el 30 de julio de 2014 Punto Sexto, Inciso 6.2 Acta 13-2014.

Nos indica que el fin de la Política Ambiental de la USAC consiste en lograr que la comunidad universitaria comparta las proposiciones filosóficas y la comprensión de la justificación de sus acciones ambientales, que de acuerdo con la concepción de desarrollo sostenible privilegian el equilibrio de las actividades humanas y el ambiente natural para garantizar el acceso a una mejor calidad de vida y un ambiente saludable.

Así mismo resalta la importancia del cuidado del medio ambiente que se presenta en el Plan Estratégico USAC 2022, del 26 de noviembre de 2003 (Acta 28-2003 del CSU) y los trabajos realizados en años recientes en los distintos centros.

El Consejo Superior Universitario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, aprueba la Creación de la Comisión Ambiental Permanente del Consejo Superior Universitario -APCSU-, en el punto séptimo, inciso 7-1 del acta No. 13-2013 de la sesión ordinaria celebrada por el Consejo Superior Universitario, el miércoles 24 de julio de 2013, instruyendo que se formule la Política Ambiental al interior de la Universidad, como un referente a escala nacional de sostenibilidad ambiental.

Objetivos

Objetivo General 1.

Construir en la comunidad universitaria una cultura ambiental sostenible, por medio de estrategias coherentes, programas y proyectos integrados e integrales de fortalecimiento del desarrollo sostenible en las áreas de investigación, docencia, extensión y administración, con el fin de conservar y mejorar las condiciones ambientales en los espacios universitarios, desarrollando campus ambientalmente sanos y seguros para una comunidad comprometida con el ambiente.

Objetivo específico 6.

Desarrollar e implementar tecnologías que contribuyan con el uso eficiente de los recursos naturales.

Políticas Ambientales

5.4.1 Desarrollar y aplicar procedimientos de buenas prácticas, manejo sostenible del ambiente y de los recursos naturales dentro de la comunidad universitaria, para que se desarrolle dentro de ambientes saludables, seguros e higiénicos.

5.5 Territorio e infraestructura **5.5.5** Eficiencia en el manejo del entorno, vialidad y transporte en todos los campos universitarios.



Capítulo cuatro

Análisis del objeto de estudio

Prediagnóstico

El Campus Central de Universidad de San Carlos ubicado en la zona 12, actualmente constituye el área destinada a la educación superior más grande de la ciudad de Guatemala, a ella confluyen miles de estudiantes, profesores, trabajadores y una parte importante del tráfico vehicular que de la avenida Petapa tiene como destino la Calzada Aguilar Batres y viceversa, utilizando las vías vehiculares sin tener un fin puramente académico.



La gran mayoría de la comunidad universitaria accede al campus en transporte colectivo, solamente un 20% lo hacen en vehículo particular motorizado, la carga mayor sobre el sistema vial lo constituyen los vehículos de estudiantes que acceden a la universidad en el horario nocturno, la subutilización de las áreas de parqueo disponibles y la utilización de las mismas vías como parqueo de vehículos ocasiona que la movilidad dentro del campus se vea muy limitada sobre todo en horas de la tarde y noche.

Tal movimiento vehicular produce un impacto negativo en la movilidad interna, saturando en horas pico las vías, mismas que por un proceso de inseguridad y manejo

inadecuado de espacios de parqueo se ven utilizadas como tales dificultando aún más la circulación vehicular dentro del campus.

El incremento anual en la población estudiantil y por lo tanto, el consecuente incremento del personal administrativo y el cuerpo docente ha ido sobrepasando la



capacidad instalada y, aunque se han hecho esfuerzos por mejorar las condiciones de movilidad dentro del campus, como el cambio de vías y carriles reversibles, estos han sido insuficientes para obtener una movilidad sostenible.

•Sistema vial del campus central

El Campus Universitario cuenta en la actualidad con dos conexiones vehiculares a la Ciudad de Guatemala, una por el bulevar Adolfo Mijangos Lopez que a su vez conecta con el anillo periférico y la segunda conexión es por la Avenida Petapa, por estos accesos se llega a la circunvalación de 3.3km que da acceso a las 5,000 plazas de estacionamientos para vehículos particulares para estudiantes, personal docente y administrativo distribuidos alrededor de los edificios académicos y administrativos.

• Sistema de desplazamiento peatonal y vehicular

Los accesos peatonales al campus universitario se dan por las mismas vías. En la conexión al periférico de la ciudad acceden estudiantes en su mayoría provenientes del transporte público de la ciudad que deben hacer un recorrido a pie de más de 1km si su destino es el edificio S-10 y si el acceso lo hacen por la Avenida Petapa el recorrido hasta el mismo edificio es de más 1.5km, durante estos desplazamientos los peatones deben salvar gran cantidad de dificultades ya que las condiciones de las vías peatonales con que cuenta la universidad no presentan condiciones adecuadas, en muchos casos las aceras se encuentran rotas y representan un peligro para los que por allí transitan, también una de las grandes dificultades para la movilidad peatonal interna es la ausencia de rutas definidas y seguras para el tránsito de personas, esta última condición es la mayor limitante para una movilidad fluida dentro del campus.

Para las personas de movilidad reducida el problema es aún mayor, existe una ausencia total de rutas con accesibilidad universal, se puede decir que la accesibilidad dentro del campus es nula, si bien pueden encontrar algunas rampas dentro de la red de accesos peatonales son muy pocas las que presentan condiciones aceptables para este uso.

• Sistema de transporte colectivo interno

A partir del año 2009 se implementó el sistema de Transporte Colectivo Interno, este fue concebido como un servicio gratuito para reducir el recorrido a pie que la comunidad universitaria realiza diariamente dentro del campus. Actualmente está constituido por 9 buses con capacidad para 24 pasajeros recorriendo la circunvalación interna, en este trayecto tiene 8 paradas definidas para subida y bajada de pasajeros, cada bus inicia un recorrido cada 15 minutos. Desde su puesta en marcha hasta abril del año 2,015 este sistema ha transportado a 6,878,283 pasajeros.

El buen funcionamiento de este sistema se debe a que la coordinación ha sido llevada de manera eficiente y el resultado es que tanto los vehículos como su mantenimiento se rigen por normas estrictas de control, de tal manera que aún cuando los buses tienen 6 años y el uso ha sido intensivo se encuentran en perfecto estado, también el personal operativo ha sido capacitado para el buen servicio a los pasajeros y el buen trato a las unidades.

Esta solución si bien constituye un avance enorme en favor de la movilidad dentro del campus carece no es suficientemente robusta para cubrir la demanda de peatones que necesitan moverse, dada la cantidad de buses su servicio es limitado, las instalaciones para abordaje son precarias y en horas de la demanda mas alta se ven sobrepobladas.

Durante las horas de mayor trafico dentro de la circunvalación al campus el transito de los buses se ve limitada ya que los vehículos particulares impiden la circulación continua teniendo que viajar a la velocidad del resto, esto altera el buen servicio que podría ofrecer.



Para que esta solución funcione adecuadamente es necesario liberar el tránsito de los buses del transporte colectivo interno, proveerlo de intercambiadores modales correctamente ubicados así como incrementar el número de unidades para soportar la demanda.

•Sistema de estacionamientos internos para vehículos particulares

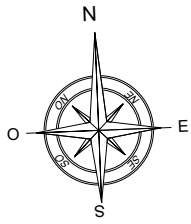
Dentro del campus de la USAC se cuenta con 5,000 plazas de estacionamiento para vehículos particulares distribuidos en torno a los edificios académicos y administrativos, estas áreas tienen como acceso la circunvalación al campus, estos funcionan mediante un pago único a los usuarios (Q.3.00) y se encuentran administrados por la unidad de estacionamientos de la universidad.

Sin embargo dada la composición poblacional de la universidad existen unidades académicas con mayor demanda que otras y los estudiantes buscan estacionar lo más cerca de su lugar de estudio, esto ocasiona que los estacionamientos en la parte norte del campus sean insuficientes para cubrir la demanda ya que las unidades con mayor población se encuentran en esta área.

Los usuarios que no encuentran espacio para sus vehículos en las áreas establecidas para este fin y estacionan sobre las vías destinadas a la circulación de vehículos, estacionan sobre la cinta asfaltada de la circunvalación en ambos lados, es decir que restan uno o dos carriles a esta vía y con esto queda únicamente una para el libre tránsito, esto sucede incluso durante las horas de menor ocupación del campus mientras que en el área sur se encuentran plazas de parqueo vacantes inclusive en las horas de mayor ocupación, es decir en horas de la noche.

Este comportamiento nos indica que existe una falta de atención por parte de las autoridades en este sentido y un abuso y falta de conciencia por parte de los automovilistas, esto genera un desbalance en el comportamiento del sistema de movilidad en todo el campus.

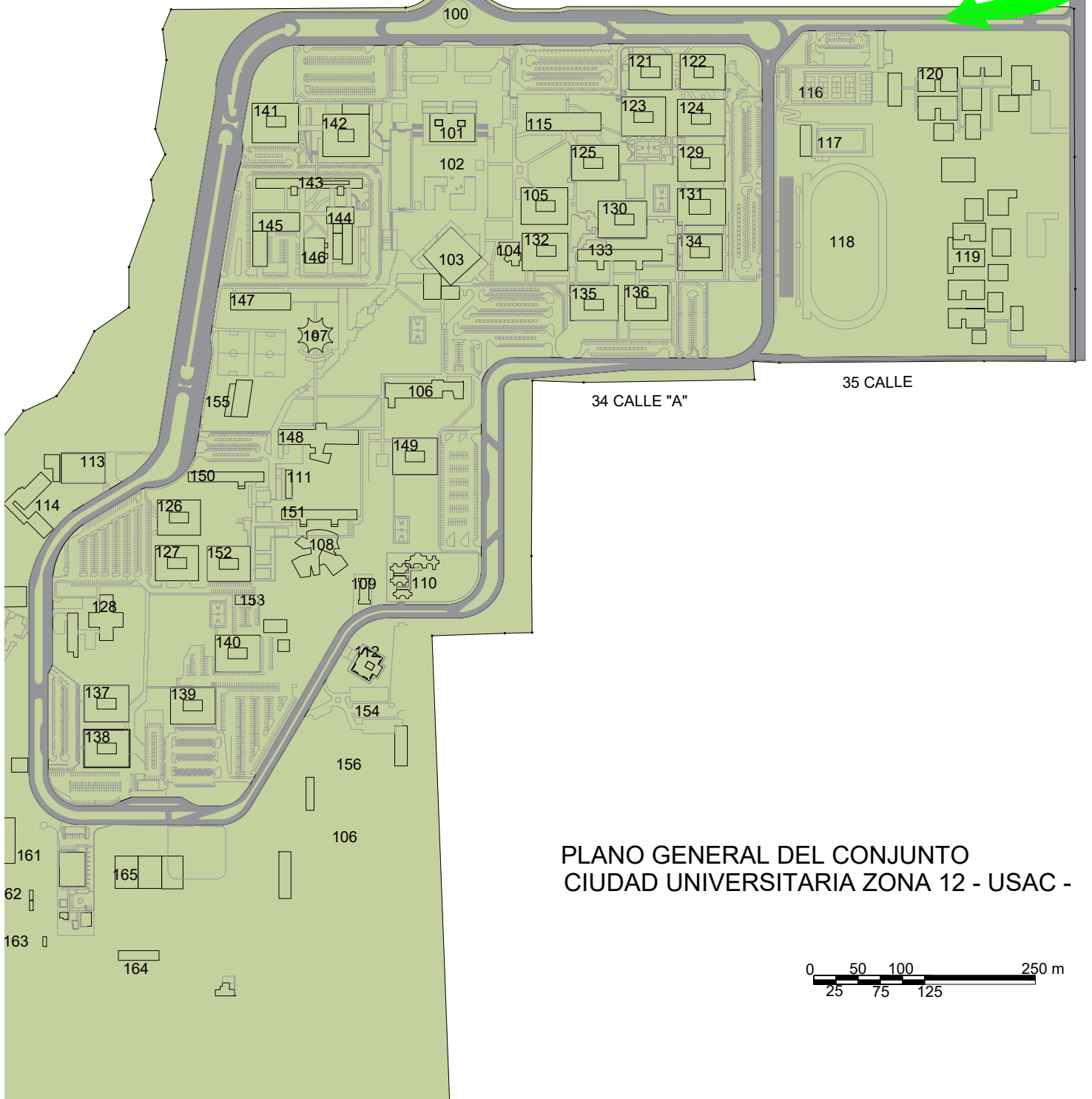
PMUS campus central USAC zona 12



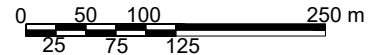
INGRESO DESDE EL PERIFERICO



31 CALLE

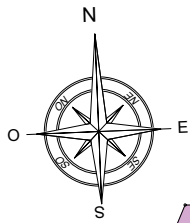
INGRESO DESDE AVE. PETAPA



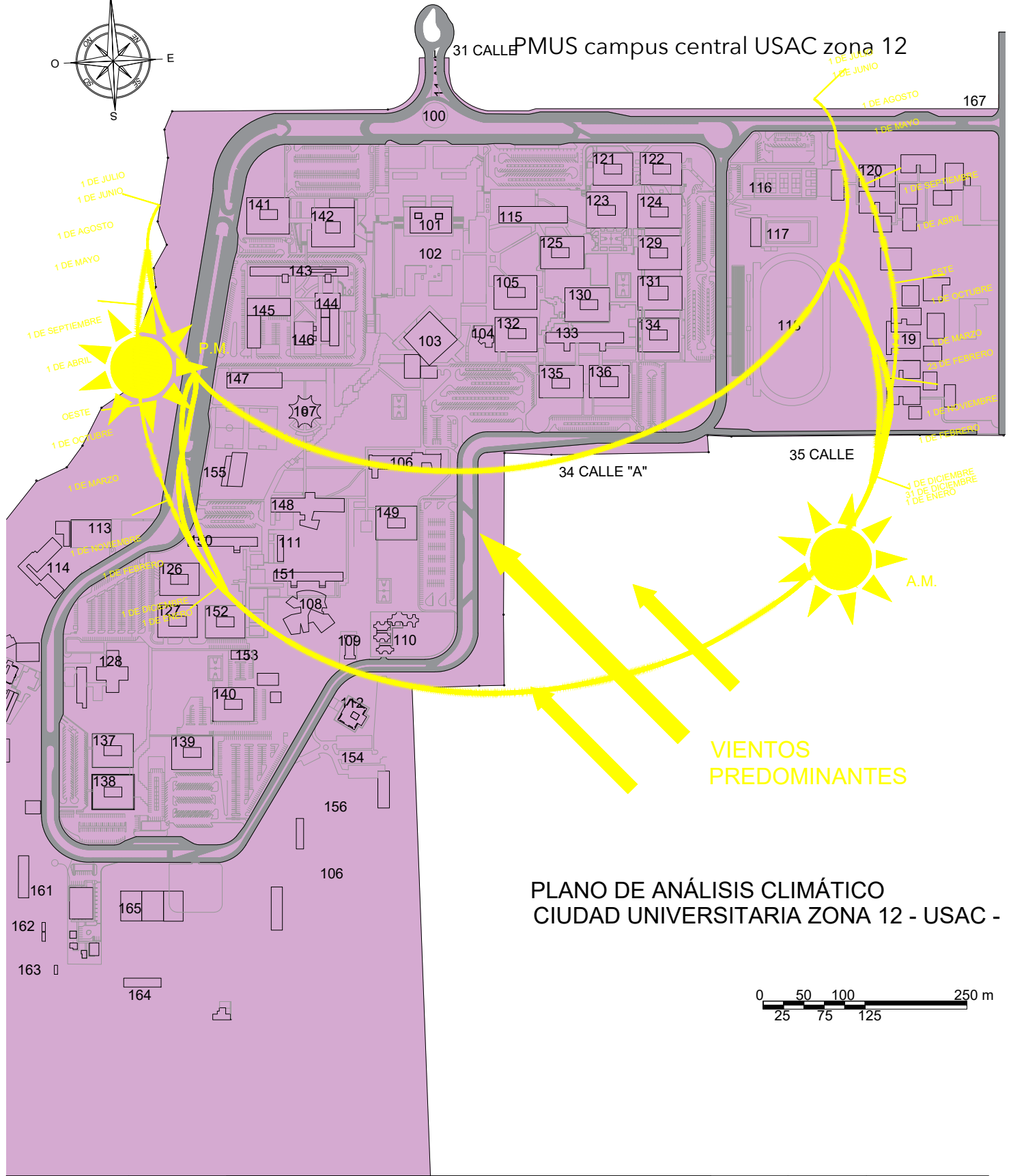
PLANO GENERAL DEL CONJUNTO CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE CONJUNTO UBICADO EN POLIGONO CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6000	HOJA: 01	



31 CALLE PMUS campus central USAC zona 12



PLANO DE ANÁLISIS CLIMÁTICO
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



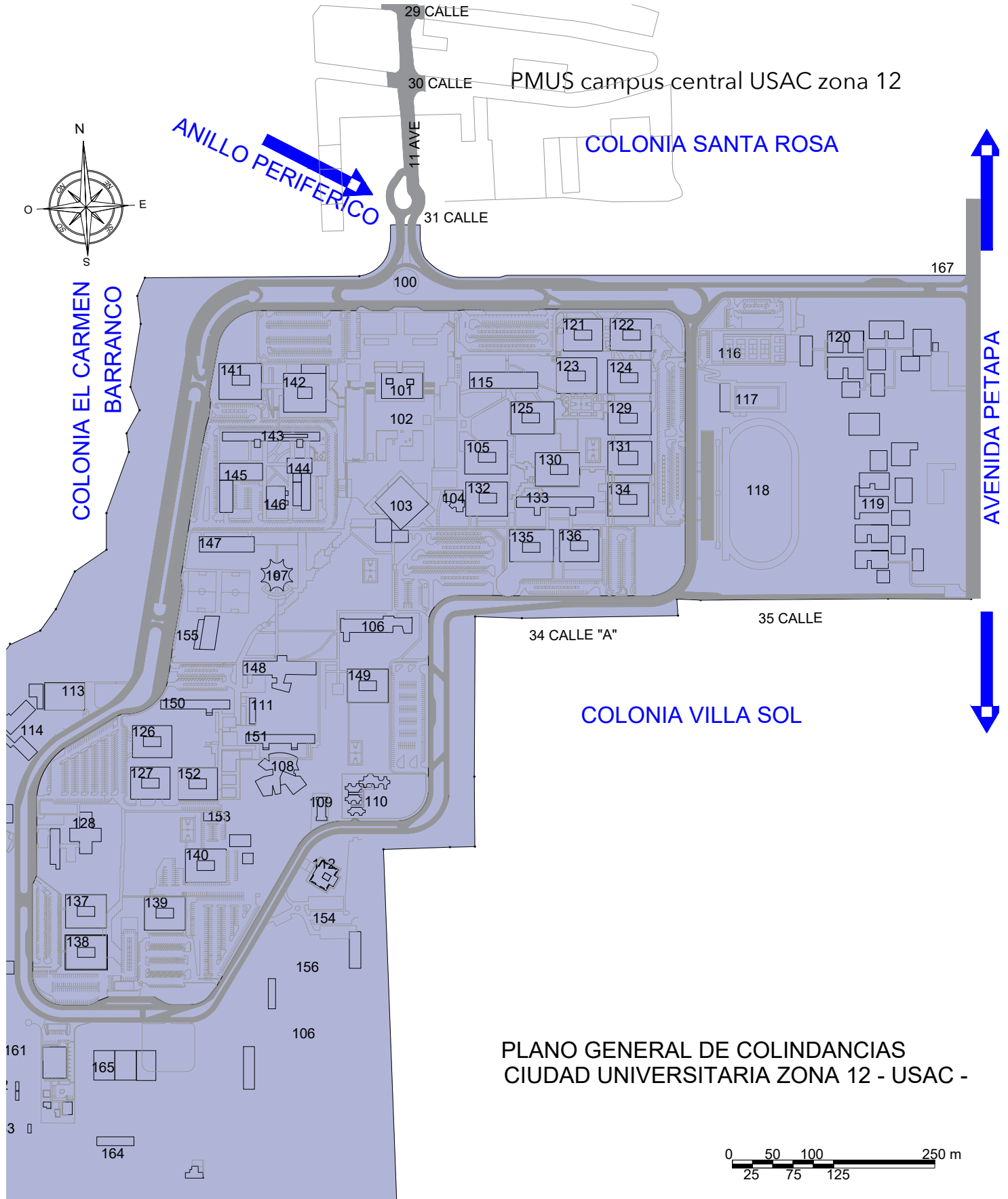
PROYECTO:
PLAN DE MOVILIDAD
URBANA SOSTENIBLE - PMUS-
CAMPUS CENTRAL USAC
CIUDAD GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE ANÁLISIS CLIMÁTICO
CAMPUS CENTRAL USAC
CIUDAD GUATEMALA

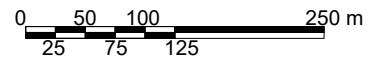
DIBUJO:
EEBG
ESCALA:
1/6000

FECHA:
2017
HOJA:
02



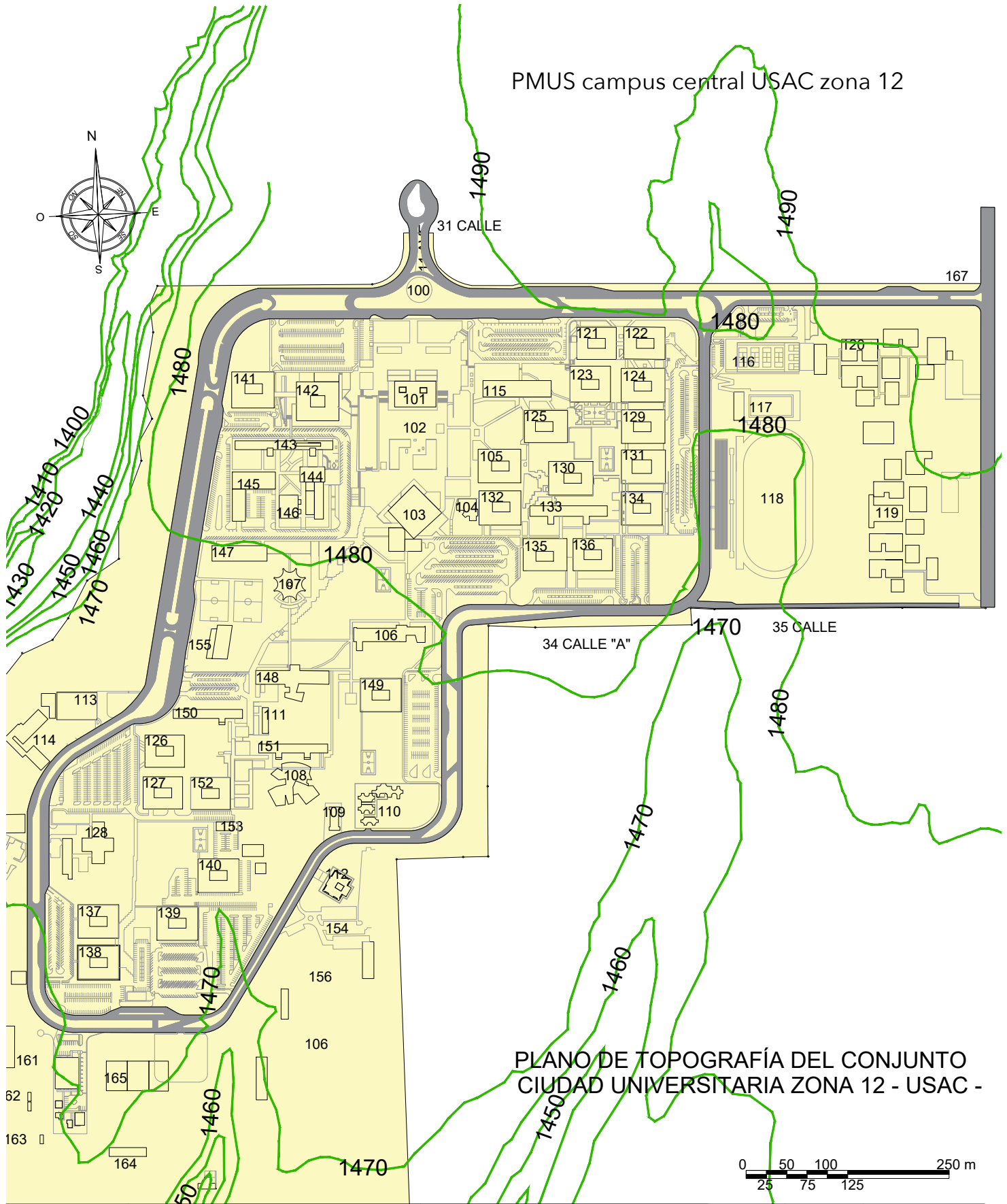


**PLANO GENERAL DE COLINDANCIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -**



	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE COLINDANCIAS CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6000	HOJA: 03	

PMUS campus central USAC zona 12



PLANO DE TOPOGRAFÍA DEL CONJUNTO
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



PROYECTO:
PLAN DE MOVILIDAD
URBANA SOSTENIBLE - PMUS-
CAMPUS CENTRAL USAC
CIUDAD GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE TOPOGRAFÍA
DEL CONJUNTO
CAMPUS CENTRAL USAC

DIBUJO:

EEBG

FECHA:

2017

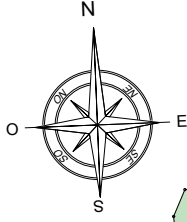
ESCALA:

1/6000

HOJA:

04



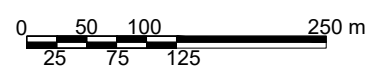


31 CALLE PMUS campus central USAC zona 12



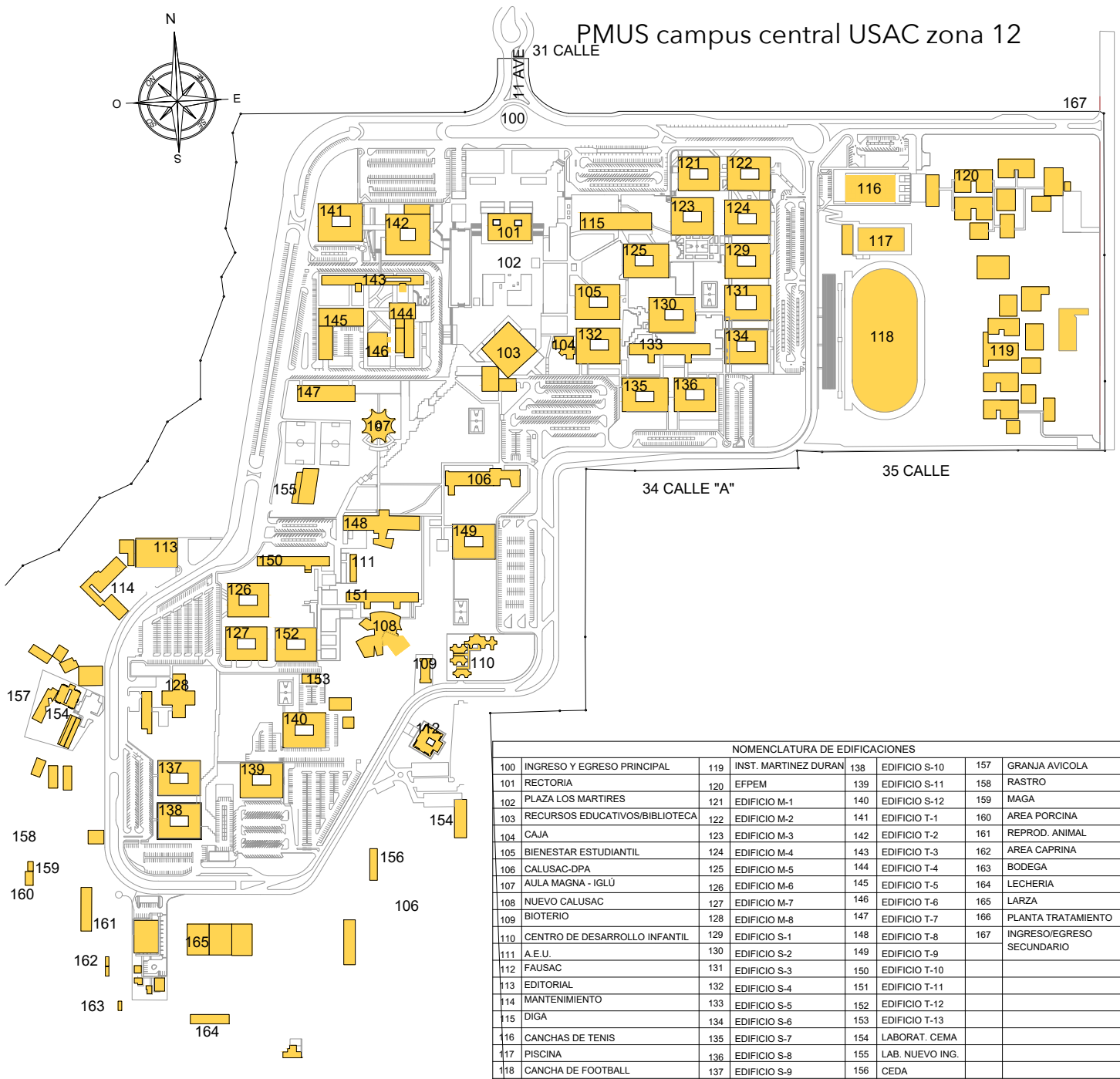
 INDICA SENTIDO DE LA VÍA

PLANO DE ESTADO ACTUAL DE VÍAS
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



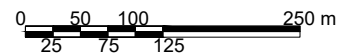
	<p>PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA</p>	<p>CONTENIDO: PLANO DE ESTADO ACTUAL DE LAS VÍAS DEL CONJUNTO CAMPUS CENTRAL USAC</p>	<p>DIBUJO: EEBG</p>	<p>FECHA: 2017</p>	
			<p>ESCALA: 1/6000</p>	<p>HOJA: 05</p>	



PMUS campus central USAC zona 12

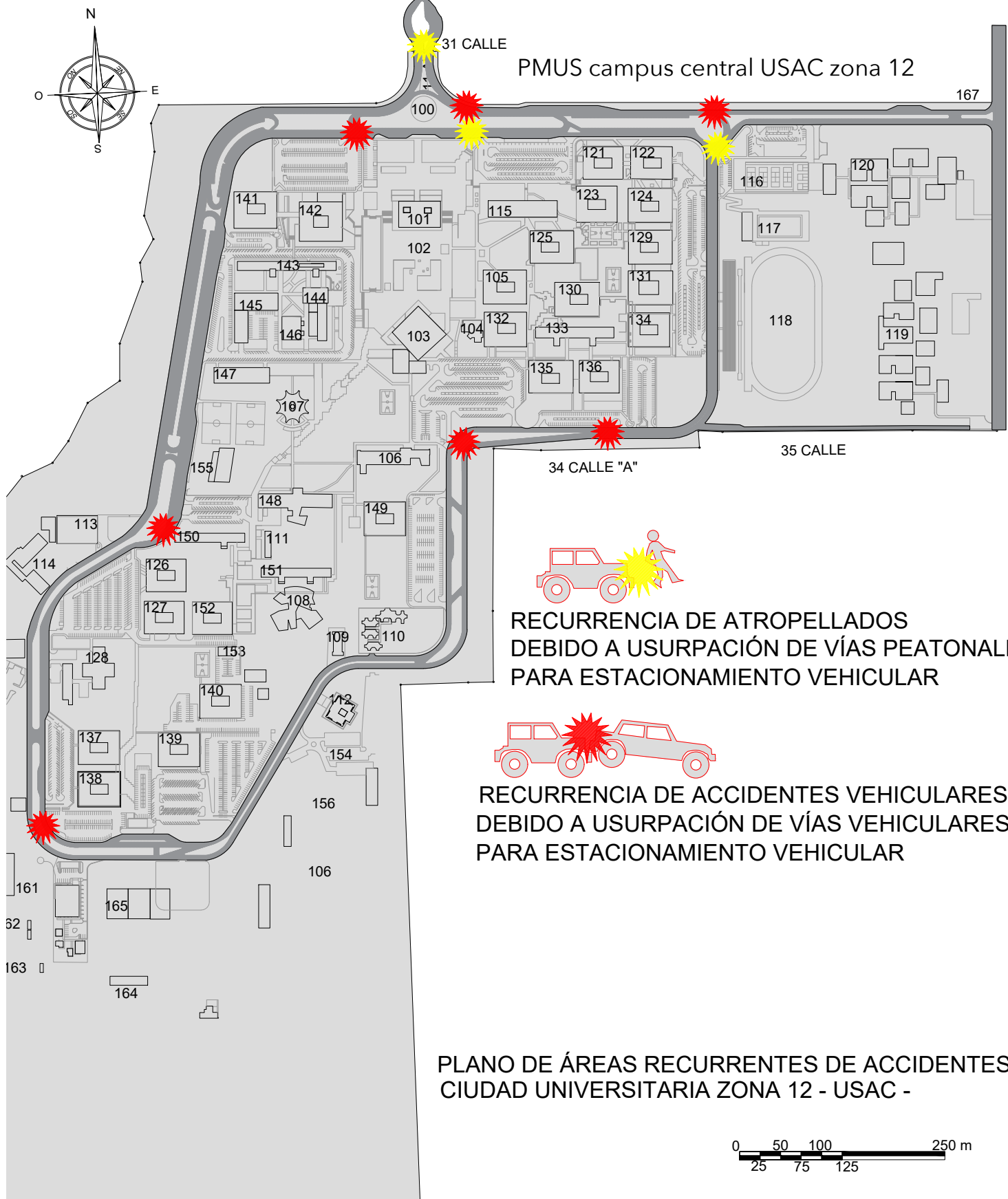


NOMENCLATURA DE EDIFICACIONES					
100	INGRESO Y EGRESO PRINCIPAL	119	INST. MARTINEZ DURAN	138	EDIFICIO S-10
101	RECTORIA	120	EFPEM	139	EDIFICIO S-11
102	PLAZA LOS MARTIRES	121	EDIFICIO M-1	140	EDIFICIO S-12
103	RECURSOS EDUCATIVOS/BIBLIOTECA	122	EDIFICIO M-2	141	EDIFICIO T-1
104	CAJA	123	EDIFICIO M-3	142	EDIFICIO T-2
105	BIENESTAR ESTUDIANTEL	124	EDIFICIO M-4	143	EDIFICIO T-3
106	CALUSAC-DPA	125	EDIFICIO M-5	144	EDIFICIO T-4
107	AULA MAGNA - IGLÚ	126	EDIFICIO M-6	145	EDIFICIO T-5
108	NUEVO CALUSAC	127	EDIFICIO M-7	146	EDIFICIO T-6
109	BIOTERIO	128	EDIFICIO M-8	147	EDIFICIO T-7
110	CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL	129	EDIFICIO S-1	148	EDIFICIO T-8
111	A.E.U.	130	EDIFICIO S-2	149	EDIFICIO T-9
112	FAUSAC	131	EDIFICIO S-3	150	EDIFICIO T-10
113	EDITORIAL	132	EDIFICIO S-4	151	EDIFICIO T-11
114	MANTENIMIENTO	133	EDIFICIO S-5	152	EDIFICIO T-12
115	DIGA	134	EDIFICIO S-6	153	EDIFICIO T-13
116	CANCHAS DE TENIS	135	EDIFICIO S-7	154	LABORAT. CEMA
117	PISCINA	136	EDIFICIO S-8	155	LAB. NUEVO ING.
118	CANCHA DE FOOTBALL	137	EDIFICIO S-9	156	CEDA
157	GRANJA AVICOLA				
158	RASTRO				
159	MAGA				
160	AREA PORCINA				
161	REPROD. ANIMAL				
162	AREA CAPRINA				
163	BODEGA				
164	LECHERIA				
165	LARZA				
166	PLANTA TRATAMIENTO				
167	INGRESO/EGRESO SECUNDARIO				

PLANO DE INFRAESTRUCTURA CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS-CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE INFRAESTRUCTURA DEL CONJUNTO CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6500	HOJA: 06	



PMUS campus central USAC zona 12

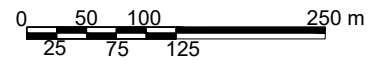
RECURRENCIA DE ATROPELLADOS
DEBIDO A USURPACIÓN DE VÍAS PEATONALE
PARA ESTACIONAMIENTO VEHICULAR



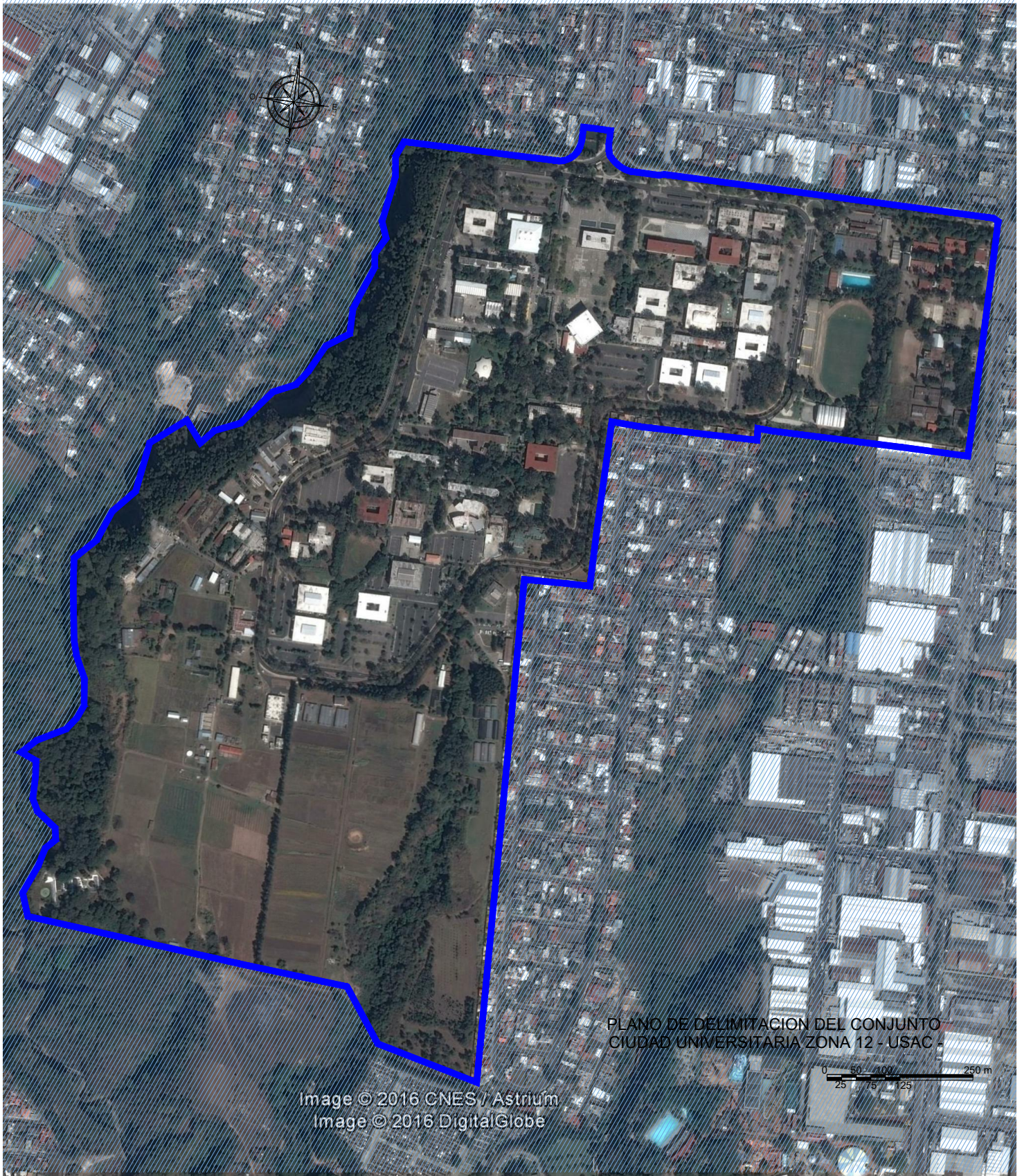
RECURRENCIA DE ACCIDENTES VEHICULARES
DEBIDO A USURPACIÓN DE VÍAS VEHICULARES
PARA ESTACIONAMIENTO VEHICULAR



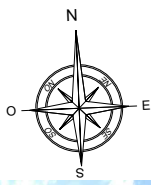
PLANO DE ÁREAS RECURRENTES DE ACCIDENTES
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



	<p>PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA</p>	<p>CONTENIDO: PLANO DE ÁREAS RECURRENTES DE ACCIDENTES CAMPUS CENTRAL USAC</p>	<p>DIBUJO: EEBG</p>	<p>FECHA: 2017</p>	
			<p>ESCALA: 1/6000</p>	<p>HOJA: 07</p>	



	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE DELIMITACIÓN DEL CONJUNTO CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/8500	HOJA: 08	



PMUS campus central USAC zona 12



70,220.28 M² DE EDIFICIOS
UTILIZANDO EL 14.55%
DEL TERRENO
DEL POLÍGONO PRINCIPAL



58,342.91 M² DE CIRCULACION PEATONAL
UTILIZANDO EL 12.92% DEL TERRENO
DEL POLÍGONO PRINCIPAL

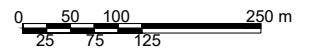


89,412.70 M² PARA PARQUEOS
UTILIZANDO EL 19.79% DEL TERRENO
DEL POLÍGONO PRINCIPAL

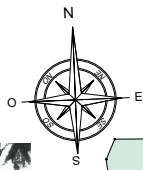


155,930.32 M² DE AREA PERMEABLE
UTILIZANDO EL 36.02% DEL TERRENO
DEL POLÍGONO PRINCIPAL

PLANO DE ÁREAS UBICADAS EN POLIGONO
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



	<p>PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA</p>	<p>CONTENIDO: PLANO DE ÁREAS UBICADAS EN EL POLÍGONO CAMPUS CENTRAL USAC</p>	<p>DIBUJO: EEBG</p>	<p>FECHA: 2017</p>	
			<p>ESCALA: 1/7500</p>	<p>HOJA: 09</p>	



PMU campus central USAC zona 12



13,256.60 M² DE CIRCULACION PEATONAL PERIFERICA UTILIZANDO EL 1.91% DEL TERRENO DEL POLIGONO SECUNDARIO



61,817.38 M² INST. MARTINEZ DURAN Y EFPEM UTILIZANDO EL 5.14% DEL TERRENO DEL TERRENO TOTAL CAMPUS



40,942.83 M² DEL BOSQUE LAS ARDILLAS UTILIZANDO EL 5.94% DEL TERRENO DEL POLIGONO SECUNDARIO



14,043.60 M² PARA PARQUEOS UTILIZANDO EL 2.04% DEL TERRENO DEL POLIGONO SECUNDARIO

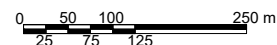


33,487.74 M² DE EDIFICIOS UTILIZANDO EL 36.02% DEL TERRENO DEL POLIGONO SECUNDARIO



623,793.201 M² DE AREA PERMEABLE UTILIZANDO EL 90.63% DEL TERRENO DEL POLIGONO SECUNDARIO

PLANO DE AREAS UBICADAS EN POLIGONO SECUNDARIO CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



PROYECTO:
PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMU - CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE ÁREAS UBICADAS EN POLÍGONO SECUNDARIO CAMPUS CENTRAL USAC

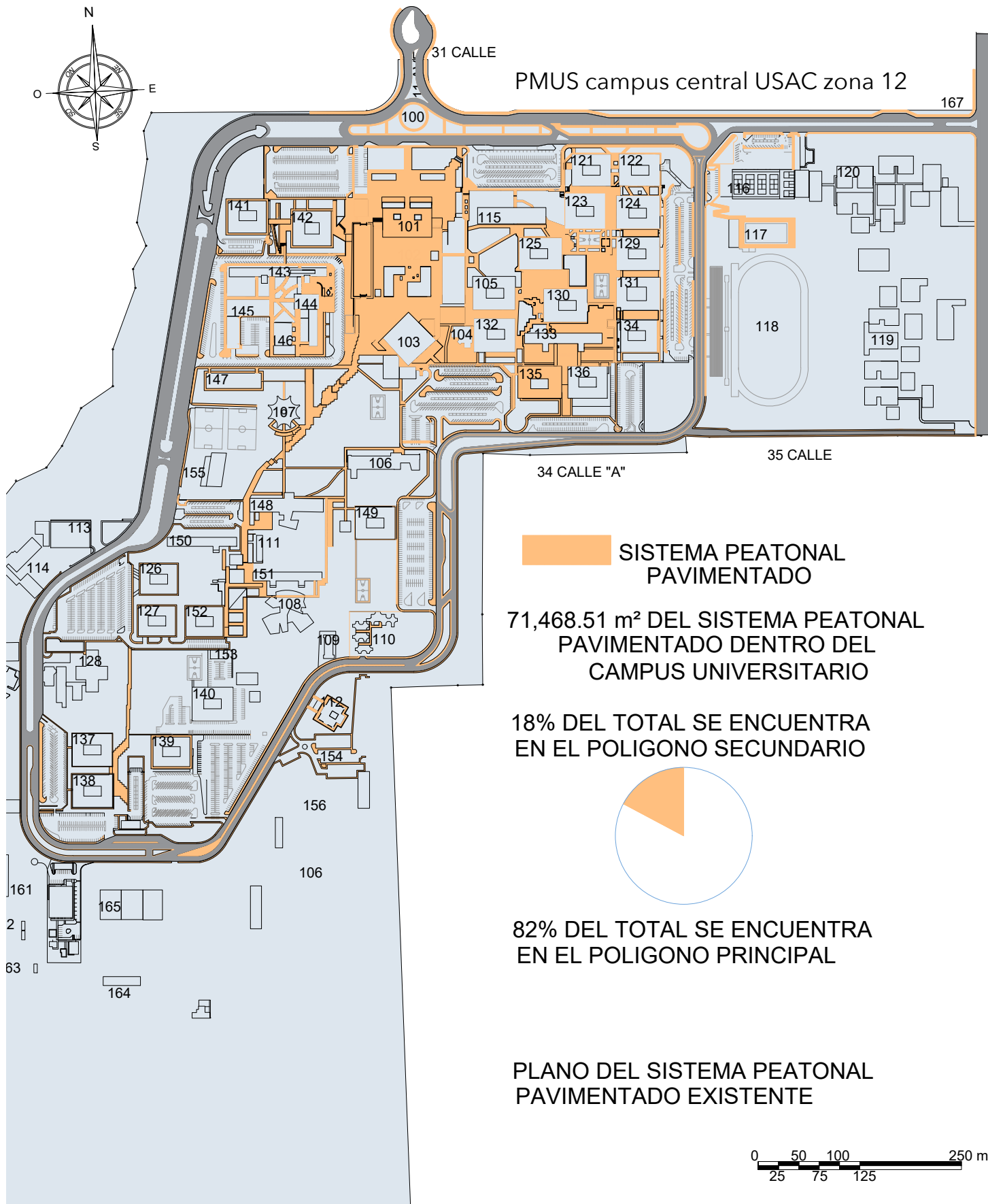
DIBUJO:
EEBG

FECHA:
2017

ESCALA:
1/8000

HOJA:
10



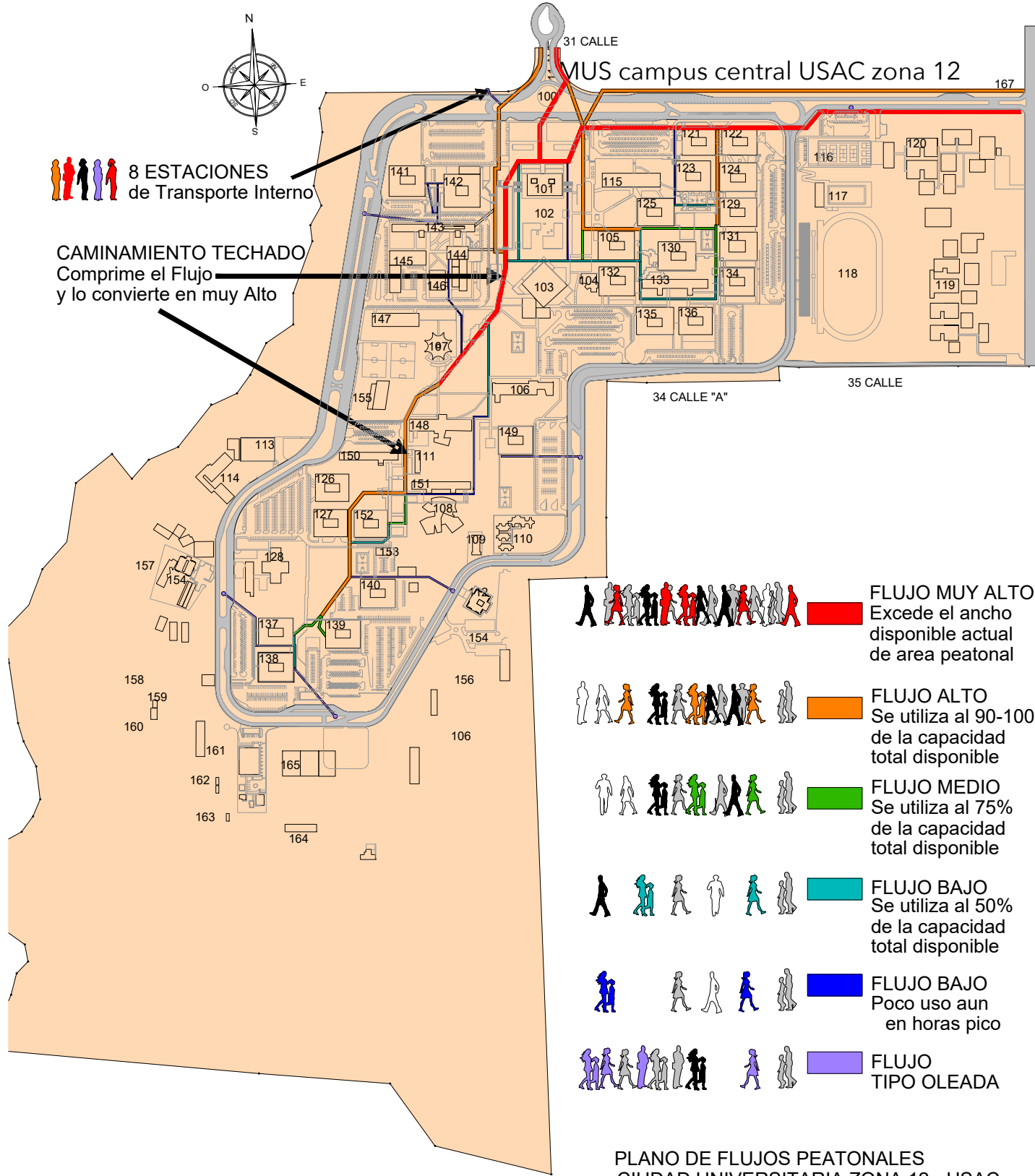


PROYECTO:
 PLAN DE MOVILIDAD
 URBANA SOSTENIBLE - PMUS-
 CAMPUS CENTRAL USAC
 CIUDAD GUATEMALA

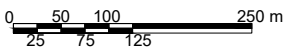
CONTENIDO:
 PLANO DEL SISTEMA PEATONAL
 PAVIMENTADO EXISTENTE
 CAMPUS CENTRAL USAC



DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017
ESCALA: 1/6000	HOJA: II

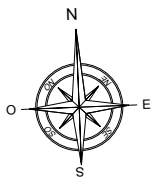




PLANO DE FLUJOS PEATONALES
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



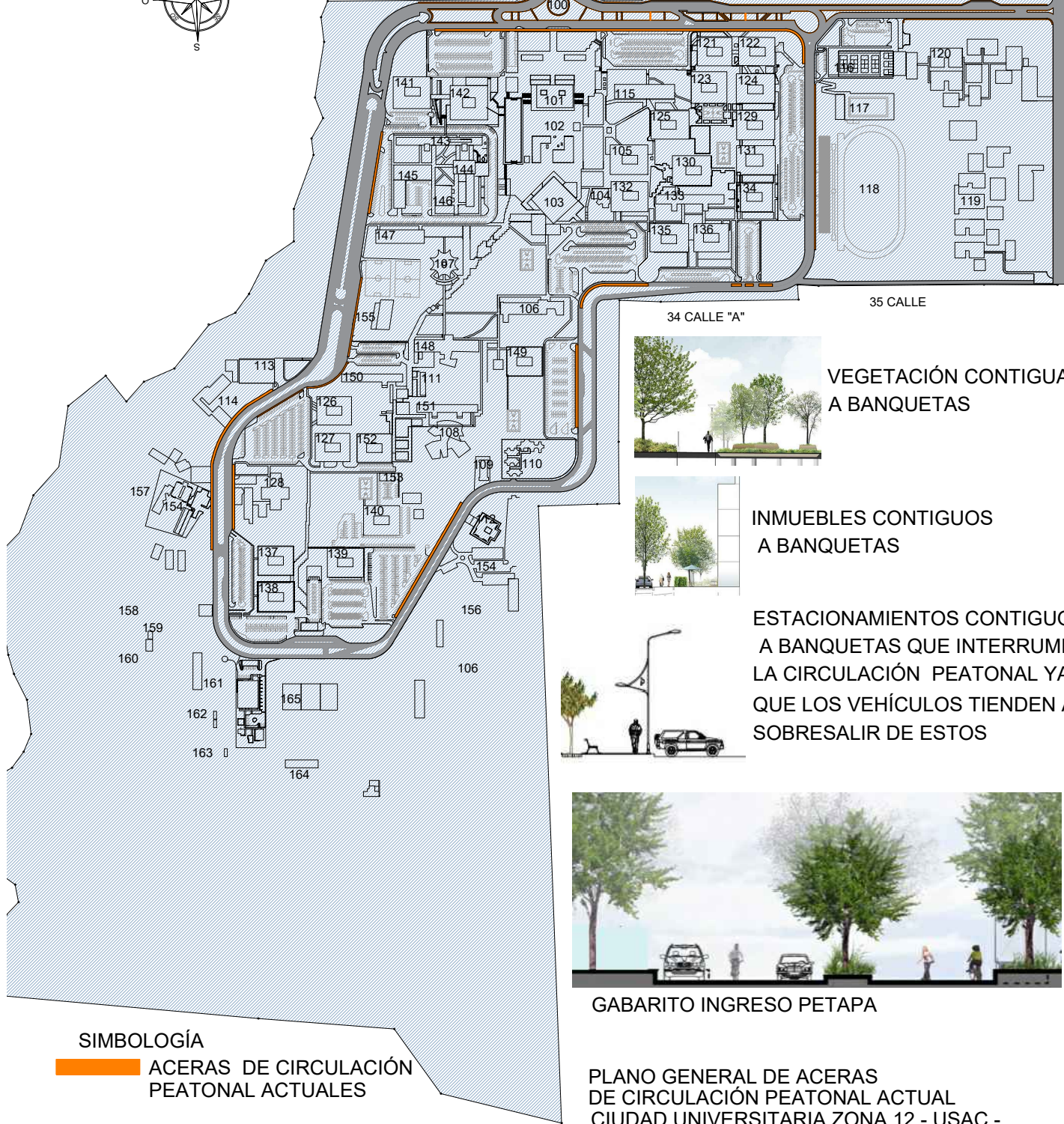
	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE FLUJOS PEATONALES DEL CONJUNTO CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/7500	HOJA: 12	



31 CALLE

PMUS campus central USAC zona 12

167

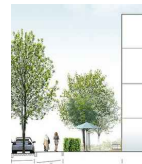


SIMBOLOGÍA

 ACERAS DE CIRCULACIÓN PEATONAL ACTUALES



VEGETACIÓN CONTIGUA A BANQUETAS



INMUEBLES CONTIGUOS A BANQUETAS

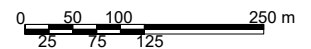




ESTACIONAMIENTOS CONTIGUOS A BANQUETAS QUE INTERRUMPE LA CIRCULACIÓN PEATONAL YA QUE LOS VEHÍCULOS TIENDEN A SOBRESALIR DE ESTOS

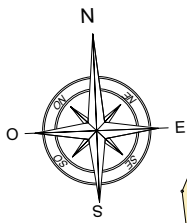


GABARITO INGRESO PETAPA

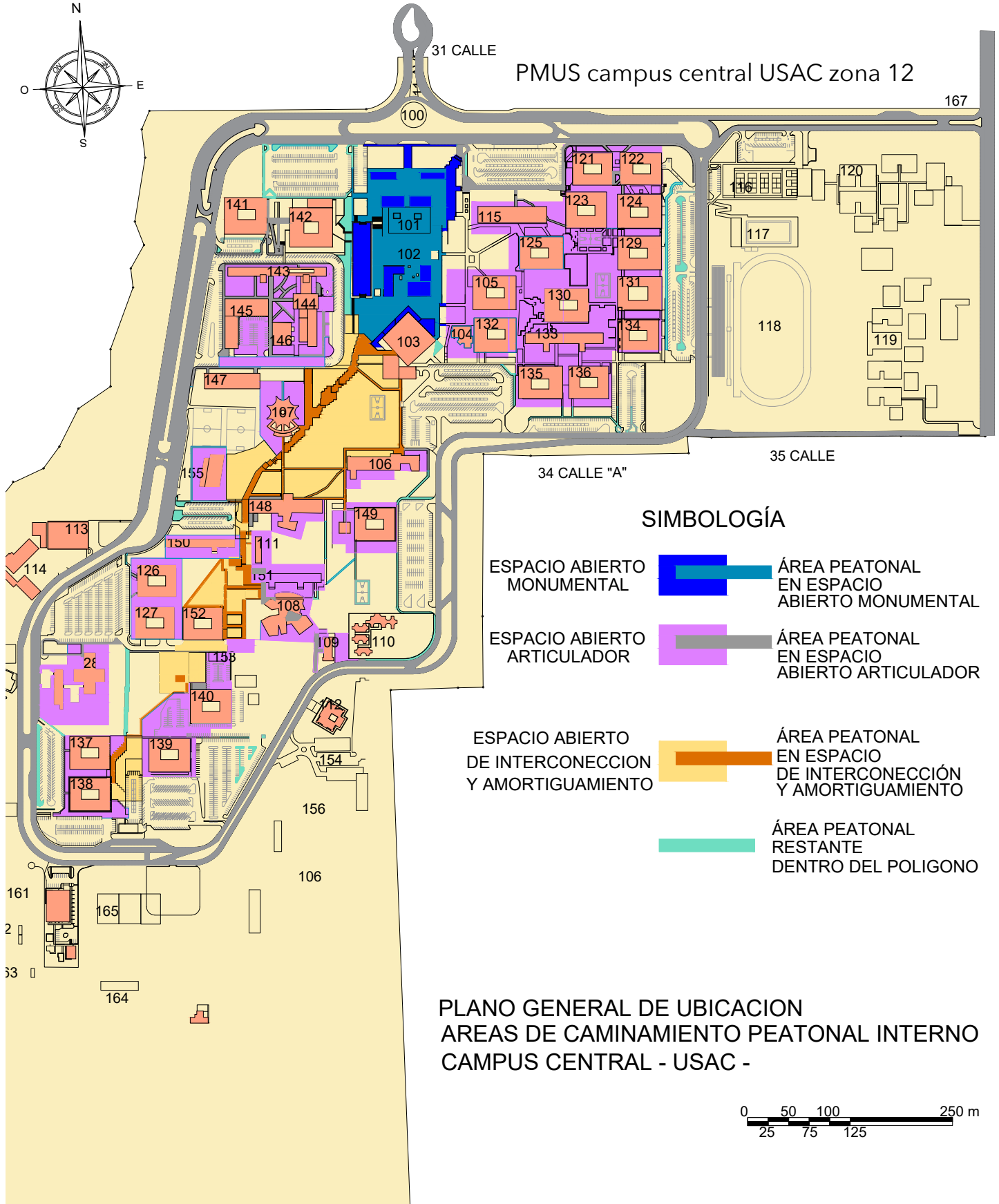
PLANO GENERAL DE ACERAS DE CIRCULACIÓN PEATONAL ACTUAL CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



	<p>PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA</p>	<p>CONTENIDO: PLANO GENERAL DE ACERAS DE CIRCULACIÓN PEATONAL ACTUALES CAMPUS CENTRAL USAC</p>	<p>DIBUJO: EEBG</p>	<p>FECHA: 2017</p>	
			<p>ESCALA: 1/7500</p>	<p>HOJA: 13</p>	



PMUS campus central USAC zona 12



SIMBOLOGÍA

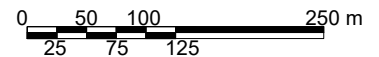
- ESPACIO ABIERTO MONUMENTAL

 ÁREA PEATONAL EN ESPACIO ABIERTO MONUMENTAL
- ESPACIO ABIERTO ARTICULADOR

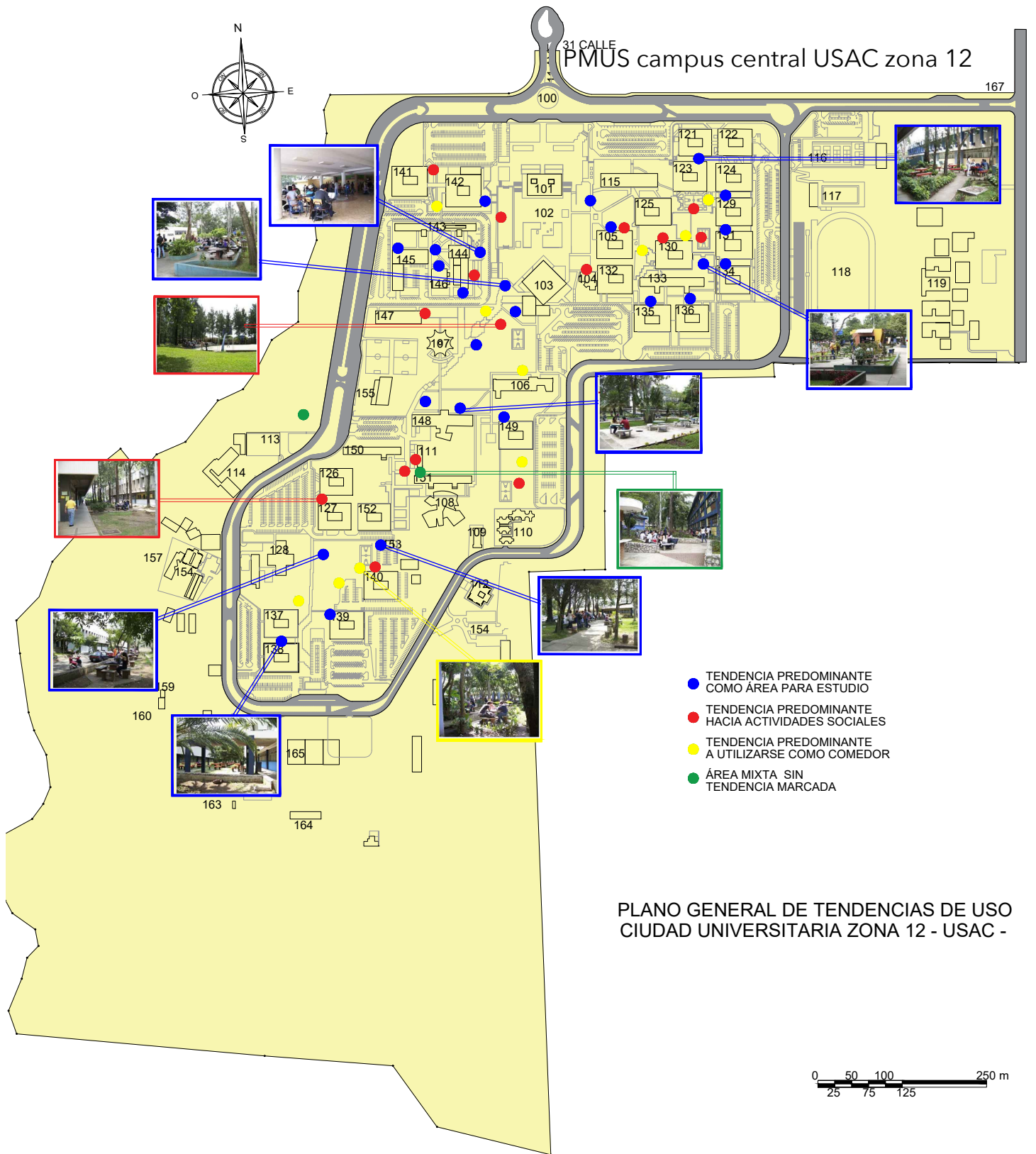
 ÁREA PEATONAL EN ESPACIO ABIERTO ARTICULADOR
- ESPACIO ABIERTO DE INTERCONEXIÓN Y AMORTIGUAMIENTO

 ÁREA PEATONAL EN ESPACIO DE INTERCONEXIÓN Y AMORTIGUAMIENTO
- ESPACIO ABIERTO RESTANTE DENTRO DEL POLIGONO

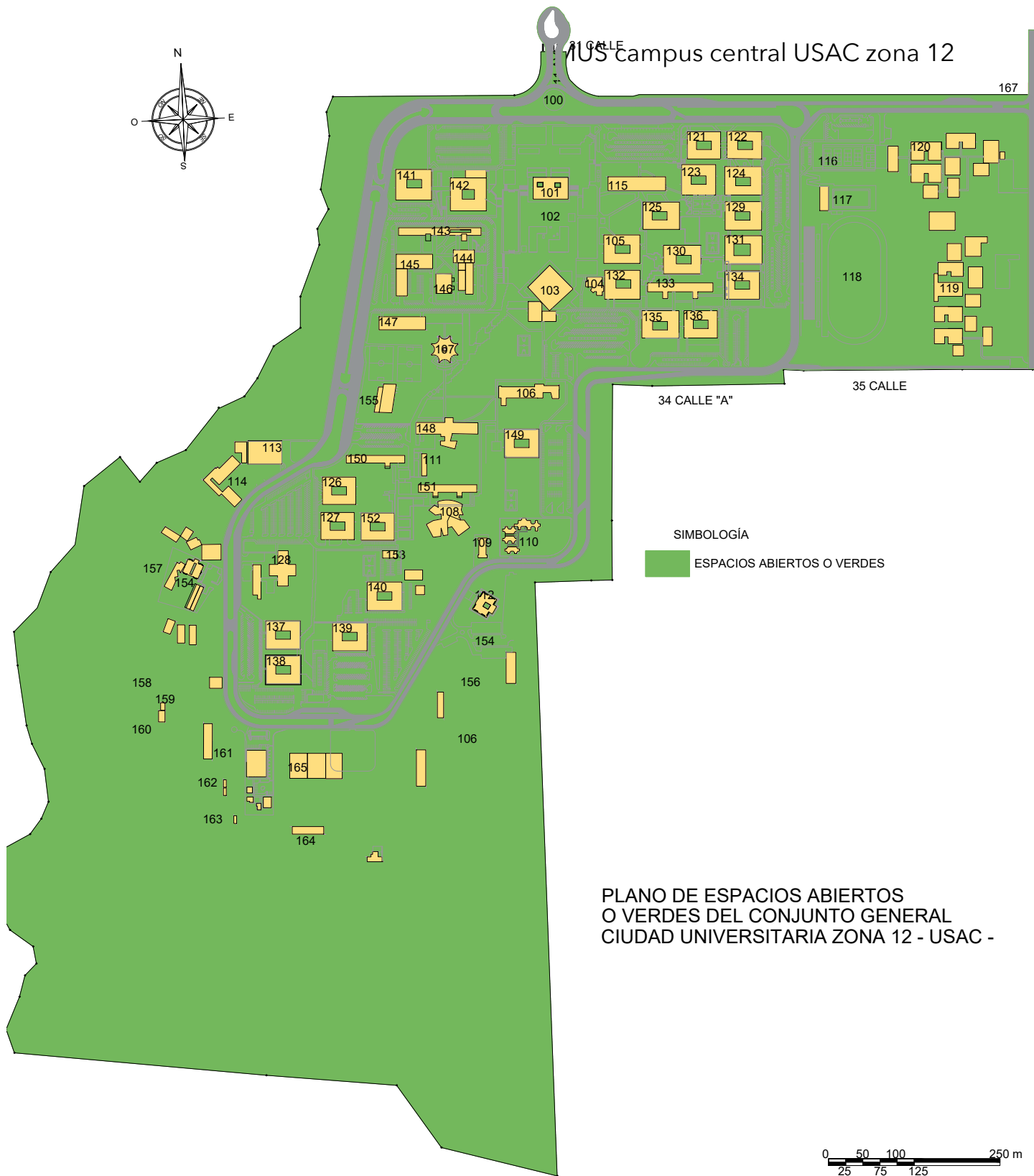
**PLANO GENERAL DE UBICACION
 AREAS DE CAMINAMIENTO PEATONAL INTERNO
 CAMPUS CENTRAL - USAC -**



	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO GENERAL DE UBICACIÓN ÁREAS DE CAMINAMIENTO PEATONAL INTERNO CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6000	HOJA: 14	

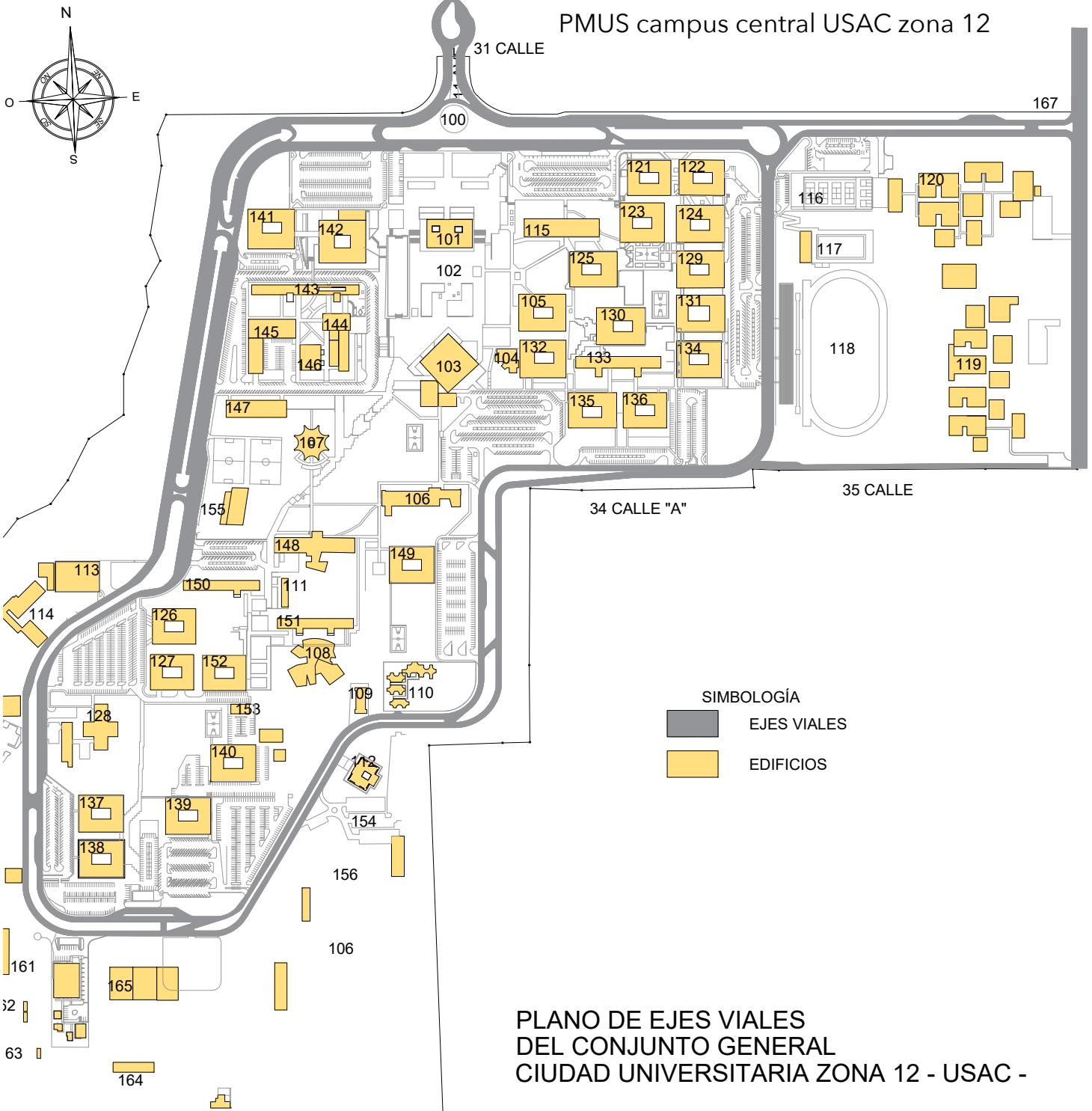


	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO GENERAL DE TENDENCIAS DE USO CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/7500	HOJA: 15	



	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE ESPACIOS ABIERTOS ÁREAS VERDES DEL CONJUNTO CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/7500	HOJA: 17	

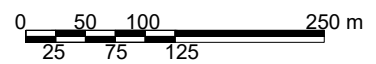
PMUS campus central USAC zona 12





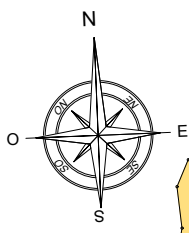
SIMBOLOGÍA

- EJES VIALES
- EDIFICIOS

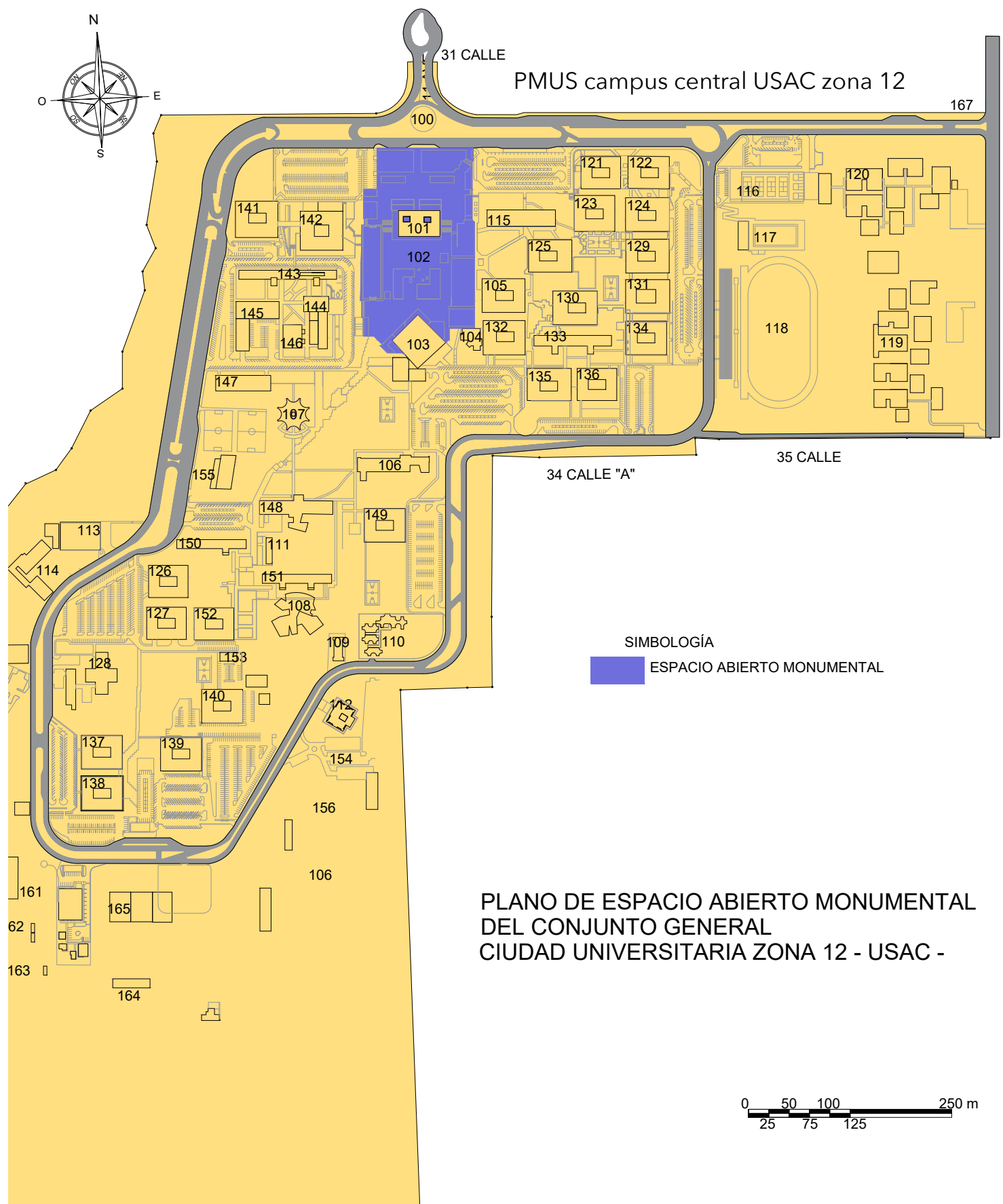
**PLANO DE EJES VIALES
DEL CONJUNTO GENERAL
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -**



	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE EJES VIALES DEL CONJUNTO GENERAL CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6000	HOJA: 18	

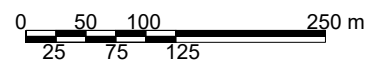


PMUS campus central USAC zona 12

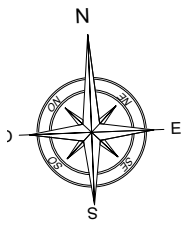


SIMBOLOGÍA
 ESPACIO ABIERTO MONUMENTAL

PLANO DE ESPACIO ABIERTO MONUMENTAL
 DEL CONJUNTO GENERAL
 CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -

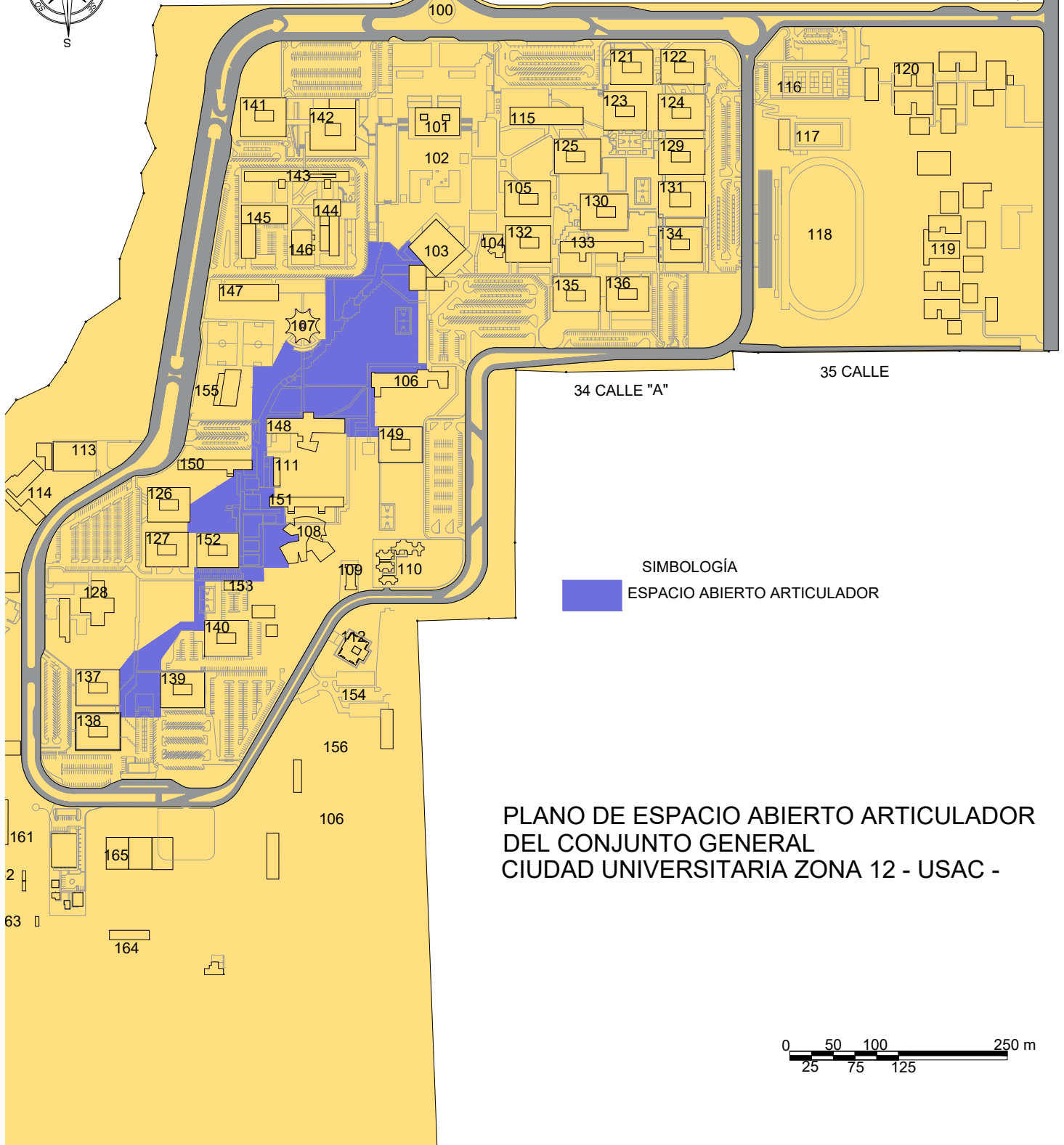


	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE ESPACIO ABIERTO MONUMENTAL DEL CONJUNTO CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6000	HOJA: 19	

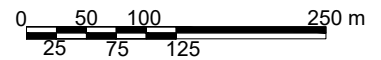


31 CALLE PMUS campus central USAC zona 12

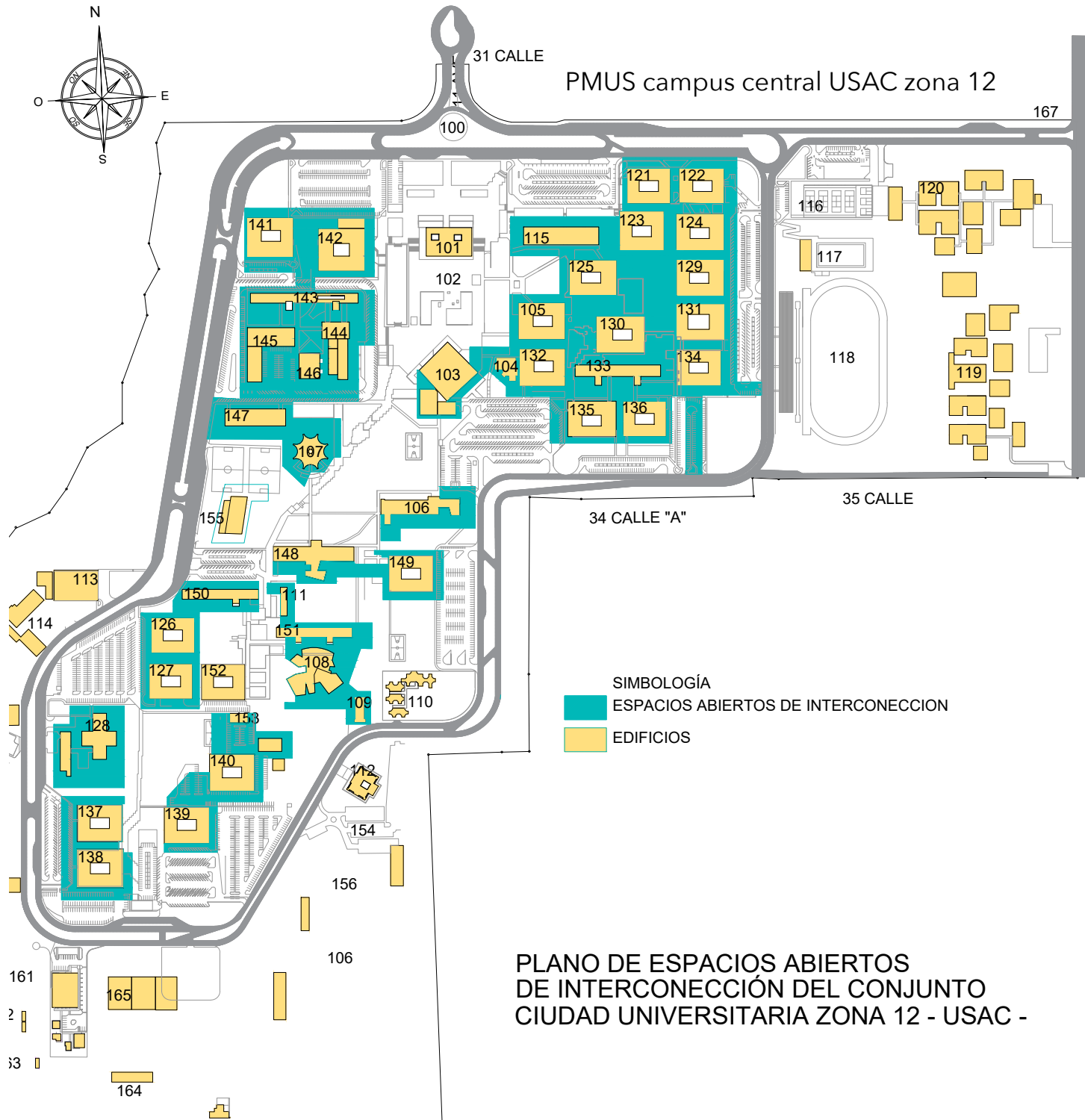
167



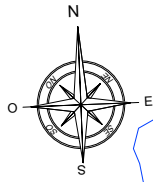
**PLANO DE ESPACIO ABIERTO ARTICULADOR
DEL CONJUNTO GENERAL
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -**



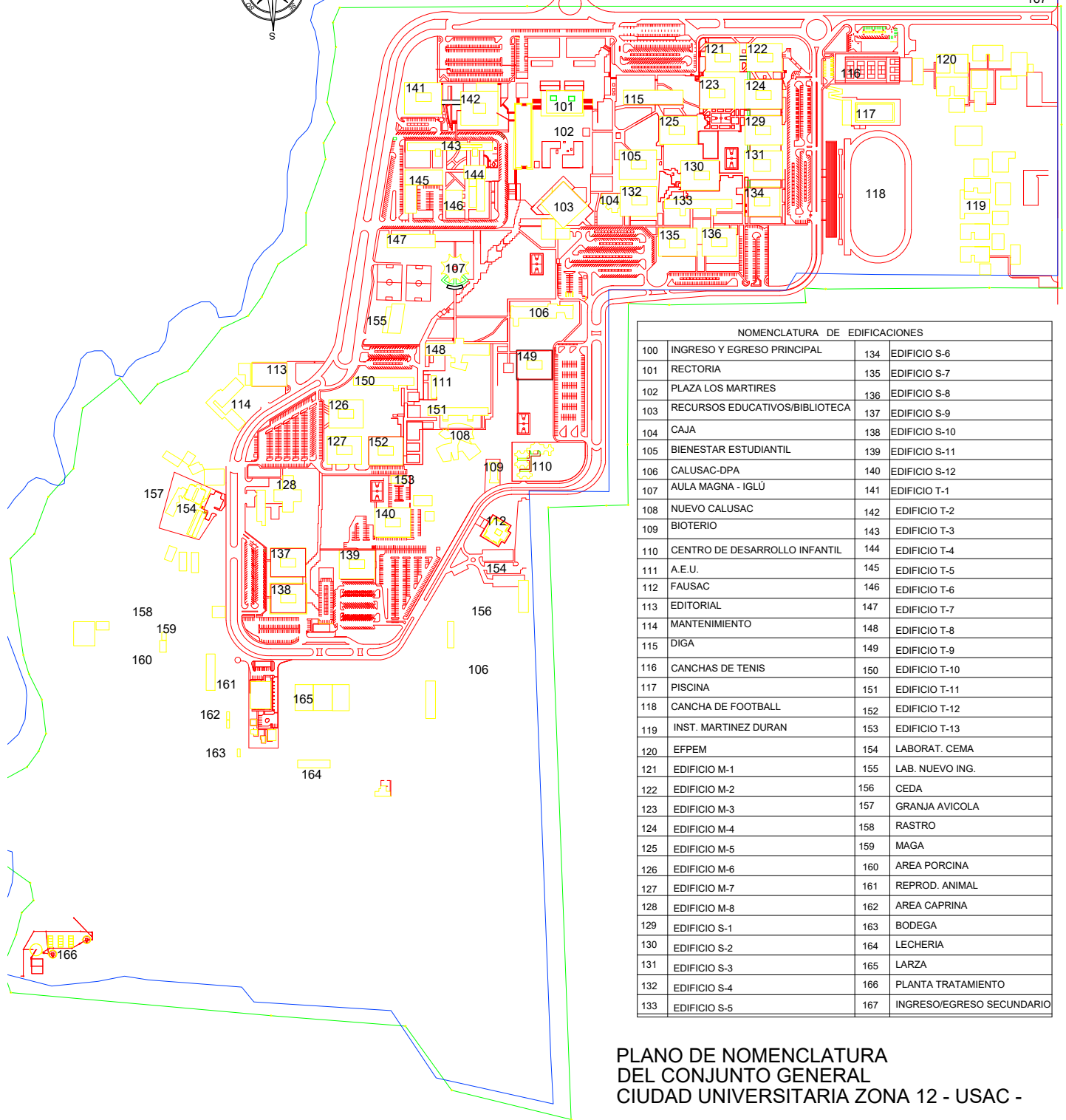
	<p>PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA</p>	<p>CONTENIDO: PLANO DE ESPACIO ABIERTO ARTICULADOR DEL CONJUNTO CAMPUS CENTRAL USAC</p>	<p>DIBUJO: EEBG</p>	<p>FECHA: 2017</p>	
			<p>ESCALA: 1/6000</p>	<p>HOJA: 20</p>	



	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE ESPACIOS ABIERTOS DE INTERCONECCIÓN DEL CONJUNTO CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6000	HOJA: 21	

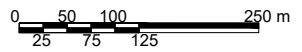


PMUS campus central USAC zona 12



NOMENCLATURA DE EDIFICACIONES			
100	INGRESO Y EGRESO PRINCIPAL	134	EDIFICIO S-6
101	RECTORIA	135	EDIFICIO S-7
102	PLAZA LOS MARTIRES	136	EDIFICIO S-8
103	RECURSOS EDUCATIVOS/BIBLIOTECA	137	EDIFICIO S-9
104	CAJA	138	EDIFICIO S-10
105	BIENESTAR ESTUDIANTIL	139	EDIFICIO S-11
106	CALUSAC-DPA	140	EDIFICIO S-12
107	AULA MAGNA - IGLÚ	141	EDIFICIO T-1
108	NUEVO CALUSAC	142	EDIFICIO T-2
109	BIOTERIO	143	EDIFICIO T-3
110	CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL	144	EDIFICIO T-4
111	A.E.U.	145	EDIFICIO T-5
112	FAUSAC	146	EDIFICIO T-6
113	EDITORIAL	147	EDIFICIO T-7
114	MANTENIMIENTO	148	EDIFICIO T-8
115	DIGA	149	EDIFICIO T-9
116	CANCHAS DE TENIS	150	EDIFICIO T-10
117	PISCINA	151	EDIFICIO T-11
118	CANCHA DE FOOTBALL	152	EDIFICIO T-12
119	INST. MARTINEZ DURAN	153	EDIFICIO T-13
120	EFPEM	154	LABORAT. CEMA
121	EDIFICIO M-1	155	LAB. NUEVO ING.
122	EDIFICIO M-2	156	CEDA
123	EDIFICIO M-3	157	GRANJA AVICOLA
124	EDIFICIO M-4	158	RASTRO
125	EDIFICIO M-5	159	MAGA
126	EDIFICIO M-6	160	AREA PORCINA
127	EDIFICIO M-7	161	REPROD. ANIMAL
128	EDIFICIO M-8	162	AREA CAPRINA
129	EDIFICIO S-1	163	BODEGA
130	EDIFICIO S-2	164	LECHERIA
131	EDIFICIO S-3	165	LARZA
132	EDIFICIO S-4	166	PLANTA TRATAMIENTO
133	EDIFICIO S-5	167	INGRESO/EGRESO SECUNDARIO

PLANO DE NOMENCLATURA DEL CONJUNTO GENERAL CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE NOMENCLATURA DEL CONJUNTO GENERAL CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017
			ESCALA: 1/7500	HOJA: 22



Capítulo cinco

Plan de movilidad urbana sostenible

Plan de Movilidad Urbana Sostenible

1. Transporte colectivo de propulsión eléctrica

- Accesibilidad para la movilidad en el sistema de vías.
- Adecuación de paradas y vehículos de Transporte Colectivo Interno.
- Transporte público y flotas de propulsión eléctrica.
- Transporte Colectivo Interno de propulsión eléctrica.

2. Estacionamientos

- Regulación de intersecciones para Transporte Colectivo Interno
- Nuevas regulaciones de los aparcamientos públicos y privados.
- Aparcamientos de disuasión.

3. Integración modal

- Intercambiadores Modales

4. Control y ordenamiento de tráfico

- Carriles bus, plataformas reservadas y carriles para vehículos de alta ocupación.
- Templado de tráfico, zona 30, etc.
- Separación de flujos.
- Mejora de la señalización.
- Mejora de intersecciones.

“Un Plan de Movilidad Urbana Sostenible es un plan estratégico basado en prácticas de planificación existentes y que tiene en cuenta los principios de integración, participación y evaluación para satisfacer las necesidades presentes y futuras de movilidad de las personas, para una mayor calidad de vida en centros urbanos y sus alrededores, y tiene como objetivo crear un sistema de transporte urbano sostenible a partir de:

- *Garantizar la accesibilidad para todos al lugar de trabajo y a los servicios*
- *Mejorar la seguridad*
- *Reducir la contaminación, las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de energía*
- *Aumentar la eficiencia y la efectividad de costos del transporte de pasajeros y de mercancías*
- *Hacer más atractivo y mejorar la calidad del entorno urbano”²⁴*

²⁴Monzon, Cascajo, Madrigal y Lopez, A.Monzón, R. Cascajo, E. Madrigal y C. López, TRANSyT, Centro de Investigación del Transporte de la Universidad Politécnica de Madrid, “PMUS: Guía práctica para la elaboración e implantación de planes de movilidad urbana sostenible”, IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, C/ Madera, 8, E-28004-Madrid, comunicacion@idae.es, www.idae.es

“Un plan de Movilidad Urbana Sostenible puede verse también como un medio para afrontar eficientemente problemas relacionados con el transporte en áreas urbanas, basándose en prácticas actuales y con la mejora de la infraestructura existentes, sus características básicas son:

- una estrategia participativa
- un compromiso con la sostenibilidad
- un enfoque integrado
- una visión clara y con objetivos medibles
- una revisión de los costos y beneficios del transporte”²⁵

Medidas de un plan de movilidad urbana sostenible:

Los planes de movilidad urbana sostenible se desarrollan mediante políticas de regulación de la movilidad y de la accesibilidad, entre las que se incluyen:

- Regulación y control del acceso y del estacionamiento en centros urbanos.
- Desarrollo y mejora de la oferta de los diferentes modos de transporte público.
- Desarrollo de medidas de integración institucional, tarifaria y física de los diferentes sistemas de transporte público y su intermodalidad.
- Potenciación de estacionamientos de disuasión en las estaciones o paradas de las afueras de las ciudades o en el ámbito metropolitano o en centros urbanos de gran importancia.
- Ordenamiento y explotación de la red principal vehicular, en relación a los diferentes modos de transporte
- Fomento de la movilidad a pie y en bicicleta, mediante la construcción y/o reserva de espacios y la supresión de barreras arquitectónicas, para el peatón y la bicicleta, en un entorno adecuado, seguro y agradable para los usuarios
- Gestión de la movilidad en aspectos relativos a grandes centros atractores.
- Regulación de la carga, descarga y reparto de mercancías en la ciudad o centro urbano.

Los planes de movilidad urbana deben ser implantados por la Administración General del Centro Urbano, en nuestro caso deberá ser el Consejo Superior Universitario el que promueva la implantación del PMUS Campus Central Usac. La administración universitaria debe desarrollar las medidas que mejor se adapten a sus circunstancias y características, es decir, estrategias que afronten los problemas de movilidad evitando los efectos nocivos, buscando de esta manera el objetivo de movilidad sostenible. Así, en una planificación integral habrá que tener en cuenta objetivos económicos, sociales y ambientales para definir soluciones sin efectos negativos. Por ejemplo, la mejora o ampliación de una carretera puede reducir la congestión y mejorar el tiempo de viaje, pero el aumento de velocidades puede aumentar los

²⁵ Cambiando los hábitos de consumo energético, Directrices para programas dirigidos al cambio de comportamiento, IDAE, Coordinadores técnicos: Antoinet Smits, SenterNovem, Directora editorial: Virginia Vivanco Cohn, IDAE, Bo Dahlbom, Universidad de Gotemburgo, Heather Greer, NRL, Cees, Egmond, SenterNovem, Ruud Jonkers, RESCON.

problemas de contaminación y ruido, además de ser perjudicial desde el punto de vista de la eficiencia energética y potenciar la expansión urbana.

Las medidas a aplicar para abordar la resolución de los problemas de movilidad en el entorno urbano es uno de los puntos fundamentales del proceso. Hay que tener en cuenta que mediante la combinación de medidas se definen las estrategias, y que una adecuada combinación de las medidas puede potenciar considerablemente los efectos derivados de su implantación. Por lo tanto, es importante definir la adecuada combinación de medidas que permita desarrollar una estrategia óptima, tanto por su efectividad, como por la reducción de costos y la aceptación social.

La situación deseable sería que el PMUS se enmarcara dentro de una estrategia de desarrollo regional en el que se definan los objetivos a alcanzar por los planes municipales y la coordinación entre todos los niveles sociales.

Como se puede comprobar, puede ocurrir que las medidas contempladas no sean competencia exclusiva de una Municipalidad, pueden ser competencia estatal correspondiente. Puede tratarse incluso de medidas a adoptar por empresas o instituciones (planes de transporte a centros de trabajo). De ahí la importancia de promover el consenso ya no sólo con los usuarios del campus, sino también con otros actores, como el resto de las administraciones municipales y los grupos sociales.

En el caso que nos compete en el presente trabajo, se ha definido que los campos de acción sobre los que se plantea el Plan de Movilidad Urbana Sostenible para el Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que responden a un plan articulado para enfrentar de manera eficiente e integral los problemas de movilidad son:

- Transporte colectivo Interno
- Estacionamientos
- Integración modal
- Ordenamiento de tránsito

En lo que se refiere al Transporte Colectivo Interno, esta propuesta plantea potenciar la iniciativa que ya está en funcionamiento dentro del perímetro del Campus Central de la Usac mediante las siguientes acciones:

Sustitución de buses a diesel por una flota de buses eléctricos. Se proponen buses con especificaciones de carga similares a los utilizados actualmente, con este cambio se pretende minimizar el gasto en funcionamiento, pero lo más importante es la reducción de emisiones de gases efecto invernadero dentro del campus que esto implica.

Incremento de la cantidad de buses de la flota, se pretende ampliar gradualmente la cantidad de unidades en circulación a medida que se va implementando la totalidad del sistema, dado que se persigue que la gran mayoría de la comunidad universitario

utilice el este transporte se hará necesario contar con un sistema mas robusto y constante.

Transporte colectivo de propulsión eléctrica

Se ha determinado que los modos alternativos de propulsión eléctrica consumen menos energía y son menos contaminantes. La adopción de este tipo de tecnologías para la flota de transporte público es una medida muy adecuada desde varios puntos de vista, porque es una fracción del parque vehicular que contaminará menos y segundo, porque además permite que las nuevas tecnologías vayan abriendo mercado y así evolucionando, al mismo tiempo que contribuye a dar ejemplo y crear conciencia en la ciudadanía con respecto a el uso de nuevas tecnologías menos contaminantes.

Es necesario implementar medidas que promuevan las zonas urbanas de bajas emisiones con limitaciones para el transporte contaminante, la Ciudad Universitaria debe convertirse en una zona de baja emisión de gases contaminantes como ejemplo para otras instituciones, la comunidad universitaria y la población en general.

Supresión de barreras para el peatón

Esta parte de la propuesta propone el mejoramiento o creación de vías peatonales seguras y cómodas para los usuarios, que den acceso fácil y ordenando a las diferentes paradas de los buses del Transporte Colectivo Interno desde los diferentes edificios académicos y administrativos del campus y viceversa, con esto se promueve el uso del sistema, es decir que los usuarios preferirán este sistema por encima de los demás para movilizarse.

Regulación de intersecciones para autobuses

Una de las acciones que esta propuesta incluye es la redefinición de algunas intersecciones del campus central, priorizando la ruta del Transporte Colectivo Interno para reducir el tiempo de viaje de este medio, convirtiéndolo en un medio mas competitivo frente a cualquier otro, de manera que sea el preferido por la comunidad universitaria para su movilización dentro del campus. Dentro de la propuesta se había pensado inicialmente como especialmente importante la prioridad semafórica para los autobuses eléctricos de la flota de Transporte Colectivo Interno, de forma que los semáforos se fueran abriendo al paso de los autobuses para minimizar el tiempo de viaje, pero durante el trabajo de observación en el campo se optó la priorización de paso para los buses del TCI dentro de su ruta establecida, para esto se han verificado cada una de las intersecciones existentes que optimicen el flujo de los buses del transporte colectivo.

Accesibilidad universal para la movilidad en el sistema de vías vehiculares.

Esta medida contempla acciones para adecuar las aceras, pasarelas y pasos de peatones al tránsito de personas de movilidad reducida. Ello implica acciones en el orden de rebajar las aceras en los pasos de peatones y preservar un ancho mínimo de las aceras y pasarelas en las áreas de influencia de las intersecciones, creando las facilidades para la interacción respetuosa y fluida entre el peatón de movilidad reducida y los medios de transporte.

Adecuación de paradas y vehículos de transporte público para personas de movilidad reducida.

Esta medida pretende disponer de una flota y de una infraestructura de transporte público que se adecuen a las necesidades de las personas de movilidad reducida. Entre este tipo de medidas se cuentan, por ejemplo, disponer de ascensores para acceder a los andenes en todas las estaciones de metro o habilitar una flota de autobuses de plataforma baja. Es decir que todo transporte que forme parte del sistema de transporte interno, del teleférico, así como todas las infraestructuras que soporten la movilidad dentro del campus den accesibilidad al público de movilidad reducida.

Estacionamientos

Estacionamientos de disuasión y nuevas regulaciones de los estacionamientos públicos de la ciudad universitaria.

Esta regulación, sin ser una acción muy costosa, constituye una parte muy importante para el éxito de cualquier mejora que se pretenda hacer en la movilidad dentro del campus universitario, esta actividad que durante años se ha venido distorsionando y que a distorsionado el uso del suelo y de las vías vehiculares representa hoy en día un verdadero obstáculo para el desarrollo de soluciones viales congruentes, no solo se han usado áreas verdes y de recreación para este uso, también las banquetas, calles principales y secundarias han sido convertidas en espacio para parqueo alterando el funcionamiento adecuado de la arquitectura del campus, limitando y colocando en un tercer plano la movilidad del peatón, mientras grandes espacios destinados para el parqueo de vehículos se encuentran en desuso.

Esta propuesta contempla la regulación del uso de las áreas para aparcamiento de vehículos, partiendo de la premisa que en el campus se cuenta con gran cantidad de plazas disponibles en todos los horarios, y que si estas se administran de manera eficiente podrían disponerse de las calles internas para el uso correcto, así mismo se podrían liberar las banquetas y áreas peatonales devolviéndoselas a la gente.

La manera mas eficiente de utilizar los estacionamientos existentes dentro del campus universitario es aplicando la universalidad, es decir que todos los parqueos

son de todos los usuarios, utilizando las plazas existentes conforme se va llegando al campus sin importar a la unidad académica a la que se pertenezca ya que se cuenta con el servicio de transporte interno colectivo para desplazarse al destino final.

Esta medida requiere un control mas estricto por parte de las autoridades que deberán dar seguimiento a este plan.

El aparcamiento de disuasión cumple con la función de facilitar la conexión para articular a las personas que viajan en vehículos particulares a la red de transporte público interno y externo, en esta propuesta se organizaran los parqueos existentes y mediante un inventario de plazas disponibles se ubicaran los intercambiadores de tal manera que se haga fácil el cambio modal de manera que para las personas que estacionan sus vehículos en cualquiera de los estacionamientos del campus elijan utilizar el transporte interno para movilizarse dentro del campus hacia las diferentes unidades académicas o diferentes edificios administrativas. Con esta medida se busca favorecer la intermodalidad, limitando la entrada o el uso del vehículo privado en el interior de la ciudad universitaria para desplazarse a los diferentes edificios del campus.

Integración modal

La Integración Modal desempeña una función fundamental en el éxito de todo sistema de transporte. Para que el intercambiador cumpla con su cometido debe integrar todos los modos de transporte, incluyendo por supuesto al peaton, de esta manera se convierte en un facilitador donde el usuario puede elegir la forma mas cómoda para viajar a su destino.

Los intercambiadores son nodos del sistema de transporte público. En ellos debe haber una gran accesibilidad, lo que les convierte en puntos estratégicos de la red de transportes. Estos polos se pueden convertir en centros de actividad comercial y social, por lo que su interés va más allá de los aspectos estrictamente ligados al transporte.

El diseño de un intercambiador debe cuidar varios aspectos fundamentales:

- Localización integrada en el sistema de transportes.
- La integración en la ciudad.
- Infraestructuras adecuadas para usuarios y operadores.
- La gestión y explotación del mismo.

Dentro de la Ciudad Universitaria se toma al transporte colectivo interno como la base de esta propuesta usando su ruta como red capilar de modo que es la que da soporte al resto del sistema de transporte, integrando a esta mediante Los Intercambiadores Modales al resto del sistema, ubicados del modo mas conveniente para que los usuarios obtengan el beneficio de su uso.



**Intercambiador modal interno dentro del Campus Central de la USAC.
Diseño: Arq. Luis Fuentes, imagen: Elaboración propia en base a diseño.**



Medidas de control y ordenamiento de tráfico

Carriles bus, plataformas reservadas y carriles para vehículos de alta ocupación.

La reserva de espacio exclusivo, tanto para autobuses como para vehículos de alta ocupación, tiene un doble efecto positivo: por un lado, mejora considerablemente los tiempos de viaje del transporte público, haciendo de él un modo más competitivo, pero además tiene un efecto psicológico sobre el usuario del vehículo privado, que al ver desde el congestionamiento la fluidez del sistema de transporte público se encuentra más dispuesto a cambiar de modo de transporte. Por esta razón se redefine la ruta que actualmente usa el TCI (Transporte Colectivo Interno) marcando un nuevo recorrido que lo hace más accesible a todos los usuarios del campus haciendo un rizo extra en la entrada norte (desde el periférico) para acceder al campus, además se destina la circulación por el carril interno de la circunvalación del campus para que el acceso a este transporte sea más fácil y seguro para los usuarios.

Separación de flujos

Un modo de mejorar la seguridad es diseñar un espacio para cada modo. La segregación de los flujos evitando que se mezclen es la forma más drástica de prevenir cualquier accidente pero, sin lugar a dudas, muy efectivo a la hora de prevenirlos, sin embargo este extremo no es conveniente dada la escasez de espacio con que se cuenta por lo que se optó por priorización de vía para nuestro transporte colectivo a propulsión eléctrica.

Para ello hay que prestar mucha atención al diseño de los gabaritos, reservando un espacio adecuado para el flujo de vehículos motorizados por lado y uno más para bicicletas. Es especialmente recomendable separar las bicicletas del tráfico motorizado dada la desigualdad de condiciones (en velocidad y vulnerabilidad) de este modo frente a los vehículos que circulan por las calles.

Templado de tráfico, zona 30, etc.

El templado del tráfico es una medida encaminada a reducir la intensidad y velocidad de los vehículos que circulan por una zona para conseguir una utilización peatonal confortable y segura del espacio público.

Tiene por objeto la mejora de la calidad de vida en áreas residenciales, y comprende actuaciones tales como cambios de alineación, badenes, elevaciones de la calzada, obstáculos que impidan determinados movimientos o cambios de material y de color en la pavimentación.

Zona 30 es el conjunto de calles en las que se establece un templado de tráfico, imponiendo limitación de velocidad a 30km/h, muchas veces reforzado mediante actuaciones sobre la calzada (badenes y estrechamientos de calzada).

Esta medida ya está siendo aplicada en todo el trayecto de la circunvalación del campus sin embargo hace falta la aplicación de la normativa para que esta disposición sea respetada, en la actualidad no existe ninguna sanción por la transgresión de

estándar por lo que no funciona, las sanciones para la aplicación de la norma deben emanar directamente de la implantación del Plan de Movilidad Urbana Sostenible que deberá aprobar el CSU.

Mejora de la señalización

- Una correcta señalización vial facilita la fluidez del tráfico y evita distracciones del conductor. Las señales viales deben ser complementarias y nunca contradictorias y han de responder a un conjunto de principios básicos:

- Visibilidad: la señal debe ser visible en cualquier condición: en circulación nocturna o diurna y en condiciones meteorológicas complicadas.

- Legibilidad: la información debe racionalizarse y simplificarse.

- Simplicidad: de fácil comprensión para los usuarios.

- Homogeneidad: las señales siempre mantendrán el mismo diseño para facilitar su identificación por el usuario.

Además, resulta útil a conductores y peatones no familiarizados con el entorno.

- Por ello, tiene que recoger conceptos claros y responder a los siguientes criterios:

- Detectabilidad: la distancia debe ser tal que permita al usuario asumir la información y actuar en consecuencia.

- Continuidad: cuando aparece una dirección por primera vez, ha de mostrarse en cada cruce hasta llegar a su destino.

- Compatibilidad: deben evitarse contradicciones con el resto de señales.

- La aplicación de las nuevas tecnologías permite desarrollar la llamada “señalización variable”, que es aquella que puede adaptarse a las condiciones del tráfico en cada momento del día. Dos ejemplos de ello son la información de tráfico en tiempo real y la información sobre la ocupación de los aparcamientos.

Mejora de intersecciones

Las intersecciones son puntos críticos de la red, tanto por la mezcla de sentidos de circulación como por la de diferentes modos que han de ser coordinados para convivir en estos espacios.

En estos puntos hay que mejorar diseños para evitar problemas de seguridad de vehículos pero, además, hay que tener en cuenta los modos amigables, siempre más vulnerables ante problemas de seguridad vial.

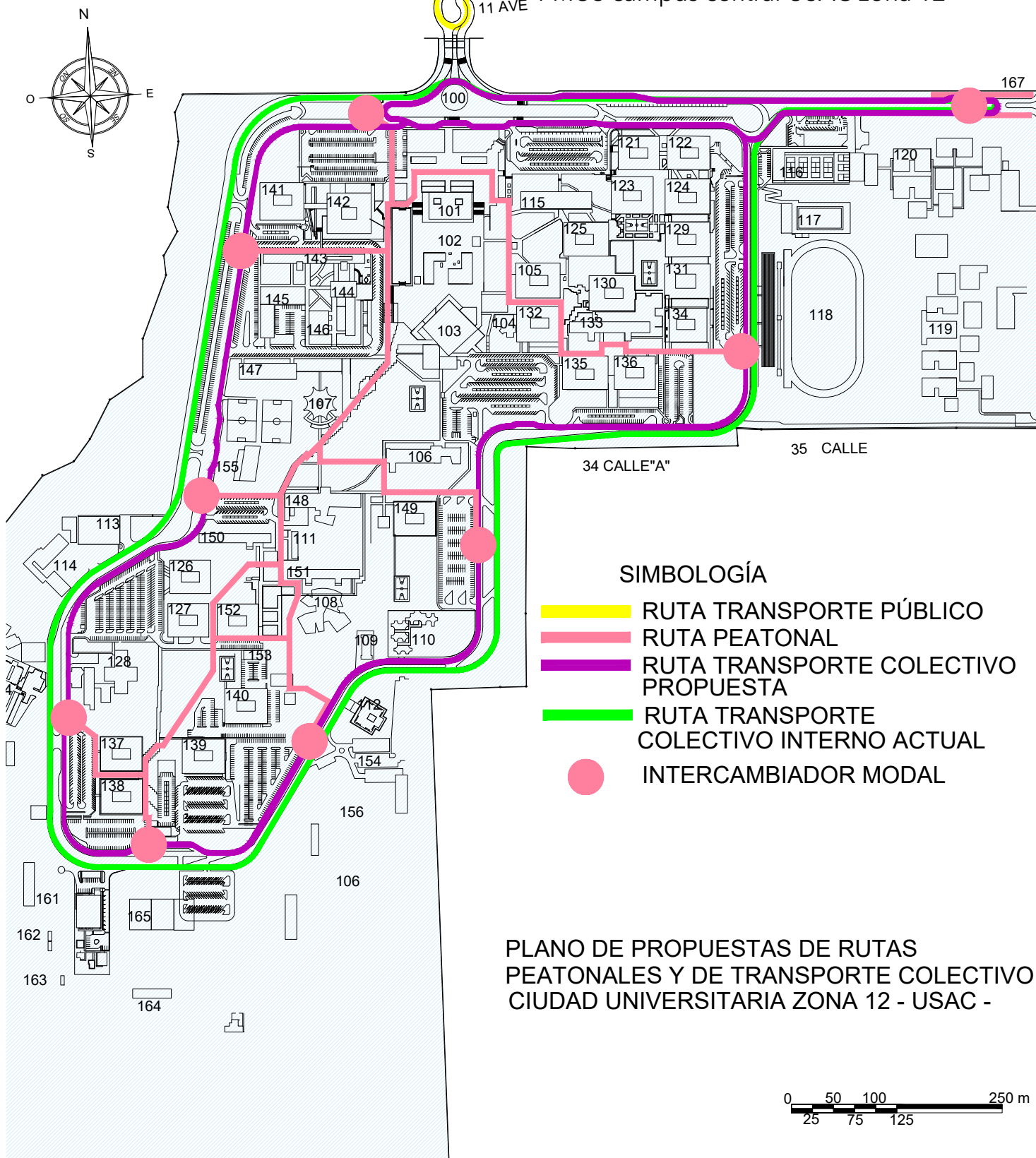
Toda red debe garantizar la seguridad de los peatones mediante una mejora de la regulación de los cruces: los pasos de peatones son los puntos con más riesgo de atropellos, por lo que es necesario asegurar el tiempo de paso de los peatones, y mejorar la visibilidad y la señalización, siendo especialmente recomendable que se encuentren bien iluminadas de noche. Esto es extensible a los ciclistas.

Escalas de Acción:



- Nivel peatonal.
- Nivel no motorizado.
- Nivel vehicular particular motorizado.
- Nivel vehicular colectivo motorizado.

Ámbitos de Acción:

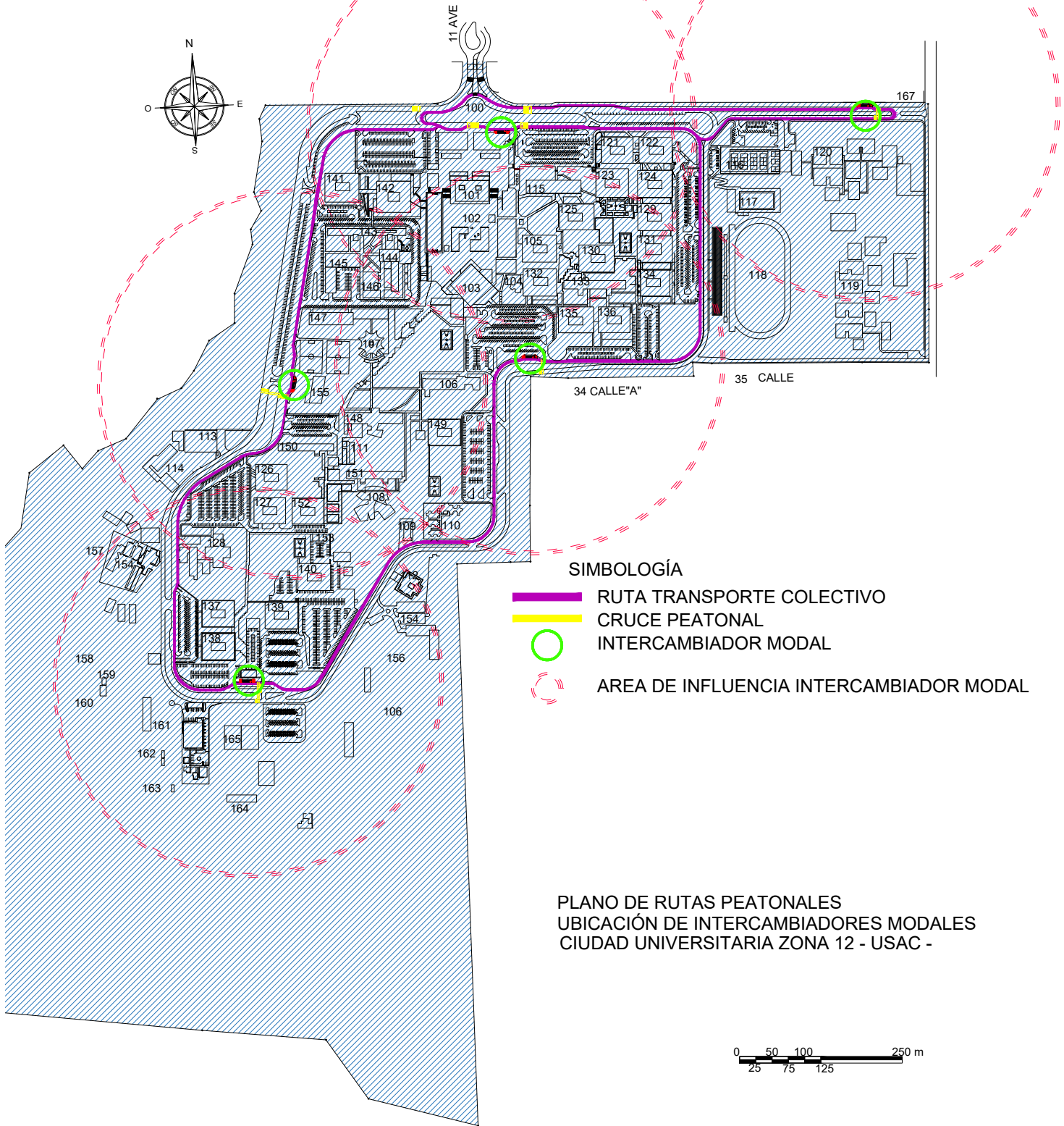
- Urbanismo.
- Bicicletas (con referencia a tesis existente).
- Transporte público interno.
- Transporte público externo.
- Gestión de la movilidad mediante nuevas tecnologías.
- Carreles de alta ocupación en horas pico.
- Intercambiadores modales.
- Parqueos de disuasión.



PLANO DE PROPUESTAS DE RUTAS PEATONALES Y DE TRANSPORTE COLECTIVO CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -

	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE PROPUESTA DE RUTAS PEATONALES Y DE TRANSPORTE COLECTIVO CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6000	HOJA: 23	

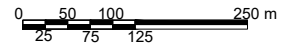
PMUS campus central USAC zona 12



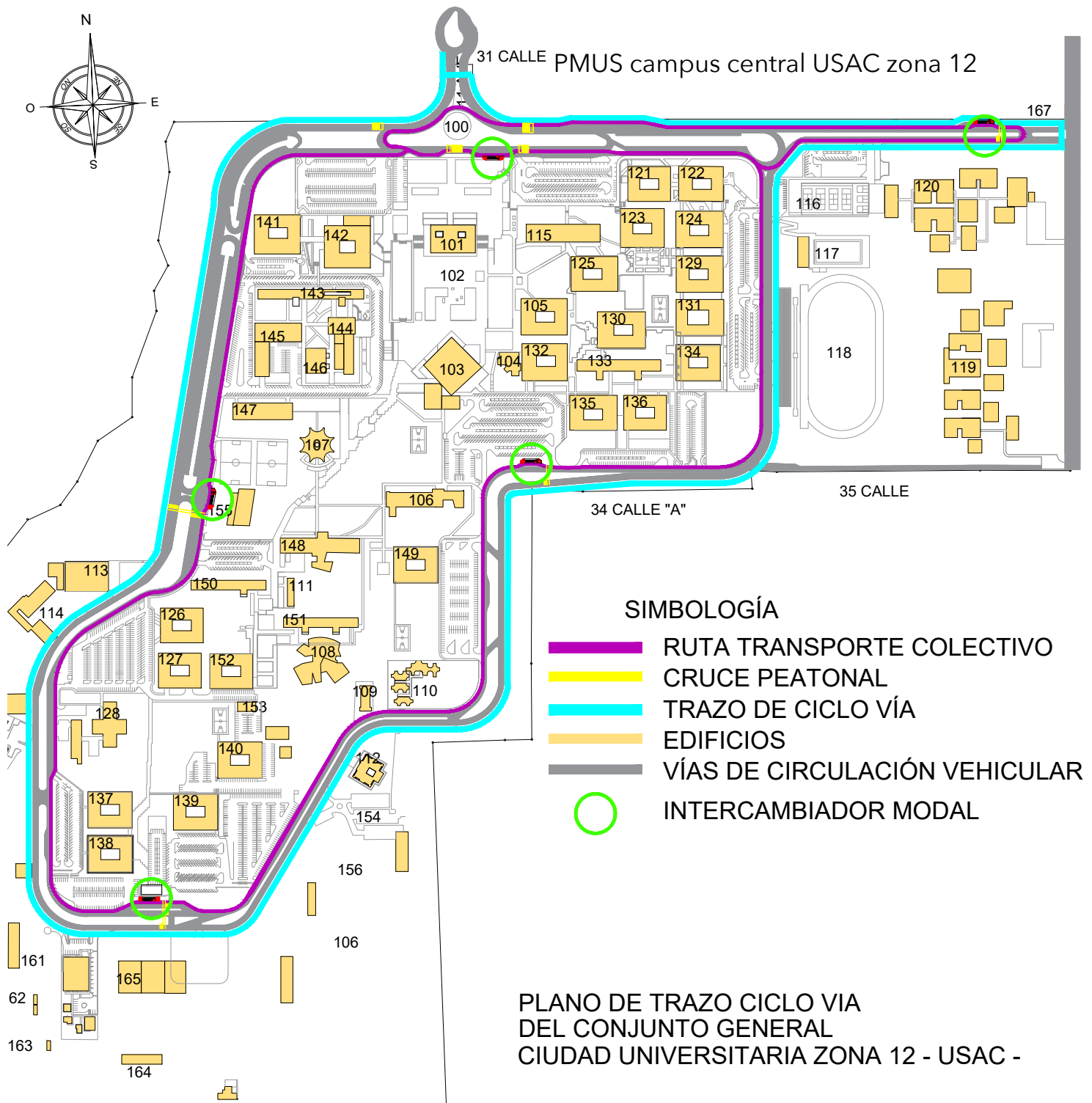
SIMBOLOGÍA

- RUTA TRANSPORTE COLECTIVO
- CRUCE PEATONAL
- INTERCAMBIADOR MODAL
- ⋯ AREA DE INFLUENCIA INTERCAMBIADOR MODAL

PLANO DE RUTAS PEATONALES
UBICACIÓN DE INTERCAMBIADORES MODALES
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE RUTAS PEATONALES UBICACIÓN DE INTERCAMBIADORES MODALES CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/8000	HOJA: 24	



	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE TRAZO CICLO VÍA DEL CONJUNTO GENERAL CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6000	HOJA: 25	





**PROPUESTA DE IMÁGEN PARA CIRCULACIÓN PEATONAL PERIFÉRICA
INCLUYE SEIS COMPONENTES BÁSICOS:**

1. PAVIMENTOS DE ACERAS
2. ACCESIBILIDAD
3. CRUCES PEATONALES Y SEGURIDAD PARA PEATONES
4. ÁREAS DE DESCANSO
5. LUMINARIAS
6. DEPÓSITOS PARA DESECHOS

Fuente: URIAS Sagastume, Jorge Eduardo. (2,013) "Plan Maestro para la Intervención del Sistema de Espacios Abiertos del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala", Tesis Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.



**PROPUESTA DE IMÁGEN PARA
CIRCULACIÓN PEATONAL PERIFÉRICA
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -**

	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE PROPUESTA DE IMÁGEN PARA CIRCULACIÓN PEATONAL PERIFÉRICA CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO:	FECHA:	
			JEUS	2017	
			ESCALA:	HOJA:	
			1/7000	26	



Fuente: URIAS Sagastume, Jorge Eduardo. (2,013) "Plan Maestro para la Intervención del Sistema de Espacios Abiertos del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala", Tesis Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

PROPUESTA DE IMÁGEN PARA CIRCULACIÓN PEATONAL DEL CONJUNTO CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -

	<p>PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA</p>	<p>CONTENIDO: PLANO DE PROPUESTA DE IMÁGEN PARA CIRCULACIÓN PEATONAL DEL CONJUNTO CAMPUS CENTRAL USAC</p>	<p>DIBUJO: JEUS</p>	<p>FECHA: 2017</p>	
			<p>ESCALA: 1/6000</p>	<p>HOJA: 27</p>	



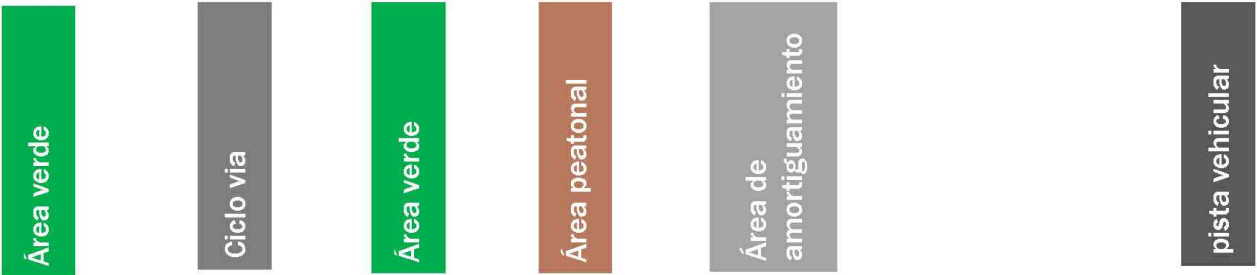
PROPUESTA DE MATERIALES PARA PAVIMENTACION DE ACERAS
 UTILIZAR ADOQUINES CON COLOR Y TEXTURA COMO UNA DELIMITACIÓN DE VISUAL
 PARA EL CONTORNO DEL CAMPUS PARA QUE VISUALMENTE SEA ASOCIADA AL
 PEATÓN Y SIRVA COMO DISUACIÓN PARA QUE LOS PILOTOS DE LOS VEHICULOS
 NO USEN ESTAS PARA TRANSITAR.



Fuente: URIAS Sagastume, Jorge Eduardo. (2,013) "Plan Maestro para la Intervención del Sistema de Espacios Abiertos del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala", Tesis Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

PROPUESTA DE MATERIALES PARA ACERAS EN
 CIRCULACIÓN PEATONAL PERIFÉRICA
 CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE PROPUESTA DE MATERIALES PARA ACERAS EN CIRCULACIÓN PEATONAL CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: JEUS	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/7500	HOJA: 28	

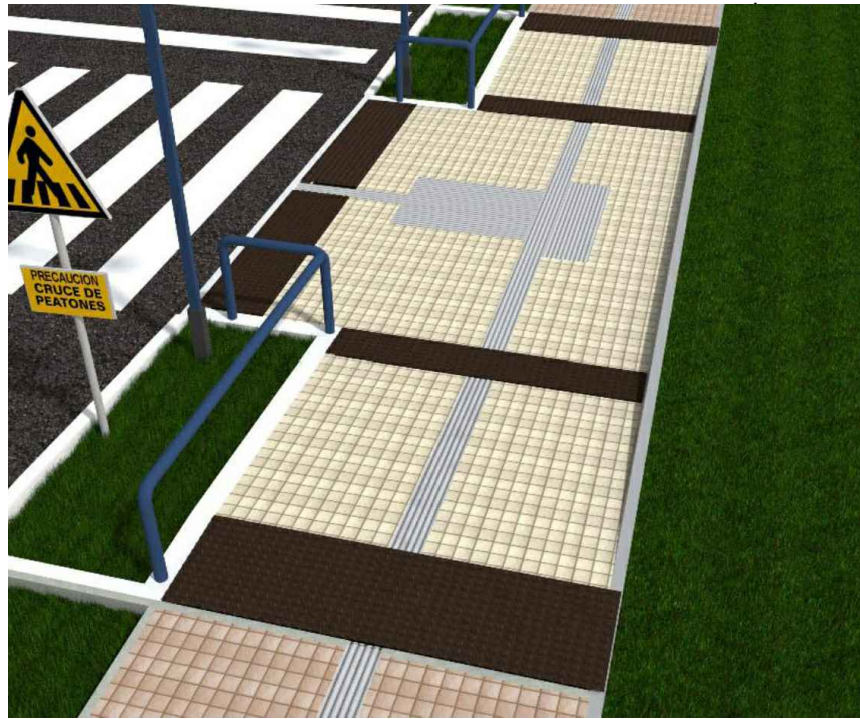


ENTRE LAS PISTAS VEHICULARES Y EL AREA PEATONAL, SE PROPONE UN ÁREA DE AMORTIGUAMIENTO CON PIEDRÍN PARA QUE SEA FACTIBLE ATRAVESAR ÉSTA ÁREA YA QUE LA MAYOR PARTE DEL PERÍMETRO ES USADO COMO ESTACIONAMIENTOS Y SI SE PROPUSIERA JARDINIZAR ESTE SECTOR RÁPIDAMENTE SERÍA DESTRUIDO POR EL CONSTANTE PASO PEATONAL

PROPUESTA DE ÁREA DE AMORTIGUAMIENTO EN ACERAS DE CIRCULACIÓN PEATONAL PERIFÉRICA CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -

Fuente: URIAS Sagastume, Jorge Eduardo. (2.013) "Plan Maestro para la Intervención del Sistema de Espacios Abiertos del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala", Tesis Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

	<p>PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA</p>	<p>CONTENIDO: PLANO DE PROPUESTA DE ÁREA DE AMORTIGUAMIENTO EN ACERAS CIRCULACIÓN PEATONAL CAMPUS CENTRAL USAC</p>	DIBUJO: JEUS	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6500	HOJA: 29	



zona 12

ENTRE LAS PISTAS VEHICULARES Y EL ÁREA PEATONAL, SE PROPONE ADOQUÍN COMO UNA DELIMITACIÓN VISUAL DEL CONTOURNO DEL CAMPUS. AL SER ALTAMENTE ASOCIADA AL PEATON SERVIRÁ COMO UN ELEMENTO DE DISUACIÓN PARA QUE LOS VEHICULOS DE 2 Y 4 RUEDAS NO INGRESEN POR ESTAS ÁREAS.



Fuente: URIAS Sagastume, Jorge Eduardo. (2,013) "Plan Maestro para la Intervención del Sistema de Espacios Abiertos del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala", Tesis Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

PROPUESTA DE ACCESIBILIDAD
EN ACERAS DE CIRCULACIÓN PEATONAL PERIFÉRICA
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -

	<p>PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA</p>	<p>CONTENIDO: PLANO DE PROPUESTA DE ACCESIBILIDAD EN ACERAS CIRCULACIÓN PEATONAL CAMPUS CENTRAL USAC</p>	DIBUJO:	FECHA:	<p>FACULTAD DE ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>
			JEUS	2017	
			ESCALA:	HOJA:	
			1/7500	30	




SE PROPONEN CRUCES DONDE EL PEATÓN SEA LA PRIORIDAD Y SE OBLIGUE A LOS VEHÍCULOS A DISMINUIR LA VELOCIDAD LO SUFICIENTE PARA PERMITIR EL PASO DE LOS PEATONES Y CON ELLO MINIMIZAR EL RIESGO DE ACCIDENTES POR EL CRUCE DE AMBOS TIPOS DE CIRCULACIÓN.



Fuente: URIAS Sagastume, Jorge Eduardo. (2,013) "Plan Maestro para la Intervención del Sistema de Espacios Abiertos del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala", Tesis Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

PROPUESTA DE CRUCES Y SEGURIDAD PEATONAL EN ACERAS DE CIRCULACIÓN PEATONAL PERIFÉRICA CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -

	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE PROPUESTA DE CRUCES Y SEGURIDAD PEATONAL CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: JEUS	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6000	HOJA: 31	





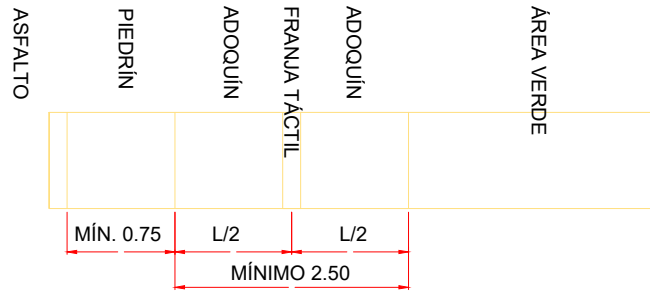
CRUCES EN INGRESOS A ESTACIONAMIENTOS



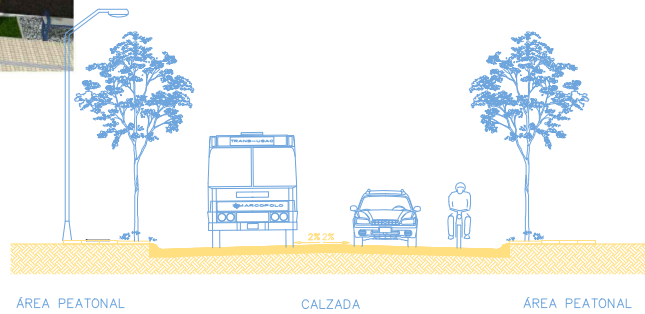
Fuente: URIAS Sagastume, Jorge Eduardo. (2013) "Plan Maestro para la Intervención del Sistema de Espacios Abiertos del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala", Tesis Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

PROPUESTA DE CRUCES Y SEGURIDAD PEATONAL EN ACERAS DE CIRCULACION PEATONAL PERIFERICA CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -

	<p>PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA</p>	<p>CONTENIDO: PLANO DE PROPUESTA DE CRUCES Y SEGURIDAD PEATONAL CAMPUS CENTRAL USAC</p>	<p>DIBUJO: JEUS</p>	<p>FECHA: 2017</p>	
			<p>ESCALA: 1/7000</p>	<p>HOJA: 32</p>	



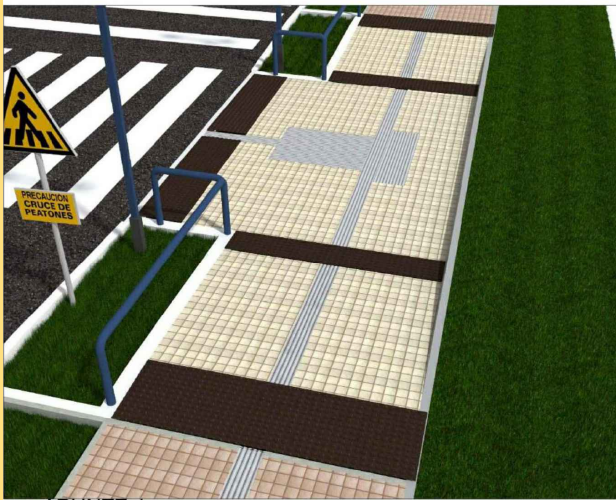
DETALLES DE PAVIMENTOS PARA ACERAS PEATONALES



Fuente: URIAS Sagastume, Jorge Eduardo. (2,013) "Plan Maestro para la Intervención del Sistema de Espacios Abiertos del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala", Tesis Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

DETALLES EN ACERAS DE CIRCULACIÓN PEATONAL PERIFÉRICA CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -

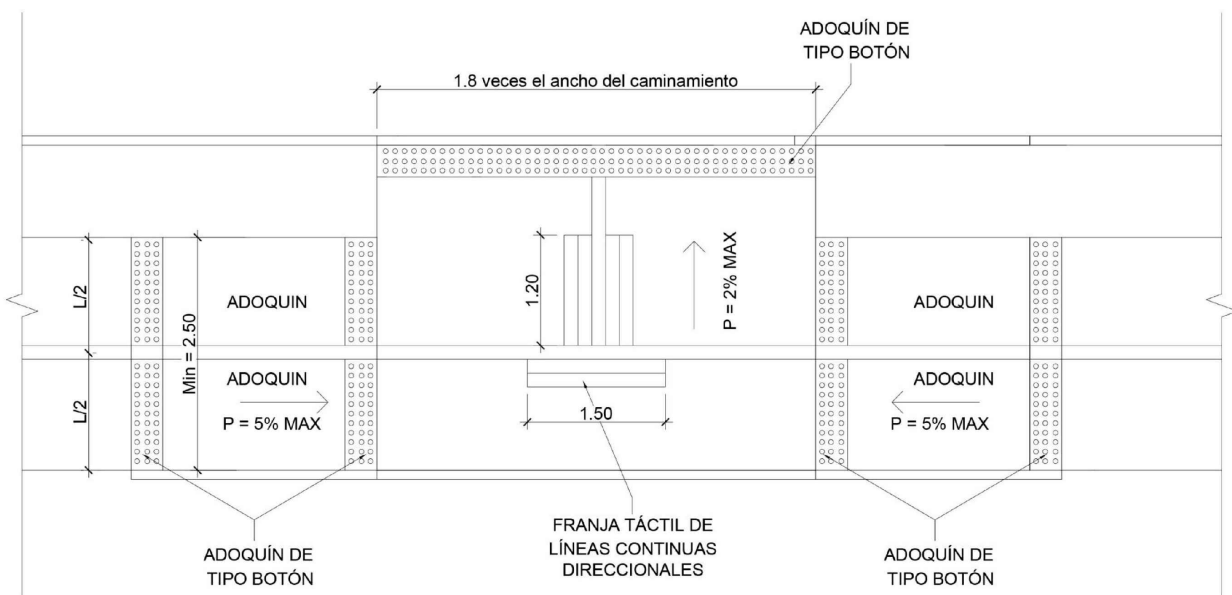
	<p>PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA</p>	<p>CONTENIDO: DETALLES EN ACERAS DE CIRCULACIÓN PEATONAL CAMPUS CENTRAL USAC</p>	<p>DIBUJO: JEUS</p>	<p>FECHA: 2017</p>
			<p>ESCALA: 1/7500</p>	<p>HOJA: 33</p>



APUNTE 1





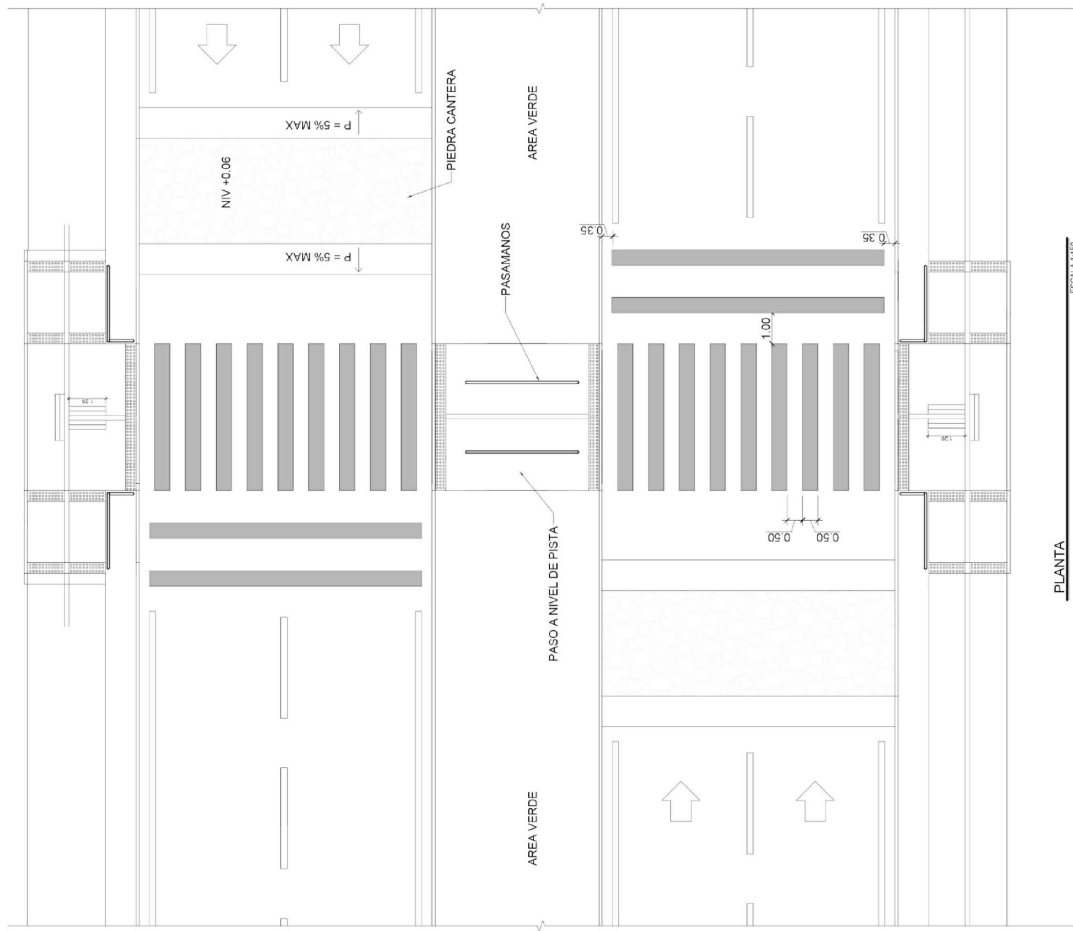
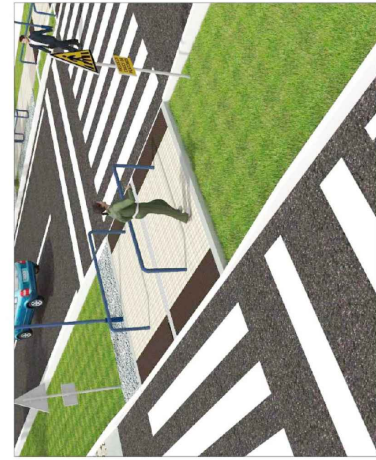
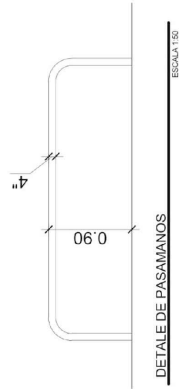
APUNTE 2



Fuente: URIAS Sagastume, Jorge Eduardo. (2,013) "Plan Maestro para la Intervención del Sistema de Espacios Abiertos del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala", Tesis Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.


PROPUESTA DE DETALLES DE ACCESIBILIDAD EN ACERAS DE CIRCULACIÓN PEATONAL PERIFÉRICA CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -

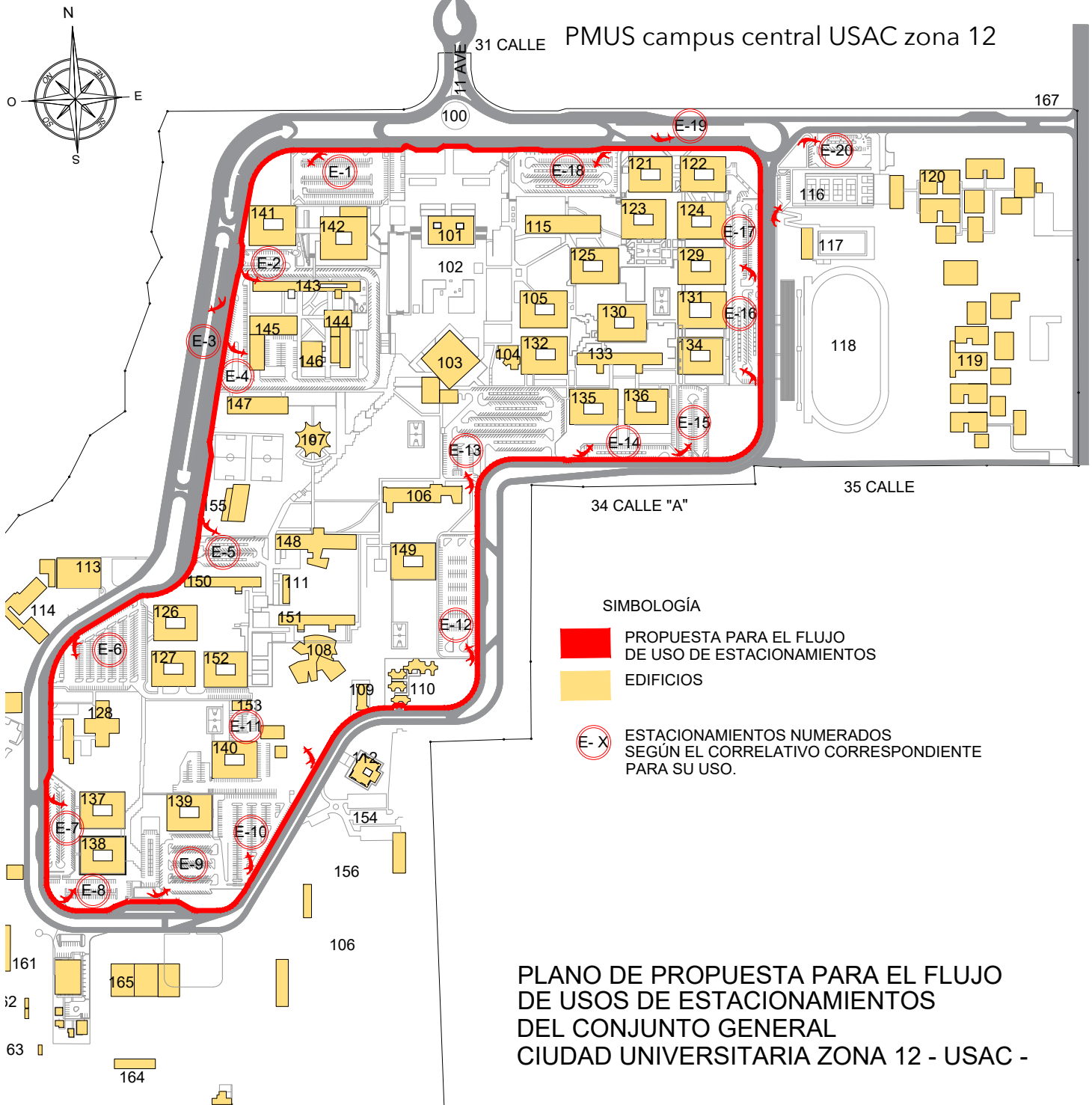
	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE PROPUESTA DE DETALLES DE ACCESIBILIDAD EN ACERAS CIRCULACIÓN PEATONAL CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: JEUS	FECHA: 2017	
			ESCALA: SIN ESC.	HOJA: 34	





Fuente: URIAS Sagastume, Jorge Eduardo. (2,013) "Plan Maestro para la Intervención del Sistema de Espacios Abiertos del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala", Tesis Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

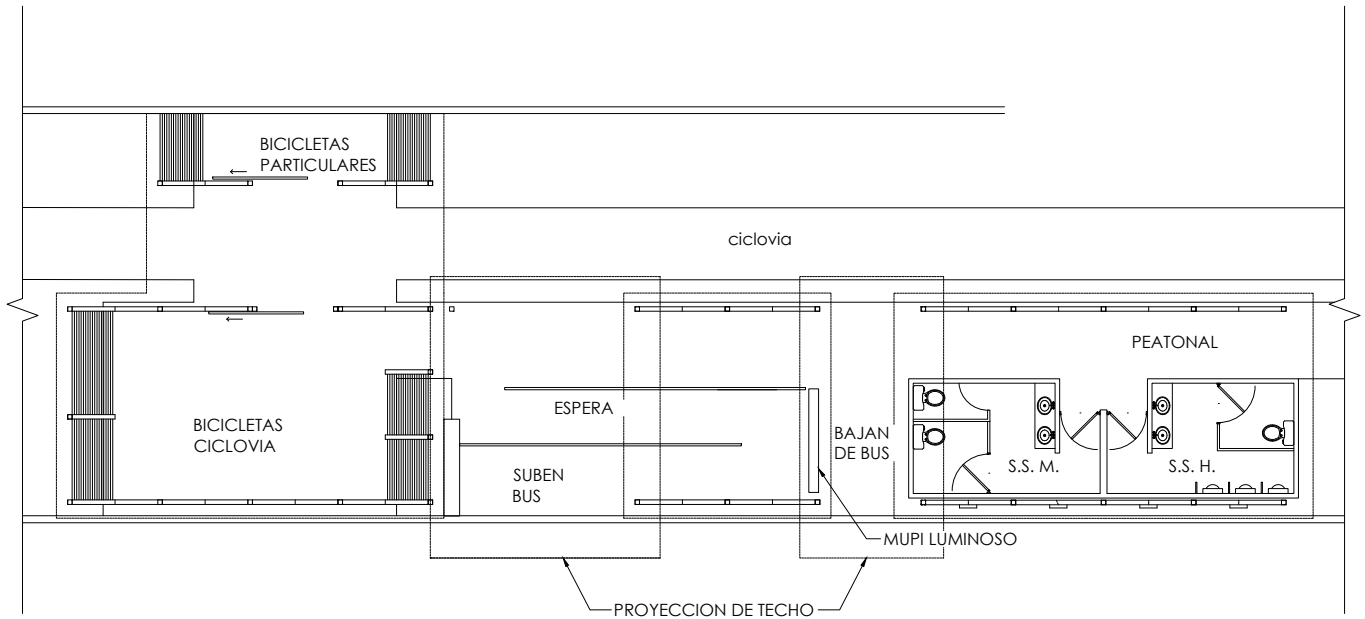
PROPUESTA DE DETALLES DE ACCESIBILIDAD EN ACERAS DE CIRCULACIÓN PEATONAL PERIFÉRICA CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -

	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE PROPUESTA DE DETALLES DE ACCESIBILIDAD EN ACERAS CIRCULACIÓN PEATONAL CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: JEUS	FECHA: 2017	
			ESCALA: SIN ESC.	HOJA: 35	

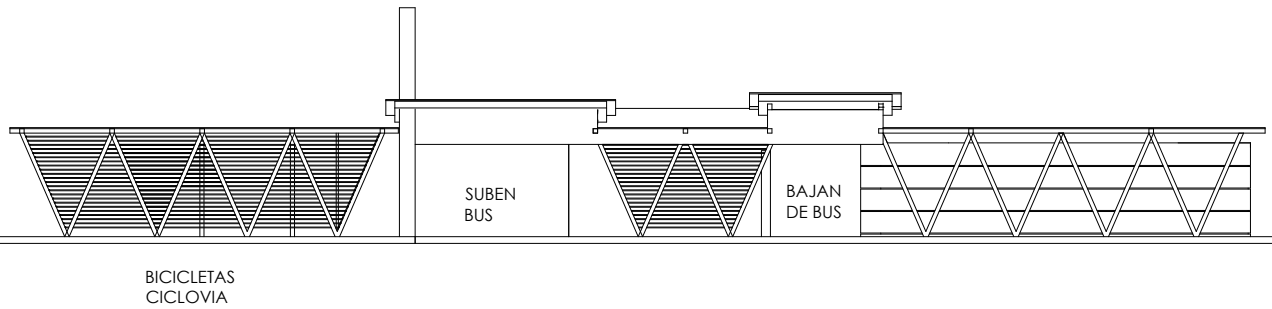


	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE PROPUESTA PARA EL FLUJO DE USOS DE ESTACIONAM. DEL CONJUNTO GENERAL CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6000	HOJA: 36	

PMUS campus central USAC zona 12



PLANTA



ELEVACION

MODELO TIPO DE ESTACIÓN MODAL DE ABORDAJE BUS COLECTIVO INTERNO

PROPUESTA DE ESTACIÓN MODAL PARA CIRCULACIÓN PERIFÉRICA CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



PROYECTO:
PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE PROPUESTA DE ESTACIÓN MODAL CAMPUS CENTRAL USAC

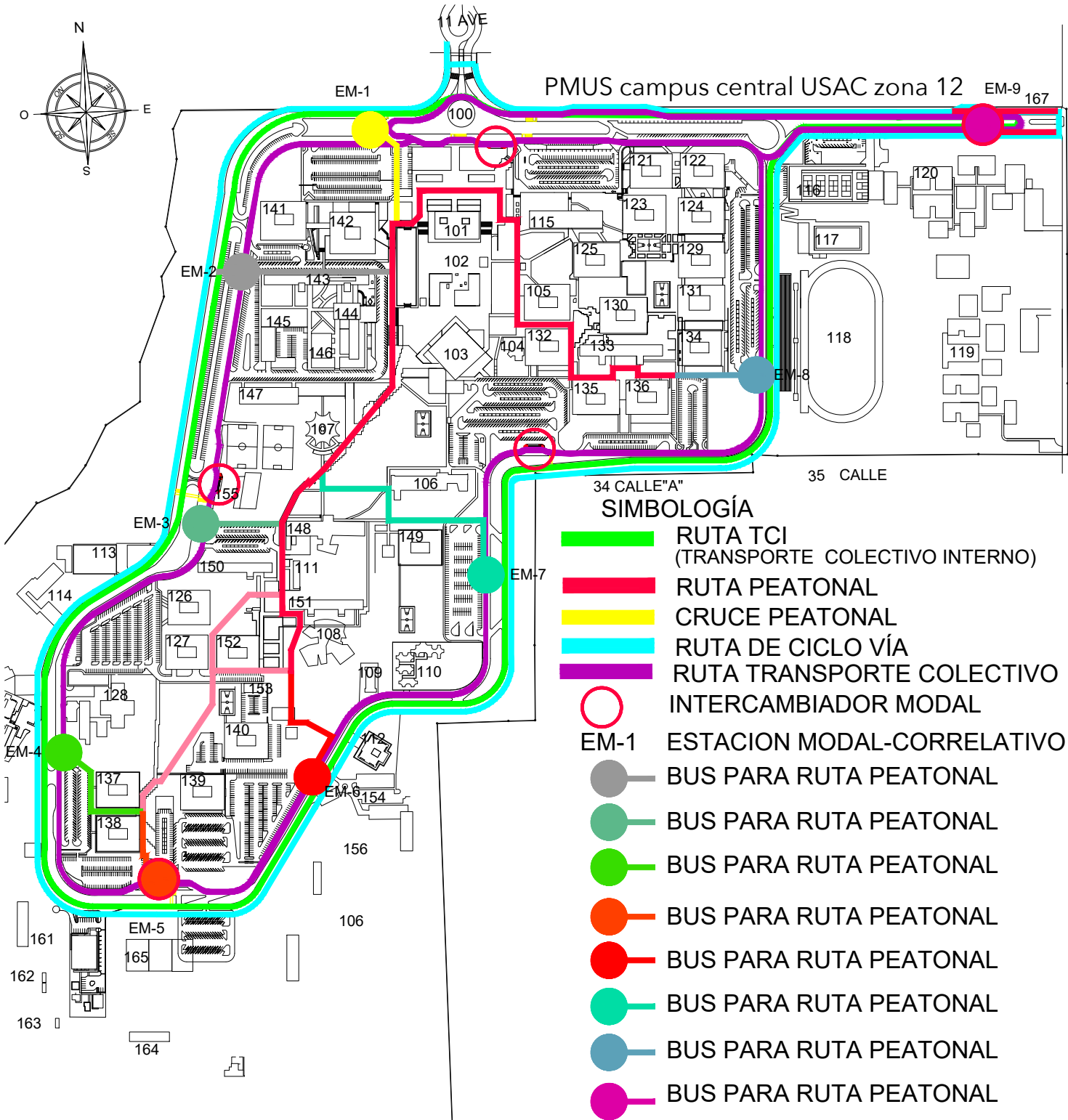
DIBUJO:
EEBG

FECHA:
2017

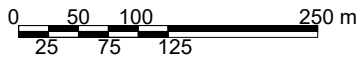
ESCALA:
SIN ESC.

HOJA:
37



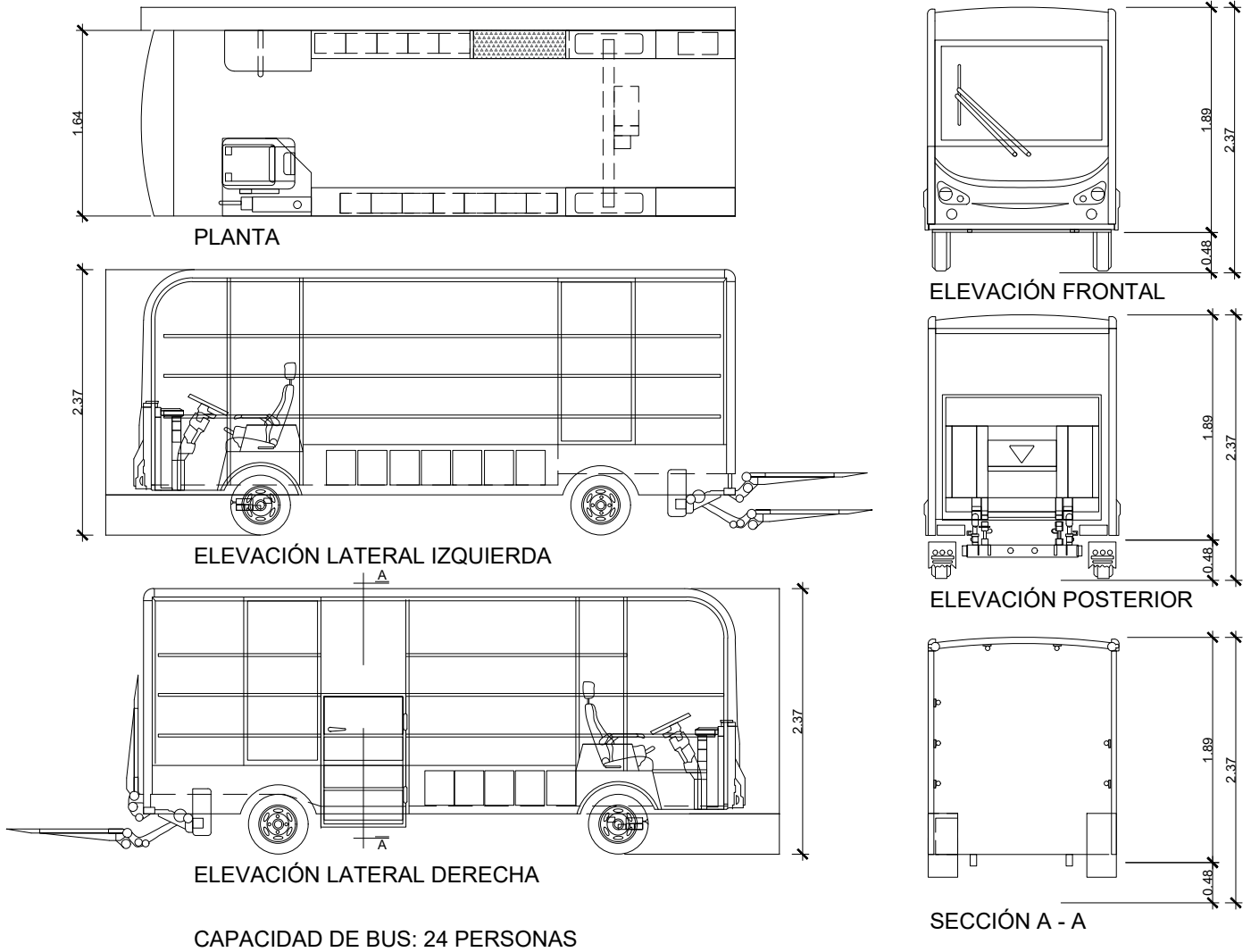


PLANO DE PROPUESTAS DE LOCALIZACION DE INTERCAMBIADORES MODALES CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -





	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS-CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE PROPUESTAS DE LOCALIZACIÓN DE INTERCAMBIADORES MODALES CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6000	HOJA: 38	

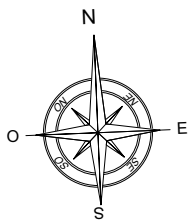
PMUS campus central USAC zona 12



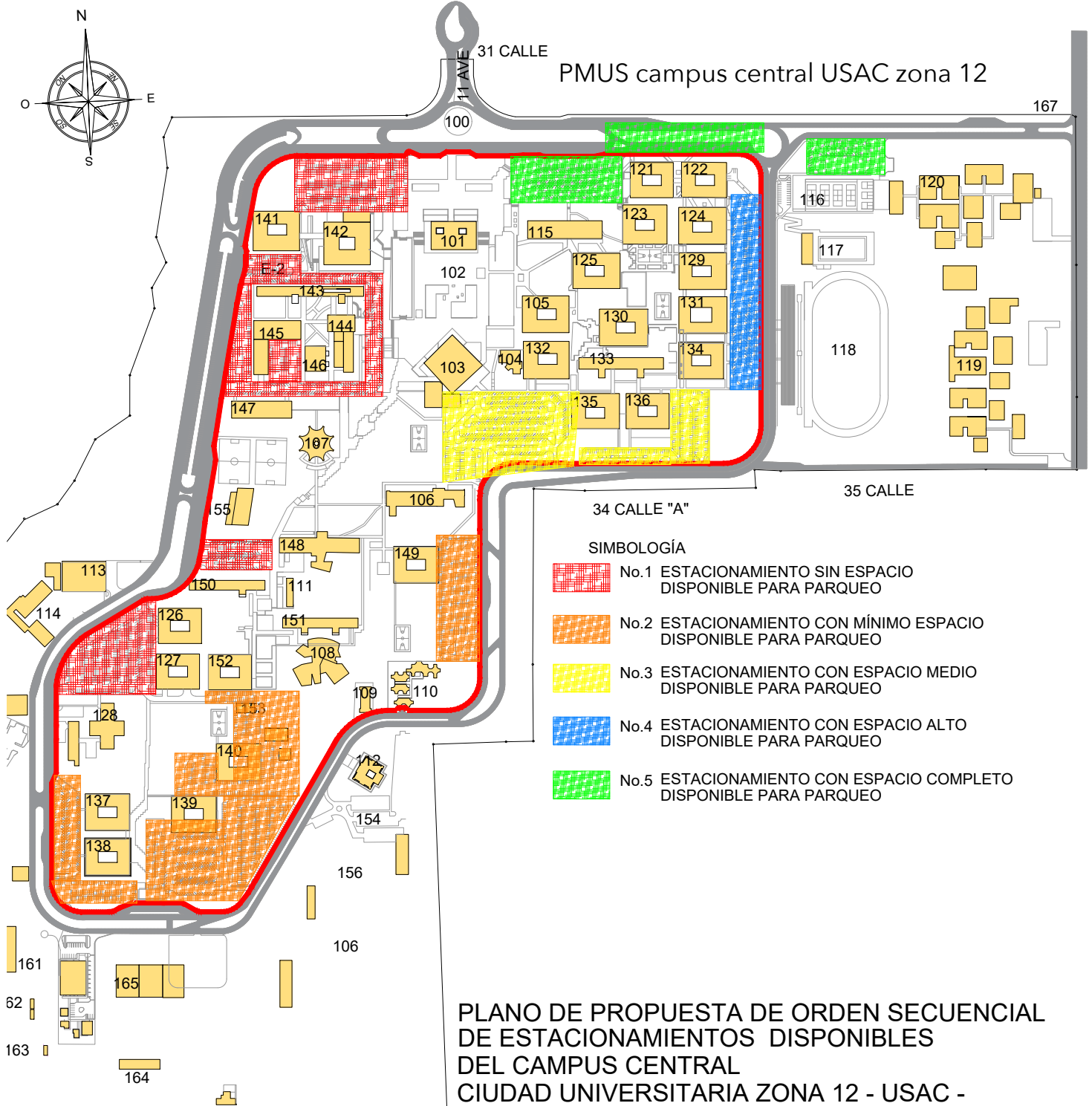
PLANOS DE BUS DE PROPULSIÓN ELÉCTRICA
PROPUESTO COMO NUEVA OPCIÓN DE TRANSPORTE
EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -








	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANOS DE BUS DE PROPULSIÓN ELÉCTRICA PROPUESTO COMO NUEVA OPCIÓN DE TRANSPORTE EN EL CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: SIN ESC.	HOJA: 39	



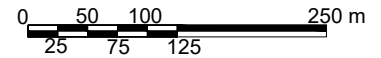
PMUS campus central USAC zona 12



SIMBOLOGÍA

-  No.1 ESTACIONAMIENTO SIN ESPACIO DISPONIBLE PARA PARQUEO
-  No.2 ESTACIONAMIENTO CON MÍNIMO ESPACIO DISPONIBLE PARA PARQUEO
-  No.3 ESTACIONAMIENTO CON ESPACIO MEDIO DISPONIBLE PARA PARQUEO
-  No.4 ESTACIONAMIENTO CON ESPACIO ALTO DISPONIBLE PARA PARQUEO
-  No.5 ESTACIONAMIENTO CON ESPACIO COMPLETO DISPONIBLE PARA PARQUEO

PLANO DE PROPUESTA DE ORDEN SECUENCIAL DE ESTACIONAMIENTOS DISPONIBLES DEL CAMPUS CENTRAL CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



PROYECTO:
 PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA

CONTENIDO:
 PLANO DE PROPUESTA DE ORDEN SECUENCIAL DE ESTACIONAMIENTOS DISPONIBLES EN EL CAMPUS CENTRAL USAC

DIBUJO:
 EEBG

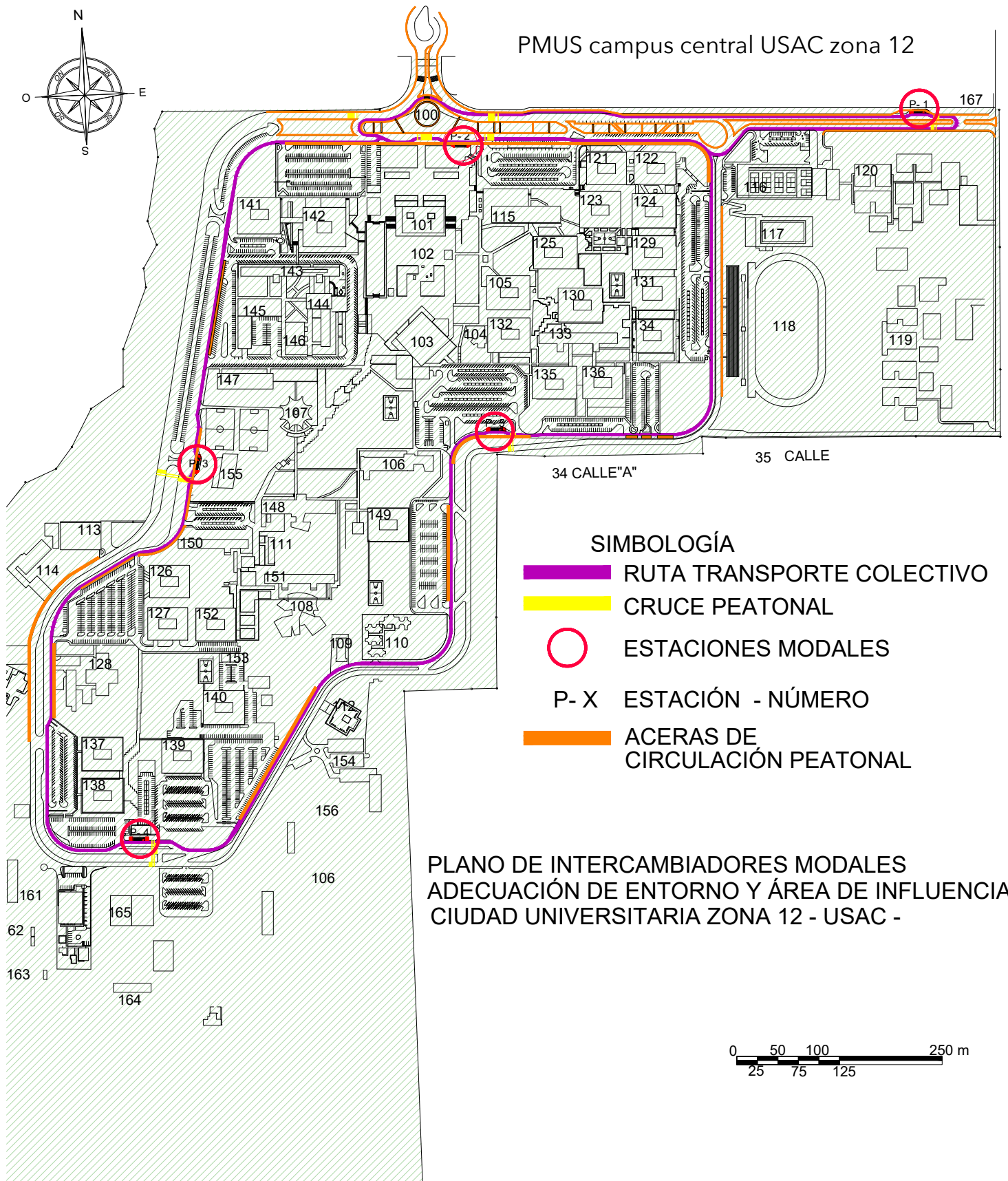
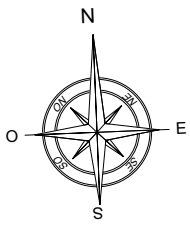
FECHA:
 2017

ESCALA:
 1/6000


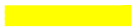



HOJA:
 40



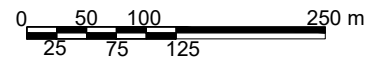
PMUS campus central USAC zona 12





SIMBOLOGÍA

-  RUTA TRANSPORTE COLECTIVO
-  CRUCE PEATONAL
-  ESTACIONES MODALES
-  P- X ESTACIÓN - NÚMERO
-  ACERAS DE CIRCULACIÓN PEATONAL

PLANO DE INTERCAMBIADORES MODALES
ADECUACIÓN DE ENTORNO Y ÁREA DE INFLUENCIA
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 - USAC -



	PROYECTO: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE - PMUS- CAMPUS CENTRAL USAC CIUDAD GUATEMALA	CONTENIDO: PLANO DE INTERCAMBIADORES MODALES, ADECUACIÓN DE ENTORNO Y ÁREA DE INFLUENCIA CAMPUS CENTRAL USAC	DIBUJO: EEBG	FECHA: 2017	
			ESCALA: 1/6000	HOJA: 41	

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- El Campus Central de la Universidad de San Carlos ubicado en la zona 12 de la ciudad de Guatemala, por diferentes motivos y circunstancias, posterior a su diseño original se ha desarrollado de una forma desordenada y en la actualidad no prioriza la movilidad de las personas y dificulta el tránsito libre presentando barreras importantes para el desarrollo de las actividades diarias de los usuarios.
- En la actualidad la movilidad de las personas dentro del campus es ineficiente, no existe una adecuada articulación entre las personas, los diferentes modos de transporte y los espacios para las diferentes actividades.
- La utilización del automóvil particular sin ser el medio de la mayoría de usuarios se a priorizado por sobre la de otros modos de transporte como la bicicleta, los transportes colectivos y el andar a pie, hecho que ha degradado la convivencia entre las personas y la arquitectura del campus.
- Las intervenciones efectuadas sin un plan de movilidad integrado y general por parte de diferentes unidades académicas ha deteriorado la relación entre los usuarios y los diferentes espacios, generando barreras de comunicación entre los edificios y actividades de la comunidad universitaria.
- Por su diseño original, el Campus Central de Universidad de San Carlos cuenta con espacios para implementar un Sistema Adecuado de Movilidad Interna, mediante la aplicación de medidas sostenibles que no requieren grandes transformaciones a su estructura actual.

Recomendaciones

- Implementar a la brevedad posible las medidas de la planificación de la movilidad urbana sostenible para proyectar una imagen innovadora y visionaria del Campus Central de Universidad de San Carlos.
- Aplicar las medidas de el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) que se propone en el presente trabajo de tesis para dar **una mayor calidad de vida** a los usuarios del campus dándole mayor calidad de los espacios públicos o seguridad.
- Planificar mediante la estrategia de la movilidad urbana sostenible todos las intervenciones en las instalaciones de la universidad enfocada a las personas, para mejorar la situación de la movilidad de los usuarios y hacer más fácil el acceso a las áreas y sus servicios.
- Se recomienda a las unidades de la universidad encargadas, planificar con el objetivo de mejorar la calidad del aire, la reducción de ruido y la disminución del cambio climático lo que redundará en efectos positivos sobre la salud de los usuarios así como un ahorro significativo en los costos relacionados.
- Se recomienda a la facultad de arquitectura y de ingeniería implementar cursos para promover la Movilidad Urbana Sostenible para que los proyectos arquitectónicos se sus egresados contemplen medidas que prioricen al peatón sobre los medios de transporte motorizado.

Bibliografía

1. Qué es una ciudad DOT y su desarrollo urbano sostenible <http://ovacen.com/que-es-una-ciudad-dot-desarrollo-urbano/>
2. POLÍTICA ENERGÉTICA 2013-2027 CON VISIÓN DE PAÍS <http://www.mem.gob.gt/2013/02/politica-energetica-2013-2027-con-vision-de-pais/>
3. El Vehículo Eléctrico <http://electromovilidad.net/el-vehiculo-electrico/>
4. ELECTROMOVILIDAD (y COMODALIDAD URBANA) en EUROPA <http://insolatio.com/ahorro-eficiencia-energetica/electromovilidad-y-comodalidad-urbana-en-europa/#>
5. MOVILIDAD URBANA EN CORDOBA: INTERCAMBIADORES DE TRANSPORTE MULTIMODAL <http://tallermediterraneo.jimdo.com/tesis/intercambiador-de-transporte-multimodal/>
6. DAMIAN, Durando. OCTUBRE 2010, Ensayo: Intercambiador Zona Sur - Ciudad Universitaria Autonoma de Mexico.
7. La Red de intercambiadores <http://www.crtm.es/tu-transporte-publico/intercambiadores.aspx>
8. Intercambiadores de transporte <http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Ayuntamiento/Movilidad-y-Transportes/Transportes/Intercambiadores-de-transporte?vgnextfmt=default&vgnextoid=4e47c7130b91f010VgnVCM2000000c205a0aRCRD&vgnnextchannel=6a829c133cf89010VgnVCM100000d90ca8c0RCRD>
9. El papel territorial de los intercambiadores de transporte en su entorno inmediato. <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/2813>
10. Díaz Márquez, Sonia Esperanza, 2010. URI: <http://hdl.handle.net/10578/2813>
Identificador: <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?fichero=23089>
11. PARÁMETROS DE DISEÑO <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/105/5.html>
12. ¿Qué es y qué busca el PMM? <http://www.barranquilla.gov.co/planmaestromovilidad/index.php/que-es-el-pmm#.Vw8gdvnhDIV>
13. Mataix, Carmen, Alba Ingenieros Consultores, Madrid, 5 de febrero de 2,014. S.L. El Concepto de la Movilidad Sostenible, Actuaciones para la Sostenibilidad, Jornada sobre eficiencia energética en movilidad y el transporte.
14. Monzon, Cascajo, Madrigal y Lopez, A.Monzón, R. Cascajo, E. Madrigal y C. López, TRANSyT, Centro de Investigación del Transporte de la Universidad Politécnica de Madrid, “PMUS: Guía práctica para la elaboración e implantación de planes de movilidad urbana sostenible”, IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, C/ Madera, 8, E-28004-Madrid, comunicacion@idae.es, www.idae.es
15. Balsells, Jordi. Guía de diseño de aparcamientos.

16. Boletín Estadístico marzo 2,014, volumen 1 Número 1, Ministerio de Energía y Minas, Gobierno de Guatemala.
17. Figueroa Galvez, Humberto, Tesis de Grado, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala.
18. Consejo Mundial de la Energía, La red de líderes del sector energético que promueve el suministro y uso sostenible de la energía en beneficio de todos.
19. Cambiando los hábitos de consumo energético, Directrices para programas dirigidos al cambio de comportamiento, IDAE, Coordinadores técnicos: Antoinet Smits, SenterNovem, Directora editorial: Virginia Vivanco Cohn, IDAE, Bo Dahlbom, Universidad de Gotemburgo, Heather Greer, NRL, Cees, Egmond, SenterNovem, Ruud Jonkers, RESCON.
20. Velásquez M, Sergio O., 2012, Panel foro “Estrategia multisectorial para apoyar las Microcentrales hidroeléctricas”, Ingeniero Sergio O. Velásquez M., “El Contexto de la Energía Renovable en Guatemala y la Matriz Energética del País”, Ingeniero Sergio O. Velásquez M., Gerente General Comisión Nacional de Energía Eléctrica, Foro Fundación Solar 25.4.2012
21. CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO, Naciones Unidas, 1992.
22. Margarita Jans B., “MOVILIDAD URBANA : EN CAMINO A SISTEMAS DE TRANSPORTE COLECTIVO INTEGRADOS” Margarita Jans B. Arquitecto MSc en Renovación y Rediseño de Áreas Urbanas Technische Universiteit van Den, Holanda. Profesora Titular Urbanismo II - Escuela de Arquitectura y Diseño, Universidad Finis Terrae. Curso “Asimetrías urbanas”, Universidad Finis Terrae.
23. URIAS Sagastume, Jorge Eduardo. (2,013) “Plan Maestro para la Intervención del Sistema de Espacios Abiertos del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala”, Tesis Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
24. Encuesta CIMES Enero 2011, Arquitecto Eddy Leonel Morataya Ortiz Ciudad de Guatemala, Guatemala.
25. Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala 2014.
26. Inscritos Totales 1,947-2,014, Departamento de Registro y Estadística, Usac.

Sistema de Transporte Colectivo Universitario
 Campus Central zona 12, Ciudad de Guatemala.
 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Información proporcionada por el Ing. Baudilio Mayen
 12 de Junio de 2,015

Vehiculos										
Bus No.	Marca	Modelo	Año	Combustible	Cilindros	CC	Pasajeros	Costo sin IVA	Consumo KM/Gal (+/- 2)	Recorrido/día
1	Toyota	Coaster	2,009	Diesel	6	4,164	30	Q 280,133.93	20	120 Km.
2	Toyota	Coaster	2,009	Diesel	6	4,164	30	Q 280,133.93	20	120 Km.
3	Toyota	Coaster	2,009	Diesel	6	4,164	30	Q 280,133.93	20	120 Km.
4	Toyota	Coaster	2,009	Diesel	6	4,164	30	Q 280,133.93	20	120 Km.
5	Toyota	Coaster	2,011	Diesel	4	3,661	26	Q 297,667.93	24	120 Km.
6	Toyota	Coaster	2,011	Diesel	4	3,661	26	Q 297,667.93	24	120 Km.
7	Toyota	Coaster	2,012	Diesel	4	3,661	26	Q 313,834.82	24	120 Km.
8	Renault	Master	2,006	Diesel	4	2,463	14	Q 319,691.08	28	120 Km.
								Q 2,349,397.48		

Gasto Anual de Funcionamiento	
Mantenimiento y Reparaciones	Q 100,000.00
Neumaticos	Q 19,000.00
Combustibles	Q 160,000.00
Personal Tecnico y Administrativo	Q 1,059,276.58
1 Coordinador	
1 Auxiliar de Tesoreria	
1 Secretaria	
2 Supervisores	
13 Pilotos	
Q 1,338,276.58	

Horario de Trabajo					
Jornada	Inicia	Termina	Cantidad	Vehiculo	Funcionamiento
Matutino	06:00	13:00	5	Buses	245 dias/año
Vespertino	13:00	15:00	5	Buses	245 dias/año
Vespertino	15:00	19:00	8	Buses	245 dias/año



**PROPUESTA USAC
SUMINISTRO 8 BUSES ELÉCTRICOS MARCA
VOLTA PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS
MODELO JZT20, MODELO 2016 CON
CAPACIDAD PARA 20 PERSONAS DE PIE Y
ELEVADOR TRASERO PARA SILLA DE
RUEDAS
Y DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE
UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE
GENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR
DE 124.55 kWp PARA ALIMENTACION DE
LOS 8 BUSES**

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014

Telefono: (502) 2258-6824

www.voltaemotor.com



REF: COT/USAC#01/08062015

Guatemala, 13 de julio de 2015.

Ing. Omar Marroquín
Asesor Planificador
Coordinadora General de Planificación
Presente

Estimado Ing. Marroquín:

Por medio de la presente me permito saludarlo y aprovecho la oportunidad para presentar a usted la propuesta solicitada por usted para el suministro 8 buses eléctricos marca VOLTA para transporte de pasajeros modelo JZT20, modelo 2016 con capacidad para 20 personas de pie y elevador trasero para silla de ruedas, así como el sistema solar fotovoltaico de 124.55 kWp que servirá para alimentar la energía de dichos buses:

I. ANTECEDENTES

La Universidad de San Carlos de Guatemala siendo un referente importante hacia la sociedad guatemalteca, consiente de la problemática producida por el cambio climático, que plantea riesgos importantes para la matriz energética guatemalteca, por el cambio en el régimen de lluvias que puede sufrir y que en la actualidad alimentan a las plantas hídricas y el aumento de precios que seguramente sufrirán los combustibles fósiles en el futuro, se debe de ver al futuro y diseñar el cambio de matriz energética de las tradicionales formas (carbón, combustibles fósiles y otras formas de producción contaminantes) a un tipo de energías limpias y renovables, apuntando hacia un objetivo bien concreto, la sostenibilidad energética, tomando en cuenta la reducción de gases efecto invernadero.

Guatemala firmo la Convención Marco de Cambio Climático el 13 de junio de 1992, aprobado por el Congreso de la República de Guatemala, el 28 de marzo de 1995, mediante el Decreto No. 15-95 y ratificada mediante Acuerdo Gubernativo sin número, de fecha 03 de Agosto de 1995.

La Convención Marco de Cambio Climático sentó las bases para una intervención internacional concertada, que en 1997 dio lugar a la adopción del Protocolo de Kyoto del cual es firmante Guatemala.

Este contiene objetivos cuantitativos jurídicamente vinculante y con plazos predeterminados. En el primer periodo de compromisos esta la reducción de las emisiones de la "canasta" de los seis gases de efecto invernadero al menos de 5% en comparación de 1,990.

El Protocolo de Kyoto tiene como objetivo garantizar el seguimiento y verificación adecuados de su aplicación, con inclusión de procedimientos rigurosos y elaborados de información, examen y cumplimiento.

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014
Teléfono: (502) 2258-6824
www.voltaemotor.com

Posteriormente en base a los convenios internacionales firmados por Guatemala, se aprueba la Ley Contra el Cambio Climático, Decreto 7-2013, la cual en su Artículo 19 se refiere a la Compensación de emisiones. "Cuando las emisiones de gases de efecto invernadero proveniente de la quema de combustibles fósiles, sean mayores que las que se producirían si fuere hecho por combustibles no fósiles, se deberán compensar mediante el desarrollo de proyectos y actividades que reduzcan o absorban dichas emisiones." Y el Artículo 21 que se refiere a el transporte público y privado y su integración a la mitigación de gases de efecto invernadero.

Según esta ley debería de publicarse un Acuerdo Gubernativo declarando de Interés Nacional la importación y uso de vehículos con energía renovable, para el cual la USAC será el referente nacional.

Y en el año 2008 entró en vigencia la Resolución CNEE No. 171-2008, emitida por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica –CNEE- la cual regula la autorización de conexión de Proyectos de Generación Distribuida Renovable, así como de usuarios auto productores con excedentes de energía.

II. DESCRIPCION DEL PROYECTO:

La propuesta es sustituir los 8 buses del Servicio de Transporte Gratuito de la USAC por 8 buses eléctricos con su respectiva electrolinera (sistema solar fotovoltaico) que permita abastecer la energía que utilizan dichos buses con un sistema solar propio.

Lo que se propone básicamente es contar con una tecnología de punta, así como el desarrollo de un modelo económico, en donde lo que hoy constituye un gasto en los buses del Servicio de Transporte Gratuito se debe de transformar en una inversión (lo fundamental del modelo planteado lo constituye el echo de lo que hoy se paga en concepto de factura de combustible y mantenimiento que es un gasto, con ese mismo dinero se pague sobre la base del ahorro que representa la compra de los buses eléctricos debido a que son un 33.02% mas baratos y también substituyen el gasto de mantenimiento (sin consumibles) conjuntamente con un sistema solar que abastecerá dichos buses en vez de usar combustible, por lo que se amortizan los buses y el sistema solar con el ahorro entre comprar un autobús eléctrico y uno con motor de combustión interna, el ahorro en el mantenimiento y la autoproducción de energía que a su vez substituirá el gasto en combustible.

El sistema propuesto que se basa en una inversión Back to Back con Banco G&T Continental, con una tasa de interés interesante por la modalidad propuesta Back to Back con una tasa de interés del 3%, lo que permitirá a la institución transformar un GASTO EN UNA INVERSION A FUTURO, con los ahorros obtenidos de la compra de los buses y del pago de la factura de combustible y mantenimiento de estos, se logra pagar en el tiempo la inversión realizada.

Además permitirá mejorar significativamente la calidad de los servicios en la USAC, a un menor costo y contando con tecnología de punta. Lograr que la Universidad no tenga que comprometer recursos extras en ningún momento.

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014

Telefono: (502) 2258-6824

www.voltaemotor.com



III. OBJETIVOS GENERALES:

En realidad lo que se plantea es el desarrollo de un modelo económico adecuado, que en su forma integral: cambio de buses de motor de combustión a buses de motor eléctrico, implementación de un sistema fotovoltaico (energía solar) para alimentar dichos buses, se alcanzaran los siguientes objetivos:

- Se eliminara el gasto en combustible
- Se eliminara el gasto en mantenimiento y mano de obra que este genera.
- Se reducirán gases efecto invernadero.
- El impacto social por debido al ahorro significativo de las horas hombre desperdiciadas en transportarse versus reducción de GEI así como la mejora al ambiente del campus que esto generará entre un vehículo eléctrico y un vehículo de combustión interna.
- Todos los buses eléctricos contarán con elevadores para sillas de ruedas con lo cual se beneficiara a aquellos estudiantes que tengan limitaciones en su movilidad y lo cual no existe al día de hoy.

IV. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Los objetivos identificados son los siguientes:

- Transformación de un gasto en inversión.
- Producción de un 100% de la energía necesaria para alimentar los buses del Servicio Gratuito de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Reducir el costo de combustible sin inversión.
- Reducir significativamente los gastos de mantenimiento.
- Transformar a la Universidad de San Carlos en una institución amigable con el medio ambiente, la movilidad y un ejemplo a seguir (Universidad Verde).
- Lo que hoy se destina al costo de el combustible y el mantenimiento, se transforma de un gasto a una inversión, al estar pagando con la misma factura nuestro propio sistema solar.
- Cualquier aumento en la energía, el combustible y el mantenimiento para vehículos de combustion interna (que sin duda lo habrá a lo largo de los 24 años de autonomía del sistema), va a redundar en una mejor inversión.
- Reducir los gases efecto invernadero en 1,000 tCO₂, lo que equivaldría a reducir la emisión de los gases de 7,000 vehículos en 30 años, lo cual es considerable si se toma en cuenta que esto se logra con una flota de solo 8 buses eléctricos.

V. BREVE RESEÑA DE VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A. pretende incorporar los vehículos eléctricos como la alternativa de movilidad urbana más utilizada en las ciudades de toda la región. Donde se conjuguen la necesidad de no

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014
 Telefono: (502) 2258-6824
 www.voltaemotor.com



contaminar y de preservar el medio ambiente, con la necesidad imperiosa de disminuir los costos de transporte y el tiempo dedicado a la movilidad.

Somos Representantes Exclusivos de JIANGSU XINRI E-VEHICLE CO., LTD. y sus marcas SUNRA y XINRI para Republica Dominicana, Belice, Centro América, Panamá, Colombia, Ecuador y México.

JIANGSU XINRI E-VEHICLE CO., LTD. Fue fundada en 1999, es una compañía de gestión privada a gran escala, que se especializa en la Investigación y Desarrollo, Producción y Distribución de Vehículos Eléctricos, piezas de repuesto y componentes clave y es la empresa mas grande de este tipo en China y en el mundo.

JIANGSU XINRI E-VEHICLE CO., LTD. Protege el medio ambiente por lo cual todos los vehículos que fabrica están certificados por la norma ISO 9001:2000

Así mismo Cuenta con las Certificaciones CE, EN15194, CEE, DOT, y otras y los productos Xinri se exportan a mas de 60 países en Europa, América, Asia y África.

Xinri quiere decir "New Day" en ingles o Nuevo Día en español.

Hoy en día, JIANGSU XINRI E-VEHICLE CO., LTD. se ha convertido en un líder en la industria de vehículos eléctricos en el mundo, posee 3 bases de producción en las ciudades de Wuxi, Tianjin, y Xiangfan en China y otras 6 empresas claves en el sector y tiene un total de más de 5.000 empleados, con activos totales de 10,000 millones de yuanes, una capacidad de producción anual de 2 millones de vehículos eléctricos de diferentes tipos con 5,000 tiendas y con el volumen de ventas número 1 del mundo durante 6 años consecutivos. Y el 30% del mercado Chino.

Lo anterior es respaldado por lo últimos Análisis de Mercado publicados por 4 de las Compañías de Investigación de Mercados mas reconocidas mundialmente publicados entre finales de 2013 y principios de 2015.

- JIANGSU XINRI E-VEHICLE CO., LTD. proporciono el servicio completo de transporte para los Juegos Olímpicos de Beijing en 2008, con 3,025 vehículos eléctricos de dos y de cuatro ruedas bajo la marca Sunra.
- En el 2010, JIANGSU XINRI E-VEHICLE CO., LTD. colaboro con la Shanghai "Tecnología Expo" y "Low-Carbon Expo", con 150 vehículos eléctricos de cuatro ruedas y 300 de dos ruedas, convirtiéndose en el Proveedor de Vehículos Eléctricos Oficial de la Expo 2010 Shanghai con su marca Sunra.
- JIANGSU XINRI E-VEHICLE CO., LTD. es socio de la Industria Aeroespacial China, cuya tecnología inteligente fue usada en vehículo no tripulado "Yutu" enviado a la luna por China, Diciembre 2013.
- JIANGSU XINRI E-VEHICLE CO., LTD. Ganador del Harvard Business Review 2013 "Management Action for Excellence Award".

El Centro de Tecnología y Diseño Xinri abrió sus puertas a partir de marzo del 2015y se estableció oficialmente como la única base de manufactura de clase mundial de la industria de vehiculos eléctricos

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014
Telefono: (502) 2258-6824
www.voltaemotor.com



livianos , especializado en el diseño de alta tecnología con un equipo de diseño internacional, el cual elaboro el "LIBRO AZUL 2015 DE MODA Y DISEÑO PRIMAVERA Y VERANO PARA VEHICULOS ELÉCTRICOS INTELIGENTES" con el apoyo de socios como 3M, la famosa Diseñadora de modas Liu Lu y Carver de Holanda entre otros .

Misión:

Ser la alternativa de transporte urbano motorizado mas económica, practica y ecológica en todo el territorio en la cual VOLTA E MOTOR COMPANY S.A. es Representante Exclusivo de JIANGSU XINRI E-VEHICLE CO., Ltd., manteniendo los mejores estandares de tecnologia, diseño, calidad y servicio postventa para nuestros clientes.

Visión:

Lograr un cambio disruptivo en la cultura de transportarse dentro de las ciudades creando conciencia ambiental en las personas , contribuyendo así a lograr la disminución de Gases Efecto Invernadero (GEI), convirtiéndonos en el líder que posicione la mejor forma de transporte urbano económico y ecológico en la región.

Objetivos:

Continuar con el posicionamiento de la marca SUNRA y VOLTA en la región, en los diferentes mercados donde somos Representante Exclusivos DE JIANGSU XINRI E-VEHICLE CO., LTD. y poder cubrir en el menor tiempo posible todas las ciudades de nuestro territorio.

Con lo cual buscamos brindarle economía, y una mejor calidad de vida a todos los habitantes de la región, ya que los vehículos eléctricos son el medio de transporte más económico y eficiente del mundo.

VI. ZONA VERDE PARA EL TRANSPORTE Y LA ELECTROMOVILIDAD GUATEMALA (ZVGT)

Por lo tanto VOLTA E MOTOR COMPANY S.A. en conjunto con su brazo ambiental ASOCIACION EN PAZ CON EL AMBIENTE ha creado La Iniciativa de una Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada (Nama) para el Sector Transporte: ZONA VERDE PARA EL TRANSPORTE Y LA ELECTROMOVILIDAD

GUATEMALA (ZVGT), a la cual se espera que en un corto plazo se unan actores tanto públicos como privados para promover medidas de mitigación en el sector de transporte, así como la introducción de vehículos eléctricos e híbridos, la aplicación de niveles de emisiones para los vehículos y medidas centradas en el cambio de modalidades y otras conductas que afectan al transporte, el cual se apoyara con eventos promocionales y de investigación y desarrollo que permitan concientizar a la población de la importancia del uso de vehículos eléctricos e híbridos de la reducción de GEI's, así como con atractivos Proyectos MDL que beneficiaran a las instituciones participantes como a los países como lo son la Implementación de una red integrada de carga e intercambio de baterías, la substitución de flotas, implantación de Centros de Transbordo (CDT's), entre otros.

DESARROLLO Y APLICACION DE LA INICIATIVA ZONA VERDE EN LA REGION

La iniciativa implica la creación de un Clúster Tecnológico /Industrial en este sector.

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014
Telefono: (502) 2258-6824
www.voltaemotor.com



La estrategia incluye:

1. Definición de la política pública, incluyendo el Marco Jurídico legal, las fases de la arquitectura del mercado de programas y de mercado, las entidades y las funciones, especificaciones técnicas, por lo que el sector privado podría invertir en este nuevo negocio.
2. Definición de incentivos: impuestos, incentivos financieros para la adquisición de los vehículos eléctricos.
3. Implementación de Proyectos MDL que beneficiaran a las instituciones participantes como al país como lo son la Implementación de una red integrada de carga e intercambio de baterías, la substitución de flotas, implantación de Centros de Transbordo (CDT's),

La Zona Verde es un clúster que entre otros ofrece una solución integrada para promover medidas de mitigación en el sector de transporte, así como la introducción de vehículos eléctricos e híbridos, la aplicación de niveles de emisiones para los vehículos y medidas centradas en el cambio de modalidades y otras conductas que afectan al transporte. La Zona Verde ayuda a las ciudades, los gobiernos nacionales, empresas de servicios públicos para definir las políticas, marco jurídico para aumentar la penetración de VEB (Vehículos eléctricos de baterías).

El objetivo de la Zona Verde es sumar otras autoridades interesadas del sector público y gubernamental, sector privado para que conozcan esta iniciativa para reducir emisiones de carbono, reducir factura petrolera y convertir a los países de la región en líderes en el cambio de paradigma de la movilidad eléctrica, y al efecto nos hemos asociado a LEVA que es la Asociación de Vehículos Eléctricos Livianos y se están haciendo las gestiones necesarias para traer el Road Show de Formula E a los países de la región.

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

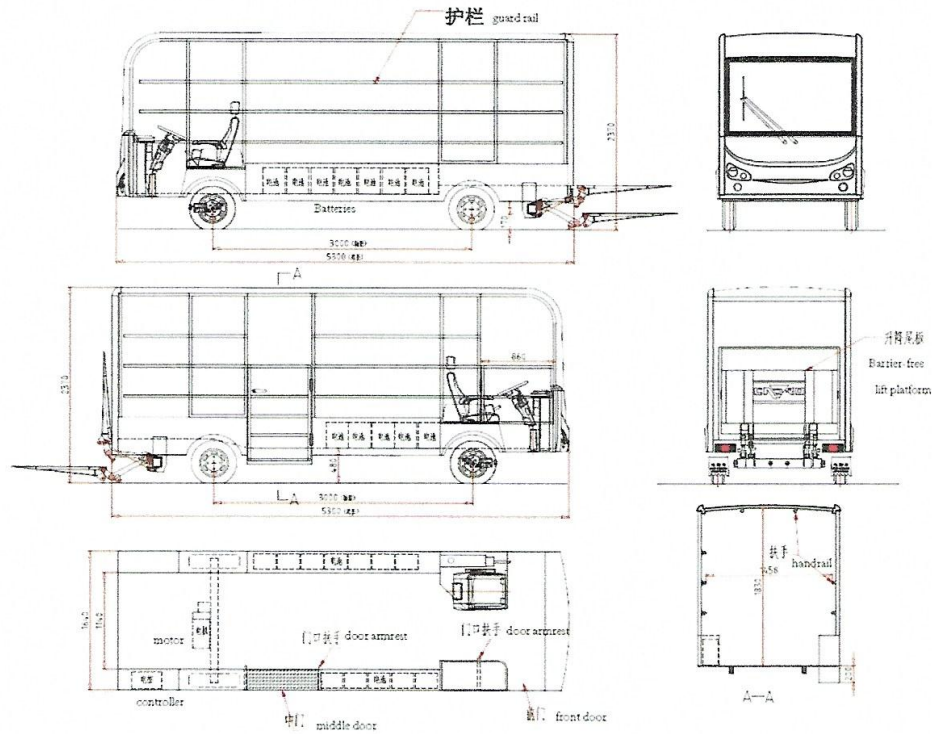
12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014

Telefono: (502) 2258-6824

www.voltaemotor.com



VII. PROPUESTA BUSES ELÉCTRICOS MARCA VOLTA PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS JZT20



Especificaciones Basicas		Especificaciones de Seguridad	
Carroceria	Estructura de acero protegida contra oxido + con carcasa de plástico reforzada con fibra de vidrio	Barreras de Seguridad y otros	de Frente. Conductor principal (izquierda) sin puerta, con barreras de seguridad acero inoxidable y reposabrazos.
Dimensión(Largo x Ancho x Alto)	5300*1700*2370mm		Lado derecho: en puerta principal y puerta del medio, barandas de acero inoxidable y rieles de seguridad.

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014

Telefono: (502) 2258-6824

www.voltaemotor.com



Distancia entre ejes:	3000mm		En el techo desde adelante hacia a atrás dos pasamanos de acero inoxidable
Ancho entre rodadas (d/t)	1470mm		En la parte trasero, plataforma elevadora sin barreras.
Tipo de manejo	Tracción Trasera		En los laterales cubierta de protección para lluvia de vinil
Transmisión	Sistema de control de velocidad Infinito	Especificaciones de Funciones	
Sistema de frenado	Freno trasero tipo tambor hidráulico, freno hidráulico doble	Instrumentos	Instrumentos de cristal líquido (incluida la corriente, tensión, velocidad, velocidad de rotación, el rango, el poder, señales de luz, etc.)
Distancia del suelo minima	150mm (carga total)	Espejos Retrovisores	Espejos retrovisores exteriores e interiores y espejo tipo manual
Peso neto	1050kgs (sin batería)	Luces y señales	Faros de combinación delanteros, lámpara trasera, compuestas de giro y de marcha atrás, las luces interiores, bocina eléctrica
Velocidad maxima	30km/h	Sonido	Radio MP3 con bocinas
Capacidad de subida	15%		Interruptor de encendido, del limpiaparabrisas, iluminación y reversa, las luces del coche, luces de advertencia y alarma de marcha atrás
Carga	1,700 kg	Asiento de Conductor	Cinturon de seguridad
Diametro de giro minima	7m	Capacidad	20 personas de pie+conductor
Distancia de frenado	≤6m		
Distancia por carga	120km		
Tiempo de Carga	8-10hrs(AL 80 % de descarga)		
Freno de mano	Manual / freno llantas traseras		
Control de	Por pedal/Transmisión automática		

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014

Telefono: (502) 2258-6824

www.voltaemotor.com



VIII. SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO DE 124.55 kWp PARA ALIMENTAR LA ENERGIA DE LOS BUSES EL CUAL SERA INSTALADO POR OSI NET:

Capacidad de Generación y Características Principales de La Propuesta

Variables	Descripción
Capacidad nominal	124.55 KWp
Capacidad de entrega	97.4 Kw AC
Tipo de planta	Sistema fijo
Sub-estructuras	Galvanizado en Caliente
Tipo de Módulos	Módulos policristalinos (Canadian Solar)
Inversores	Kaco
Rendimiento esperado	78.2 %
Generación anual	2225 kWh/kWp (primer año)
Generación anual total esperada	217,177 kWh (primer año)
Base de datos solar usada	SolarGis
Área requerida	940 m2

Dicha planta consta del siguiente equipo:

- Módulos Solares PV
- Powerguard de los módulos
- PID Free
- Linear Power Warranty
- Inversores (incluye transformadores)
- Regulador de parque
- Sistema de montaje (en hierro, incluye montaje del panel)
- Resto del sistema (instalación eléctrica DC/AC, cables, mano de obra, obra civil, cerca)
- Ingeniería (incluye inspección, planificación, manejo del proyecto, seguridad y riesgo)
- Sistema de monitoreo
- VER BASE DE DATOS SOLARGIS ADJUNTA COMO ANEXO B.

PRECIO: USD\$281,988.00 INSTALADO

Precios no incluyen

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014

Telefono: (502) 2258-6824

www.voltaemotor.com



- Impuesto al valor agregado
- Gastos de infraestructura desde la planta hasta punto de interconexión;
- Gastos de preparación y movimiento de tierras;
- Gastos de construcción de una subestación ni modificación de la existente.



DOUBLE-GLASS MODULE
DIAMOND
CS6K-255/260P-PG
 (PRELIMINARY)

Canadian Solar's Diamond module is a double-glass module. By replacing the traditional polymer backsheet with heat-strengthened glass, the Diamond module has less annual power degradation and is more reliable and durable during its lifetime. What's more, the Diamond module has no metal frame and is Potential Induced Degradation (PID) free because it requires no module level grounding, which eliminates the cause of PID.



KEY FEATURES

- PID FREE**
 - Anti-PID cell technology
 - Anti-PID encapsulation technology
 - No metal module frame
- Lower Annual Power Degradation & more system power yield over lifetime**
 - First year annual degradation 2.5%, subsequent year 0.5%
 - 85% power output at Year 25
 - 83% power output at Year 30
- 1500V**
 - Designed for high voltage systems of up to 1500 VDC, saving on BoS cost
- Sea-/waterside PV system installation**
 - Glass backsheet blocks moisture permeability
 - No module level corrosion
- 5400 Pa snow load, 2400 Pa wind load**



PRODUCT CERTIFICATES

IEC 61215 / IEC 61730: VDE/CE
 UL 1703: CSA (expected February, 2015)
 CEC listing (expected February, 2015)

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading manufacturer of solar modules and PV project developer with about 8 GW of premium quality modules deployed around the world since 2011, Canadian Solar Inc. (NASDAQ: CSIQ) is one of the most bankable solar companies worldwide.

CANADIAN SOLAR INC.
 545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada. www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014

Telefono: (502) 2258-6824

www.voltaemotor.com



IX. ANALISIS COSTO BENEFICIO:

De forma rápida se pueden describir los siguientes beneficios:

- Reducción inmediata de costos de consumo de combustible y mantenimiento de los 8 autobuses del Servicio de Transporte Gratuito de la USAC. En la actualidad la Universidad paga Q160,000.00 anuales en concepto de compra de diesel y Q100,000.00 en concepto de mantenimiento (sin tomar en cuenta consumibles) para que 8 buses de motor de combustión interna que recorren 24,500 kilomentros al año presten dicho servicio, ya que los buses eléctricos virtualmente no tienen mantenimiento mas que el uso de consumibles como frenos y llantas, y si tomamos en cuenta que no habra cargo por distribución al ser igual el consumo a la generación, lo que indica que con el sistema propuesto se generaran 124.55 kWp y se consumirían 123.72 kWp, con lo se ahorrara el 100% del pago de combustible y mantenimiento o sean Q260,000.00 al año.
- El credito back to back se pagará en el termino de 6 años y, dado que la vida útil se estima en 30 años, se tendra ahorros por 24 años consecutivos.
- No existen ajustes de precios, la tarifa será plana a lo largo de los 24 años de vida garantizada del sistema, no importando que las tarifas eléctricas suban en el tiempo, aunque debe tomarse en cuenta que seguramente el combustible y el mantenimiento para vehiculos de motor de combustión interna si subirá durante ese periodo de tiempo

Realizando la Evaluación Económica del Proyecto que incluye el leasing de 8 buses y una planta solar de 124.55 kWp para alimentar dichos buses, el cual tiene un costo de 3,761,672.11 (ya con intereses del 3% anual) y un beneficio de 6,240,000.00 (los 24 años que ya no se pagara la factura anual de Q.260,000.00 de combustible y mantenimiento) mas el ahorro en la compra de los buses de Q1,480,801.84 para un total de Q7,720,801.84 da una rentabilidad de 205%, que dicho de otra forma constituye la tasa de interés que el proyecto genera, y esto sin incluir el impacto social en ahorro por la reducción de GEI asi como por la mejora del medio ambiente del campus y la salud de los estudiantes.

Al realizar una análisis de beneficio/costo, el resultado es de 2.05, la teoría económica dice que todo proyecto que pasa de 1, es altamente rentable.

Con la propuesta de ahorro energético se propone lograr:

1. No se propone ahorro energético a costa de disminuir prestaciones, sino más bien mejorar las existentes.
2. No es ahorro energético a un coste económico, sino a través de lo que hoy es un gasto, convertido en inversión.
3. Sí es un ahorro energético, manteniendo las prestaciones y con un costo económico menor al actual.

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014

Telefono: (502) 2258-6824

www.voltaemotor.com



Adicionalmente se plantea el ahorro tanto en combustible y por ende ahorro en dinero por pago de la energía que viene de la red a condiciones iguales, teniendo en cuenta la potencia instalada y consumida, lo que permitirá pagar la inversión y obtener un ahorro en la factura de combustible.

Todo el sistema contara con su respectiva protección por medio de reguladores de voltaje, con lo cual se podrá regular y garantizar la duración y desempeño que la tecnología propuesta puede brindar y que se ha comprobado como altamente exitosa, siempre y cuando se instalen en un marco de seguridad.

Es de vital importancia señalar que también es necesaria la instalación e inclusión de sistemas de detección y controles, que permitan el ahorro de forma significativa, ya que trabajada y controlada la potencia instalada, el siguiente paso es reducir o administrar mejor los tiempos de uso y, de esta manera obtener un excelente performance.

X. PRECIO TOTAL:

El costo de la inversión total por 8 buses eléctricos marca VOLTA para transporte de pasajeros JZT20, modelo 2016 con capacidad para 20 personas de pie, así como el sistema solar fotovoltaico de 124.55 kWp que servirá para alimentar la energía de dichos buses es de USD\$474,300.00 al tipo de cambio comprador del día por lo que a un tipo de cambio de USD\$1.00 por Q7.70 SERIAN Q3,652,110.00

Nota: El precio total se basa en volumen por todo el equipo completo podría variar por cuestiones de volumen y flete si se adquiere de forma parcial, así mismo el precio de administración del contratista solo se sugiere sobre nuestro precio sin IVA, y es independiente del precio total con IVA ofertado por nosotros.

1. TIEMPO DE RECEPCION EQUIPOS GUATEMALA PUESTO EN OBRA DESPUES DE EMITIR CARTA CREDITO AL FABRICANTE DE TODO EL EQUIPO COMPLETO:

60 días

2. TIEMPO TOTAL INSTALACION DE TODO EL EQUIPO DE GENERACION SOLAR Y RESPALDO COMPLETO:

45 días

XI. FORMA DE PAGO:

Orden de Compra o Requerimiento de parte del comprador respaldada con contrato para lo cual se darán las fianzas correspondientes, con copia adjunta del requerimiento del Ministerio de Gobernación hacia el comprador y aceptación de la factura cambiaria correspondiente por el valor total del equipo por el comprador a un plazo máximo de 180 días, si se excede este plazo el comprador deberá pagar los intereses correspondientes al atraso.

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014

Telefono: (502) 2258-6824

www.voltaemotor.com



XII. VALIDEZ DE LA OFERTA:

8 días, y los precios pueden cambiar sin previo aviso.

Agradezco su atención al presente y quedo a sus ordenes para cualquier duda o pregunta y esperamos contar con su preferencia.

Atentamente

Alejandro Ernesto Guadalupe Barrios Palacios
Presidente

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014

Telefono: (502) 2258-6824

www.voltaemotor.com



KACO blueplanet 32.0, 40.0 and 50.0 TL3 M3 grid-tied inverter (3 MPPT)

KACO new energy is a leader in power electronics specializing in PV inverters, performance monitoring systems, and power supply systems for industrial rail applications. Continued growth will see KACO new energy enter the emerging markets of energy storage systems and rural electrification.

Energy Yield

- 97.5% CEC efficiency
- Shade tolerant with one (M1) or three MPPT (M3) model option.
- Three MPP input channels ensure maximum kWh production
- 200 - 1000 VDC operating range*
- Broad thermal operating range -13 to 158 °F / -25 to 60 °C

Safety

- Compliant with NEC 690 section III for PV system AC and DC disconnection
- Visible and lockable PV system disconnection means

Operations

- Unparalleled design flexibility
- Integrated AC and DC balance of system components
- High power density with a compact form factor for easy PV system integration
- Up to 75% lighter than comparably sized inverters
- Integrated web server and graphical user interface with data logging performance history

Reliability

- AC and DC surge protection
- NEMA 3R construction with sealed electronics

*200-1000 VDC for the 32.0, 40.0, 50.0 TL3 M3 model

VOLTA E-MOTOR COMPANY S.A.

12 Calle 2-55 Zona 14, Guatemala Ciudad, Guatemala C.A., 01014

Telefono: (502) 2258-6824

www.voltaemotor.com

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-4554-1507-107
 Fecha: 12 de julio de 2015 15:07 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: alejandro BP, Guatemala

Coordenadas: **14° 35' 17.09" N, 90° 32' 52.17" W**
 Elevación: 1489 m
 Pendiente: 2°
 Orientación: 131° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **2225 kWh/m²**
 Temperatura ambiente anual a 2 m: **18.1 °C**

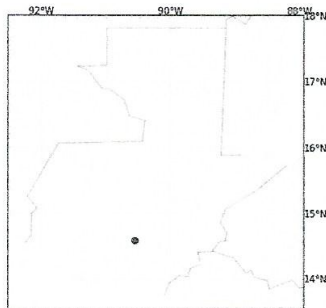
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **124.55 kWp**
 Tipo de módulos: **silicio cristalino (c-Si)**
 Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
 Orient./Incl.: **180° (sur) / 18°**
 Efic. (Euro) inversor: 97.5%
 Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
 Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **217.2 MWh**
 Rendimiento medio: **78.2%**

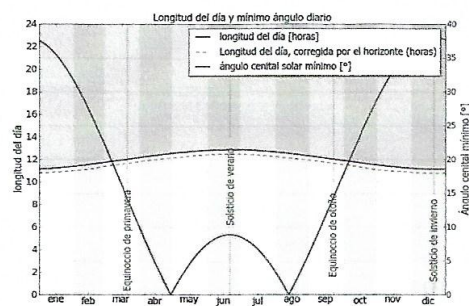
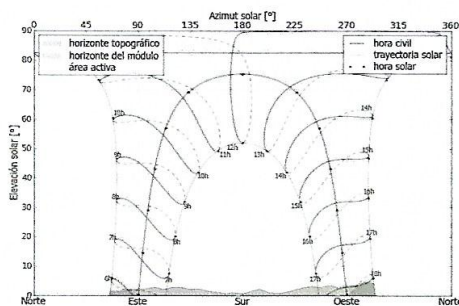
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=14.5880793208,-90.547825098&z=10>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2015 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



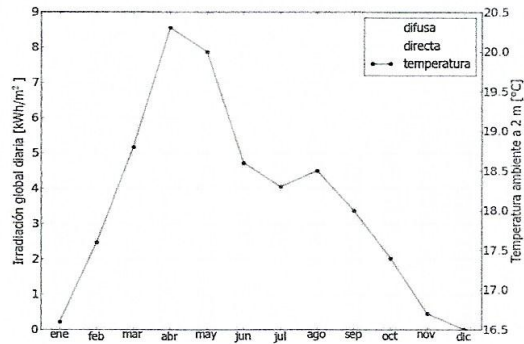
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: alejandro BP, Guatemala, lat/lon: 14.5881°/-90.5478°
 sistema FV: 124.55 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 18°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	175	5.63	1.39	16.6
feb	175	6.26	1.58	17.6
mar	213	6.87	1.83	18.8
abr	208	6.92	2.35	20.3
may	185	5.95	2.62	20.0
jun	168	5.59	2.43	18.6
jul	184	5.94	2.46	18.3
ago	180	5.81	2.38	18.5
sep	157	5.23	2.27	18.0
oct	162	5.24	2.06	17.4
nov	163	5.44	1.58	16.7
dic	165	5.33	1.38	16.5
año	2135	5.85	2.03	18.1



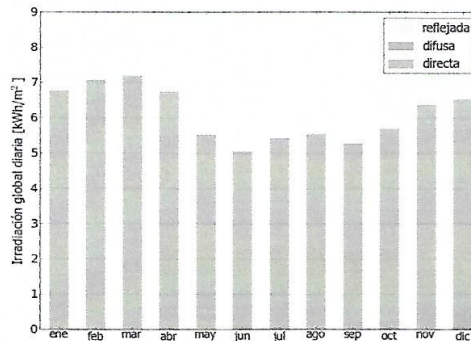
Medias anuales:

- Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
- Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
- Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
- T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 18°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	210	6.77	1.57	0.02	0.2
feb	198	7.08	1.73	0.02	0.2
mar	223	7.20	1.92	0.02	0.1
abr	203	6.75	2.34	0.02	0.1
may	171	5.53	2.52	0.02	0.2
jun	152	5.06	2.31	0.02	0.2
jul	168	5.43	2.36	0.02	0.2
ago	172	5.55	2.34	0.02	0.2
sep	159	5.29	2.28	0.02	0.2
oct	176	5.70	2.16	0.02	0.2
nov	191	6.38	1.75	0.02	0.2
dic	202	6.53	1.56	0.02	0.3
año	2225	6.10	2.07	0.02	0.2



Medias mensuales:

- Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
- Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
- Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
- Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

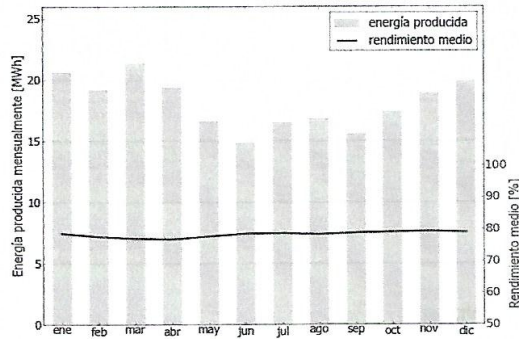
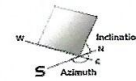
Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

	kWh/m ²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	2135	96.0%
Con inclinación óptima (18°)	2225	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2938	132.0%
Su opción	2225	100.0%

Sitio: alejandro BP, Guatemala, lat/lon: 14.5881°/-90.5478°
 sistema FV: 124.55 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 18°

7. Producción eléctrica FV inicial

Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	165	5.33	20.6	9.5	78.6
feb	154	5.50	19.2	8.8	77.6
mar	172	5.55	21.4	9.9	77.0
abr	156	5.20	19.4	8.9	76.8
may	133	4.30	16.6	7.6	77.7
jun	120	3.98	14.9	6.9	78.5
jul	132	4.27	16.5	7.6	78.6
ago	135	4.35	16.8	7.7	78.3
sep	125	4.18	15.6	7.2	78.7
oct	140	4.50	17.4	8.0	79.0
nov	152	5.06	18.9	8.7	79.2
dic	160	5.16	19.9	9.2	78.9
año	1744	4.78	217.2	100.0	78.2



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp] E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
 Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp] PR Rendimiento [%]
 Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida	Pérdidas	Pérdidas	Rendimiento	
	[kWh/kWp]	[kWh/kWp]	[%]	[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	2230	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	2225	-4	-0.2	99.8	99.8
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	2163	-63	-2.8	97.2	97.0
4. Conversión DC en los módulos	1941	-222	-10.3	89.7	87.0
5. Otras pérdidas DC	1834	-107	-5.5	94.5	82.3
6. Inversores (conversión DC/AC)	1788	-46	-2.5	97.5	80.2
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1761	-27	-1.5	98.5	79.0
8. Disponibilidad reducida	1744	-18	-1.0	99.0	78.2
Rendimiento total del sistema	1744	-486	-21.8	-	78.2

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.info/doc/pvplanner/>.

Sitio: alejandro BP, Guatemala, lat/lon: 14.5881°/-90.5478°
sistema FV: 124.55 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 18°

9. SolarGIS v1.8 - descripción de la base de datos

SolarGIS es una base de datos climáticos de alta resolución operada por GeoModel Solar. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR y CFS (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2010, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2011, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2011, 30 minutos, parcialmente cada 3 horas los valores de América,
- MACC (© ECMWF, UK) 2003 - 2013, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2013, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.info/doc/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

GeoModel Solar s.r.o. , Milana Marečka 3, 84107 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.info/doc/8>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, GeoModel Solar no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. GeoModel Solar no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2015 GeoModel Solar, todos los derechos reservados.
SolarGIS® es una marca registrada de GeoModel Solar

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por O.S.I. de Guatemala S.A., 2a. Avenida 9-20 Zona 10, 01010, Guatemala, Guatemala, <http://www.osi.net>.

Este documento está firmado electrónicamente por GeoModel Solar. La autenticidad de este informe se puede comprobar aquí: <http://solargis.info/doc/120>

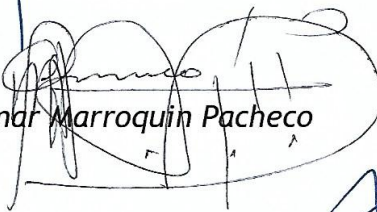


FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE PARA EL CAMPUS CENTRAL DE
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, ZONA 12**
Proyecto de Graduación desarrollado por:


Edgard Estuardo Barrientos Girón

Asesorado por:


Arq. Omar Marroquin Pacheco


Arq. Aldo Hernández Soto


Msc. Arq. Manrique López Herrera

Imprímase:

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dr. Byron Alfredo Rabe Rendón
Decano