



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE
CHIAPAS.**

**FACULTAD DE INGENIERÍA.
PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL.**

TESIS PROFESIONAL
ANÁLISIS DE RIESGOS POR LA IMPLEMENTACIÓN DE
VEGETACIÓN CERCANA A LAS INFRAESTRUCTURAS
EN CIUDAD UNIVERSITARIA (UNICACH)

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTA:

DIANA KOINTA SANTOS CRUZ.

DIRECTOR:

DR. JOSE MANUEL GOMEZ RAMOS

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS. Septiembre 2025





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
01 de octubre de 2025

C. Diana Kointa Santos Cruz

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería Ambiental

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

ANÁLISIS DE RIESGOS POR LA IMPLEMENTACIÓN DE VEGETACIÓN CERCANA A LAS
INFRAESTRUCTURAS EN CIUDAD UNIVERSITARIA (UNICACH)

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Mtro. Ulises González Vázquez

Dr. José Manuel Gómez Ramos

Firmas:

Ccp. Expediente

Pág. 1 de 1
Revisión 1

Agradecimientos

Primeramente, quiero darle gracias A DIOS por haberme dado la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesaria para avanzar en cada etapa de este camino y la esperanza para confiar que todo esfuerzo tiene su recompensa.

A mis padres por haber sido mi mayor inspiración y mi pilar en cada etapa de este camino. Gracias por su amor incondicional, por su apoyo constante y por los innumerables sacrificios que realizaron para brindarme la oportunidad de crecer, aprender y alcanzar mis metas. Con su ejemplo que la perseverancia, la honestidad y el esfuerzo son valores que conduce al verdadero éxito, este logro no me pertenece solo a mí, sino también a ustedes, por qué cada paso que doy este cimentado en las enseñanzas y en la fortaleza que me transmitieron.

A mis Herman@s Dalia, Karla, Cielo y Alan gracias por su apoyo y compañía incondicionalmente a lo largo de este proceso por estar presente en los momentos difíciles, por sus palabras de aliento y por recordarme siempre la importancia de la unidad familiar.

A mis sobrin@s Keyla, neythan y Diego por hacerme reír en los momentos que más los necesito.

A mis maestros, por su dedicación, paciencia y compromiso en la formación de mis conocimiento y habilidades. gracias por compartir su experiencia y sabiduría, por motivarme a superar los desafíos académicos.

De manera especial, agradezco al doctor José Manuel Gómez Ramos, licenciada Heidi Selene Montejo Bautista y licenciada Nelva Maricela Sánchez Espinoza por su valiosa orientación, confianza y el apoyo a lo largo de este proceso, convirtiéndose en parte fundamental de este logro académico

Contenido

Capítulo 1. Introducción.....	4
1.1 Planteamiento del problema.....	9
1.2 Justificación.....	11
1.3 Antecedentes.....	13
Capítulo 2 Marco teórico.....	18
2.1. Arbolado Urbano.....	20
2.2 Factores limitantes.	21
2.3 Estructuras de los árboles.....	21
2.4 Instrumentos para medir	23
Capítulo 3. Marco teórico legal.....	24
3.1 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010	24
3.2 Reglamento de Áreas Verdes y Arborización para el Municipio....	25
Capítulo 4. Objetivos.....	35
4.1 Objetivos General.	35
4.2 Objetivos Específicos.....	35
4.3 Hipótesis.....	35
Capítulo 5. Metodología.....	36
5.1 Área de estudio.	37
5.2 Áreas geológicas y climática	38
5.3 instrumentos que fueron utilizados en las mediciones son los siguientes:	44
Capítulo 6. Resultados.....	45
Facultad de odontología y salud publica	45
Capítulo 7. Discusiones	48
Capítulo 8. Conclusiones.....	49
Recomendaciones.....	50
Referencias.	51
ANEXOS DE TABLAS DEL INVENTARIO FLORISTICO	56
Anexo 1. Formula	65
ANEXOS 2 Fotografías de documentos de reposte de daños a infraestructura	93

Imagen 1. Del programa educativo de ingeniería ambiental.....	93
Imagen 2 Facultad de Ciencias biológicas.....	93
Imagen 3. Facultad de odontología y salud pública.....	94
Imagen 6. Facultad de Ingeniería Topografía e Hidrología.	96
Imagen 8. Facultad de Ciencias Biológicas. Mediciones de campo	97
Imagen 9. Programa educativo de ingeniería ambiental	97

Capítulo 1. Introducción.

Actualmente se enfrenta una problemática importante, por el riesgo de implementación de árboles no idóneos cerca de infraestructura, jardines, centros comerciales, escuelas, bulevares, calles, avenidas, etc., en ocasiones son vegetación que no es de la región o endémicas del lugar, son vegetaciones exóticas que provoca altos riesgos en las infraestructuras a futuro. La demanda de espacios y servicios a consecuencia de la urbanización genera problemas ambientales percibidos a escala doméstica y mundial (Kuchelmeister, 2000). En este sentido, se considera pertinente el análisis de riesgo que puedan provocar los árboles en Ciudad Universitaria de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, como una atenuación de dichos problemas.

La sociedad requiere de superficie de áreas verdes que permitan desempeñar y desarrollar actividades sociales, educativas y cívicas (Ruiz, Montiel et al., 2014); en particular, los árboles urbanos ofrecen numerosos beneficios, entre ellos: mejoran la calidad del ambiente, la calidad del aire y del agua, producen sensación de bienestar, propician temperaturas más bajas y reducen la radiación ultravioleta (Nowak et al., 2006). Sin embargo, se enfrentan a condiciones de estrés ocasionados por la acción del hombre, por esta razón, es importante evaluar las condiciones del arbolado y valorar que se encuentra en óptimas condiciones y se minimice su riesgo para las personas (Vogt et al., 2015), así como los daños a la infraestructura.

En la actualidad se reconoce la importancia que tiene la naturaleza, sin embargo, sigue predominando un distanciamiento entre lo natural y lo urbano, es decir, la naturaleza se percibe como algo fuera o alejado de la urbe y de lo cotidiano (Rivas, 2005). Un árbol de riesgo se caracteriza con base en su inestabilidad debida a un defecto en su estructura, es decir, cualquier parte del ejemplar: tronco, ramas o copa puede colapsar y provocar accidentes en infraestructura, (National Tree Safety Group, 2011). Por lo anterior, la evaluación del arbolado urbano tiene por objetivo identificar y calificar dicha condición estructural, con el fin

de determinar su riesgo potencial y probabilidad de ocasionar un daño (Matheny y Clark, 2009).

La percepción del riesgo por los posibles daños causados por el arbolado de las áreas verdes en zonas urbanas es un tema de investigación poco recurrente (Matheny y Clark, 2009; Pokorny 2003). La mayoría de los estudios sobre el arbolado urbano se centra en los servicios (beneficios) y en los costos, de mantenimiento (Jim y Chem, 2009; Escobedo et al., 2011; Delshammar et al., 2015; Nowak et al., 1997). Sin embargo, Koeser et al, (2016) menciona que la generación de indicadores que ayuden a medir la percepción del riesgo es un mecanismo para la prevención de desastres. En cambio, Beck (2006) postula que el riesgo es propio de cada sociedad en un espacio y tiempo determinado y que siempre es latente; hace una distinción entre el riesgo ecológico y el financiero. Establece que, socialmente, se tiene aversión al riesgo ecológico y se conceptualiza al financiero como un efecto secundario, pero se cataloga como un desastre a un evento, cuanto hay pérdidas monetarias. Por su parte, Slovic et al. (1982) y García (2005) reconocen, que cuanto mayor sea el desconocimiento del desastre natural, menor será la inversión al riesgo. En la actualidad, la expansión urbana es evidente debido al creciente aumento poblacional, en contexto, el componente arbóreo se posiciona como elemento fundamental de bienestar en el paisaje y ambiente urbanos (Sánchez y Rodríguez, 2014).

El arbolado es considerado como un elemento importante dentro de la sociedad, brinda elementos ecológicos de trascendencia social y económica por ejemplo control de la contaminación, barreras contra el viento, amortiguamiento de ruidos, infiltración de agua. Para optimizar los beneficios de los árboles, es necesaria la evaluación de información sobre los costos asociados con el manejo de la vegetación, para cuantificar las numerosas funciones de los árboles, es importante contar con datos estructurales, por ejemplo, el número de árboles, composición de las especies arbóreas, tamaño, ubicación, biomasa, copa, entre otros. Los datos anteriores son indispensables para la planificación adecuada del arbolado urbano,

con ella se garantiza, mantener y mejorar la calidad del ambiente, la salud humana y el bienestar de las ciudades (Nowak et al., 2006).

El desafío está en desarrollar un adecuado manejo del arbolado para asegurar un nivel de riesgo bajo (Tomao et al., 2015). Un espécimen longevo sin mantenimiento tiene mayor probabilidad de provocar un daño (Albers et al.), ante ello, es importante identificar los individuos que representan un riesgo a consecuencia de su deterioro por estrés hídrico o térmico, contaminación atmosférica, urbanización, ataque de plagas o enfermedades (Restreppo et al., 2015). Las fallas de un árbol se evalúan mediante una inspección visual para identificar y comprender los indicadores de peligrosidad potencial (Calaza e Iglesias, 2016). Se identifican siete categorías de características potenciales de daño: madera descompuesta, grietas, problemas en las raíces, uniones débiles de ramas, canchales, arquitectura, ramas y copa o individuos (Pokorny y Albers, 2003).

De acuerdo con Benedetti y Campo de Ferreras (2007), los estudios del arbolado urbano cuentan con un valor científico debido a que la vegetación es la representación más evidente del ecosistema y en particular del ecosistema urbano. En las ciudades la plantación de árboles obedece a diversas finalidades, entre ellas delimitar las zonas, proporcionar aislamiento o crear barreras visuales, proteger del viento, del sol o del ruido, **embellecer** o dar sombra en espacios de recreo y esparcimiento como parques, plazas, escuelas, aportando un valor estético y paisajístico de gran interés dentro de un entorno tan antropizado (Moll y Gangloff, 1987). En las ciudades, incluida Tuxtla Gutiérrez, los árboles se enfrentan a condiciones de estrés que obedecen regularmente a la acción del hombre, misma que provoca que su condición física sea propensa a dañarse, disminuyendo su esperanza y calidad de vida (Benavides, 1989; Rivas, 2005).

Aun a esto, Chiapas, es uno de los estados a nivel nacional, con mayor diversidad florística. Según las estadísticas, Chiapas ocupa el segundo lugar con mayor riqueza de flora en México, que concentra una mayor variedad filogenética, cerca de 8,000. La agricultura del estado ocupa el 39% de su territorio, dejando evidencia lo fértil de sus suelos. Su vasto territorio cuenta con 106 áreas protegidas,

de las cuales 18 son de orden federal, 25 por orden estatal y los 63 restantes por las autoridades municipales. En la vegetación podemos encontrar bosques con climas templados, selvas tropicales, en las zonas boscosas se dividen por bosques de pino, bosque de pino-encino, bosque mesó filo de montaña o bosque de niebla, en estas zonas montañosas se eleva entre 1300 y 2550 msnm, las especies encontradas pueden llegar a medir entre 25 y 35 m de altura. En cambio, en las zonas selváticas, se divide de la siguiente manera, selva baja, y selva alta.

El municipio de Tuxtla Gutiérrez, cuenta con una extensión de 413 km², lo que comprende el 0.5% del territorio estatal. El tipo de vegetación predominante es la selva baja caducifolia, aunque se pueden encontrar otros tipos de vegetación como Selva Mediana Subcaducifolia y Subperennifolia, manchones de encinares, vegetación ripiara y Acahuals (Isidro, 1997).

Los árboles de crecimiento rápido cerca de edificios pueden causar un asentamiento desigual del suelo, ya que las raíces de los árboles secan la tierra de forma desigual. En algunos casos, el hundimiento y los daños estructurales pueden estar relacionados con las raíces, que estos a su vez pueden bloquear desagües, levantamiento del pavimento. Las raíces de los árboles pueden extenderse hasta tres veces la altura del árbol, cuando se ubican de manera ordenada los daños son raros. No existe información publicada, sobre los riesgos del arbolado y actividades de manejo; por lo anterior y dada la importancia, el objetivo del presente estudio es identificar y evaluar los árboles que están provocando los riesgos en la infraestructura de la C.U. (UNICACH), de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

En este proyecto, se propone el análisis de riesgo en las infraestructuras de Ciudad universitaria de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, considerando las características del territorio, los principales aportes serían: la caracterización de los árboles que sentara los primeros antecedentes en C.U., conocer la composición entre las especies nativas y exóticas, misma que darán la pauta para establecer criterios para la adecuada selección de las dichas especies potencialmente útiles para diversos fines, lo cual, a su vez, se permite detectar y priorizar los problemas de más riesgo que son necesarios ser atendidos son los sanitarios, así como también identificar los beneficios que se recibe por la estructura arbórea.

Contar con una relación proporcional que indique cuantos arboles existente, con la información anterior diseñar un modelo de mapa verde, que representa la reubicación de los árboles, de forma sencilla y directa sin ocasionar riesgos a las infraestructuras, con las condiciones físicas, composición florística y de mantenimiento y finalmente presentar la relación al conocimiento, uso, aprovechamiento, manejo e interés en las conservación de los árboles urbanos, de esta manera se pretende establecer un equilibrio apropiado entre el desarrollo urbano y la conservación de la naturaleza en la ciudad.

1.1 Planteamiento del problema.

La percepción del riesgo por los posibles daños causados por el arbolado de las áreas verdes en zonas urbanas, es un tema de investigación poco recurrente (Matheny y Clark, 2009; Pkurny, 2003). Como se ha mencionado previamente, hay muchas afectaciones en Ciudad Universitaria, como son la Facultad de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Odontológicas y Salud Pública, Facultad de Ingeniería (Ingeniería Ambiental, Ingeniería Topografía e hidrología e Ingeniería en Geomática), las cuales han tenido varias afectaciones en sus estructuras de los edificios, daños eléctricos, daños en tuberías de agua potable y alcantarillado, etc. Esto se debe que, en los alrededores de las facultades, tienen árboles de raíces superficiales y de largo alcance, desde 3 hasta 4 árboles, cercanos a las infraestructuras. En ocasiones, los árboles tienen defectos estructurales propios como en raíces, tronco o ramas o derivados de la falta de mantenimiento, lo que origina que se debiliten y provoquen problemas que pueden ser fatales, en dicha condición, adquieren la calidad de ejemplares peligrosos o en riesgos (O'Brien et al., Chacalo et al., 1997).

La evaluación del arbolado tiene, por objetivo identificar y calificar dicha condición estructural, con el fin de determinar su riesgo potencial y probabilidad de ocasionar daño (Matheny y Clark, 2009). Los problemas con las raíces de los árboles no siempre se resuelven con la eliminación del árbol, ya que el troco puede continuar creciendo. Las raíces proporcionan estabilidad, recolectan agua y nutrientes, aunque las raíces no pueden atravesar las bases, más bien roban el suelo y la pérdida del soporte de la infraestructura (Escobedo et al., 2011). Las raíces invasoras al estar cerca de tuberías de agua, estas las atraen y una vez encontrado las tuberías, empiezan ocasionando daños obstruyen la línea y causan fugas. Las afectaciones en las facultades ya mencionadas, es el crecimiento de las raíces, las cuales provocan los daños. Es importante identificar los individuos que representan un riesgo a consecuencias de su deterioro por estrés hídrico o térmico,

contaminación atmosférica, urbanización, ataques de plagas o enfermedades (Restrepo et al., 2015).

Uno de los problemas más comunes que existen, en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, son que las raíces de los árboles, las cuales representan un alto riesgo que estén cerca de edificios, bulevares, calles, escuelas, sistema de agua o alcantarillado, etc. Por ende, en nuestra área de estudio, las raíces de los árboles se han convertido en un problema de gran relevancia, ya que existen árboles muy cercanos a los edificios en Ciudad Universitaria (C.U- UNICACH). Por lo que, los árboles que crecen o fueron plantados cerca de infraestructura, son a menudo una fuente de preocupación debido principalmente a los daños que provocan, debido a que no fueron plantados mediante una estrategia o plan para prevenir daño, sino más bien fueron plantados por generar una vista más florística y estética, sin importar los daños que estos provocarían.

Finalmente, se puede mencionar que actualmente existe una problemática bastante fuerte, que se vive en Ciudad Universitaria (C.U. - UNICACH), debido a que se desconoce los riesgos que ocasionan las raíces de los árboles, al sembrar árboles de raíces superficiales y extensos cerca de las infraestructuras, provocando daños que, a su vez, son muy costosos y en ocasiones difícil de reparar.

1.2 Justificación.

Como es sabido, en Ciudad Universitaria (C.U- UNICACH), enfrenta actualmente diversos problemas relacionados con su infraestructura, siendo el arbolado uno de los factores que ha generado mayores afectaciones en los últimos años. Aunque los árboles son considerados elementos estéticos que aportan valor visual y estético, pero por la falta de información que existe se ha convertido en un problema, ya que cuentan con una gran cantidad de vegetación exótica. Un aspecto a considerar actualmente del arbolado urbano, es la alineación en donde son ubicados ya sean en calles, avenidas, escuelas, parques, bulevares, etc., esto es provocado por la falta de planeación dentro de los proyectos de urbanización y de reforestación que se dan año tras años, principalmente por las áreas verdes, y en lugar de mejorar el aspecto se ha perfilado poco estético.

Las posibilidades de planear y con ello mejorar cualitativamente el arbolado se basa en el uso de herramientas, como los inventarios, ya que los datos generados permiten conocer la situación física y sanitaria en la que se encuentran los árboles, permitiendo planificar acciones y dar líneas a seguir para conservar y mantener este recurso, por lo que el inventario es un método para obtener información organizada acerca del número, condición y distribución de los árboles, además de que es el punto de partida en la planeación del recurso forestal en las ciudades (Hitching, 1981).

Por lo tanto, este trabajo busca analizar los riesgos que los árboles representan en las infraestructuras, analizando la necesidad de manejar adecuadamente las áreas verdes, de la Ciudad Universitaria (C.U-UNICACH), con el fin de proporcionar mejores espacios para los estudiantes, administrativos y docentes. Por ello, el objetivo general, es analizar desde una perspectiva el arbolado cercano a la infraestructura, realizando un plan de estrategia para reubicación, si es posible o el mantenimiento cuando se encuentren una especie que se pueda realizarlo. Se proponen elaborar un inventario de los árboles, como una herramienta básica que nos ayudara a identificar las características dasométricas de los árboles. Un inventario forestal urbano es un medio por el que se puede adquirir y retener información acerca de la composición y condición actual de los árboles para iniciar o mejorar los programas de manejo (González, 1984; Phillipis, 19993).

Así mismo con el inventario puede determinarse la magnitud de algún problema sea por factores bióticos o abióticos para detectar aquellos que requieren de una atención inmediata (Bourque, 1985).

con el cual sabría el tipo de árbol, cuantos, en qué condiciones se encuentran, con que problemas, origen, familia, y, al conocer todo lo anterior se tendrían las bases para ofrecer mejores alternativas. Los resultados de este inventario servirán para desarrollar un Programa de Manejo de las Áreas Verdes de Ciudad Universitaria (C.U-UNICACH), en otros aspectos deberá incluir un mantenimiento a corto, mediano o largo plazo. El riesgo es mayor en la medida en la que existan más arboles cerca de las infraestructuras. A esta situación habría que agregarse el problema del desplazamiento que enfrentan las especies nativas ante la introducción de especies exóticas (Escobedo et al., 2011; Dobbs et al., 2014).

Por lo tanto, es crucial una ordenación del arbolado en Ciudad Universitaria (C.U-UNICACH) para planear medidas correctivas, mediante prácticas silviculturas en área de densidad, como podas y aclareos; para evitar futuros daños, es necesario seleccionar espacios propicios para la ubicación y reubicación de los árboles, para lo cual los Sistemas de Información Geográfica (SIG) actúan como una herramienta de gran eficiencia (Van Elegem et al., 2002).

Es una problemática bastante fuerte, que se vive en la Ciudad Universitaria (C.U-UNICACH), y en todos los alrededores de Tuxtla Gutiérrez, debido a que se desconoce los riesgos que ocasionan las raíces de los árboles, dado que sembrar árboles de raíces superficiales cerca de las infraestructuras provoca daños que, a su vez, son costos de reparar. A sí mismo, no existe información publicada formalmente sobre la condición del arbolado y actividades de manejo; por lo anterior y dada la importancia, el objetivo del presente estudio es identificar y evaluar los árboles de riesgo en Ciudad Universitaria Ciencias y Artes de Chiapas (C.U-UNICACH), de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, empleando diferentes indicadores para determinar las condiciones del sitio, caracterización dasométrica, condición de vitalidad.

1.3 Antecedentes.

En la actualidad se enfrenta una gran problemática muy importante, que es por el riesgo de la implementación de los árboles no idóneos que están ubicados cerca de infraestructura como, calles, bulevares, jardines, escuelas, centros comerciales, avenidas, etc. Ya que en ocasiones son vegetaciones que no son de la región o endémicas del lugar ya que son vegetaciones exóticas que provocan altos riesgos a las infraestructuras a futuro.

La planificación de áreas verdes en zonas urbanas, tiene diferentes enfoques y antecedentes que se remontan al siglo XIX. Estuvieron encaminadas en los parques europeos como Estados Unidos. Posteriormente, estos programas empezaron a incluir el tema del mejoramiento de la salud de la población mediante la creación de leyes y reformas para el establecimiento de espacios abiertos con ambientes limpios y para hacer ejercicios (Rutherford et al., 1994). Durante el periodo de 1910 y 1940, en contraste con las tendencias que se venían implementando surge en los Estados Unidos un movimiento estético urbano denominado Ciudades Bellas, que promovió el desarrollo de grandes y monumentales parques públicos, a pesar de esto, el paradigma declino y se volvió obsoleto, en 1960 se enfocó nuevamente en las áreas verdes, pero esta con una función social desde la perspectiva recreacional y deportiva (Cliff, 1982).

Los primeros estudios especializados en árboles urbanos, surgen entre las décadas de 1970 y 1980 (Benavides, 1989). Comenzando con los estudios internacionales, realizados por Wray y Mize (1985), durante el año 1978 inventariaron el arbolado de alineación de las calles, con seguimientos anuales en la ciudad de Iowa en Estados Unidos de América, donde se demostraron las condiciones generales de los árboles y recomendaciones de manejo, tomando 39,000 árboles al azar. Las especies que seleccionaron para las nuevas plantaciones, con base en las necesidades mínimas de mantenimiento fueron: *Morus* sp, *Thuja* sp, *Fraxinus americana*, *Hacer platanoides* y *Celtis occidentalis*.

En Italia, se desarrolló un inventario dasonómico de 40, 000 árboles, donde se estudiaron parámetros como el estado estético, así como su esperanza de vida. Se estimó que el bosque tendría una proporción del 45% para los años 1990 a 2010, el

40% entre 2010 a 2040 y el 15% después de 2040 (Berr, 1985). Así mismo, McPherson (1998), realizó en el condado de Sacramento, California en Estados Unidos de América, un estudio que tuvo por objetivo describir la estructura del bosque urbano y evaluar su sustentabilidad a largo plazo, contabilizó un aproximado de 6 millones de árboles. Concluyó indicando que el bosque urbano de Sacramento es relativamente sustentable, el 70% de los árboles contó con buenas y excelentes condiciones, la población se distribuye adecuadamente por edades y especies, además las especies más abundantes se encontraban bien adaptadas a las condiciones locales. Finalmente indicando que existen factores que podrían provocar cambios durante los próximos cincuenta años y que las especies con mayor capacidad para adaptarse a esas condiciones deben ser evaluadas y planificadas en un futuro, para seguir manteniendo todos los beneficios de los árboles urbanos.

En el 2015, se realizó un estudio de arbolado en el municipio de Boadilla del Monte, España, que tuvo por objetivo la obtención de parámetros técnicos relacionados con la adaptación a la ciudad, resistencias a condiciones sanitarias y estructurales para conocer el estado actual y mejorar la gestión del arbolado. Se inventarió un total de 25,425 árboles, pertenecientes a 31 familias y 74 especies. El 90.54% (23,020) corresponde al arbolado de alineación y el 9.45% (2, 405) a parques. Las familias Pinaceae y Platanaceae sumaron el 60% de los ejemplares. Las especies *Platanus x hispánica* (plátano de sombra) y *Pinus pinea* (pino piñonero) constituyeron el 50% del total de los individuos, se identificaron 105 ejemplares muertos, así mismo, el 95.8% de los árboles presentaron buen estado fitosanitario, seguido de regular con 2.7% y un estado malo con el 0.2%. el 19.5% de los individuos evidenciaron algún tipo de daño en raíces, ramas o troncos, concluyeron con recomendaciones específicas para nuevas plantaciones, tipo de poda, mantenimiento, alcorques y riego (Consultoría e Ingeniería Ambiental MELISSA, S.L., 2015).

En América Latina, se encuentra el trabajo de Martínez (2005), tuvo por objetivo el diagnóstico del arbolado urbano en las vías de acceso a la columna de Maipú en Chile, tomando en cuenta las preferencias de los habitantes, registro un total de 8598 árboles donde las especies más frecuentes fueron; *Robinia pseudoacacia* (16.6%), *Schinus molle* 9% y *Platanus x acerifolia* 7.5%,

El promedio de altura se encontró entre los 4 y 8 metros, del total de árboles el 46.5% presentaron condición regular y un 31.8% mal estado; las principales tareas de mantenimiento son el control de insectos o enfermedades en el 90.6% de los árboles, la poda de levantamiento en el 80.2%, la reparación de heridas en el 76.8% y poda de limpieza en el 60%. En cambio, en Chile, se realizó otro estudio por Torres (2006), mismo que resulto innovador ya que indaga el análisis de la percepción de los habitantes de la comunidad de Reina tienen acerca del manejo y estado de arbolado urbano, mediante la aplicación de encuestas obtuvo que la gente quiere que el arbolado de su barrio se bello, proporcionando sombra, sea fácil de mantener, que no genere grandes cantidades de hojas o tenga frutas y que debe ser mantenido por el mismo municipio.

Por otra parte, en el contexto nacional, se cuentan con la investigación de Jiménez (1988). Quien realizo un diagnóstico ecológico de las áreas de la Delegación Cuauhtémoc de la Ciudad de México, reportando a las especies con mejor arbóreas más frecuentes: *Fraxinus uhdei*, *Liquidum* y *Ulmus paryifolia* y como las especies con mejor estado fitosanitario: *Bambusa arundinaria*, *Cupressus lindleyi*, *Eucalyptus* sp, y *Jacaranda mimosifila*. Algunos aspectos del arbolado de alineación de la delegación de Venustiano Carranza, D.F., donde se realizó un inventario del arbolado considerando variables como, la localización del ejemplar, espacios disponibles para plantación, especie, diámetro del tronco, altura, etapa de desarrollo, tipos de poda, ubicación y daños a edificios; dentro de las conclusiones se encuentran que el arbolado de alineación se componía en ese momento de 68 especie diferentes, 46 árboles y 26 arbustos, agrupados en 38 familias botánicas y la mayoría eran introducidas (Benavides, Villalón; 1992).

En el estado de Guadalajara, se realizó un análisis dasonómico del arbolado urbano, censo un total de 24 calles equivalente a 54 manzanas, registro 3,393 individuos comprendidos de 34 especies de 30 géneros, agrupados en 19 familias, las más abundantes fueron la naranja agria (*Citrus Aurantiun*), (*Ficus*

Benjamina), trueno (*Fraxinus Udhei*) identifico que la mayoría de los árboles y arbustos eran susceptibles y propensos por la contaminación, siendo uno de los factores que estaban provocando la alteración de su ciclo fenológico y en algunos casos su muerte (Chagollan, 1994). Otro estudio, realizado por Reyes (2010), con el fin de conocer la diversidad, origen, densidad dasométricos y ecológicos de los árboles en Ciudad Universitaria de la Universidad de Autónoma de Nuevo León en el municipio de San Nicolás de las Garza, Nuevo León. Dentro de los resultados esta la evaluación de un total de 3,608 árboles con proyección de copa promedio de 43.93 m², altura promedio 6.73 m, diámetro promedio de 30 cm, en cuanto a la diversidad arbórea, se determinaron 37 familias, 65 géneros y 81 especies. Las especies con mayor presencia fueron *Fraxinus berlandieriana* y *Ligustrum lucidum*, en cuanto al número de especies encontradas fueron 33.3% son de origen nativa y el 66.7% son introducidos. Se encontró que el estado de salud de los árboles en general es bueno, para la calidad de la poda, se consideró que el 41.13% es realizada de manera inadecuada.

Otro estudio relacionado con el arbolado urbano es el libro “Los diversos y floridos arboles de los parques de Tuxtla Gutiérrez de Gispert et al., (2002)” donde se presenta la descripción botánica de 98 especies arbóreas, arbustivas y palmas en nueve de los parques más importantes de la ciudad, encontraron también que la proporción de árboles nativos en México y América, es del 74.77% y el restante es del 25.23% son exóticas. En respecto a la normativa, cuenta con un reglamento de protección ambiental y aseo urbano que tiene como objetivos regular la poda, desrame y derribo de árboles ubicados en las zonas urbanas del municipio, en el que se define a la poda como eliminación o corte del follaje a partir de las ramas terciarias hacia fuera, con el fin de mejorar la forma o saneamiento, al desrame como la eliminación o corte del follaje a partir de ramas secundarias y terciarias hacia fuera, con el fin de mejorar la forma y saneamiento y al derribo como la tala o eliminación total del árbol En casos su muerte (Chagollan, 1994). Otro estudio, realizado por Reyes (2010), con el fin de conocer la diversidad, origen, densidad dasométricos y ecológicos de los árboles en Ciudad Universitaria de la Universidad de Autónoma de Nuevo León en el municipio de san Nicolás de las Garza, Nuevo León.

Dentro de los resultados esta la evaluación de un total de 3,608 árboles con proyección de copa promedio de 43.93 m², altura promedio 6.73 m, diámetro promedio de 30 cm, en cuanto a la diversidad arbórea, se determinaron 37 familias, 65 géneros y 81 especies. Las especies con mayor presencia fueron *Fraxinus berlandieriana* y *Ligustrum lucidum*, en cuanto al número de especies encontradas fueron 33.3% son de origen nativa y el 66.7% son introducidos. Se encontró que el estado de salud de los árboles en general es bueno, para la calidad de la poda, se consideró que el 41.13% es realizada de manera inadecuada.

Otro estudio relacionado con el arbolado urbano es el libro “Los diversos y floridos árboles de los parques de Tuxtla Gutiérrez de Gispert et al., (2002)” donde se presenta la descripción botánica de 98 especies arbóreas, arbustivas y palmas en nueve de los parques más importantes de la ciudad, encontraron también que la proporción de árboles nativos en México y América, es del 74.77% y el restante es del 25.23% son exóticas. En respecto a la normativa, cuenta con un reglamento de protección ambiental y aseo urbano que tiene como objetivos regular la poda, desrame y derribo de árboles ubicados en las zonas urbanas del municipio, en el que se define a la poda como eliminación o corte del follaje a partir de las ramas terciarias hacia fuera, con el fin de mejorar la forma o saneamiento, al desrame como la eliminación o corte del follaje a partir de ramas secundarias y terciarias hacia fuera, con el fin de mejorar la forma y saneamiento y al derribo como la tala o eliminación total del árbol.

Capítulo 2 Marco teórico.

Ambiente, biodiversidad y ecosistemas.

El ecosistema, es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico, a través de procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Todas las especies del ecosistema dependen unas de otras, dichas relaciones entre especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema (CONABIO, 2009). El término ecosistema y su significado han evolucionado desde su origen, ya que se ha aplicado como ecorregiones a las zonas de transición entre ecosistemas (CONABIO, 2009).

La biodiversidad, hace referencia básicamente a la variedad de la vida, este concepto es muy amplio abarca la diversidad de especies de todas las formas de vida existentes, a su variabilidad genética, los ecosistemas de los cuales forman y los paisajes o regiones en donde se ubican; se incluyen los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes (CONABIO, 2009). Se pueden reconocer tres atributos, el primero es la composición que hace referencia a la identidad y variedad de los elementos, es decir, que hay especies están presentes y cuántas hay; el segundo es la estructura que es la organización física o el patrón del sistema en donde se incluyen la abundancia relativa de especies y de los ecosistemas, grado de conectividad, entre otros. El último, es la función de los procesos ecológicos y evolutivos, por ejemplo, la depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales (CONABIO, 2009).

De acuerdo, con Sánchez y Guiza (1989) el ambiente es todo aquello que rodea al ser humano y está conformado por elementos naturales físicos y biológicos, elementos artificiales, elementos sociales y las interacciones entre todos los elementos. Es importante resaltar que el ambiente no representa únicamente el espacio en donde se desarrolla la vida ya que involucra, además, así como elementos que los rodea por mencionar algunos, el suelo, la atmósfera, el agua

En la legislación mexicana, se establece en el artículo 3°, fracción I de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 2015, el ambiente es el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posibles la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

2.1. Arbolado Urbano.

Los árboles son un componente importante de la infraestructura urbana y desempeñan un papel insustituible en la calidad de las condiciones ambientales en los entornos urbanos (Hagishima, 2018; Sanesi et al., 2016). Además de contribuir con la estética del paisaje, los árboles proporcionan distintos servicios ecosistémicos, mejoran la calidad del aire, incrementan el secuestro de carbono y reducen la contaminación, acciones beneficiosas para la salud y el bienestar de los habitantes (Douglas, 2012). Por lo tanto, la conservación del manejo de los árboles urbanos debe ser cada vez más importante para el desarrollo sustentable. Las zonas con árboles, arbustos y otros tipos de vegetación dentro de las ciudades, a la vez abarca una gran diversidad de hábitat espacios y funciones, los árboles producen una gran variedad de beneficios ambientales, sociales y económicos (CONAF, 2014; Tecnigrál S.L, 2015; Gallo, 2017).

En la actualidad, los árboles, arbustos y demás vegetación se encuentran dentro de las ciudades (jardines, parques, calles, avenidas, escuelas, etc.) como elementos se encuentran dos componentes, las áreas verdes y el arbolado de alineación, particularmente este último puede ser en algunos casos el principal componente, representa un aporte significativo de vegetación al ecosistema urbano, contribuye a mejorar las condiciones climáticas, y estéticas (calderón, 2003). Normalmente el arbolado de alineación, se localiza en las banquetas de las vialidades y puede estar situado en cepas o en fajas, no obstante, se halla bajo

condiciones de crecimiento más difíciles que el situado en las áreas verdes, debido a las limitantes que sufre tanto en la parte aérea como subterránea, considerando en esta última la compactación del suelo (Rapoport, López, Moreno, 1987).

2.2 Factores limitantes.

La vegetación del medio urbano está sujeta a una serie de factores limitantes a los que se presentarían en su ambiente natural como sequía, inundaciones, salinidad, compactación del suelo, temperaturas, daños mecánicos que dificultan su sobrevivencia (Barraza, 1995); tomando en cuenta la reducción del espacio para el crecimiento de raíces y desarrollo foliar, daños al sistema radical por excavaciones para introducir diversos tipos de tuberías, podas irracionales, falta de materia orgánica y nutrientes (Castaños, 1993).

2.3 Estructuras de los árboles.

Parte de la raíz

- Cuello: parte situada al nivel de la superficie del suelo, separa el tallo de la raíz
- Raíz principal o cuerpo: parte subterránea de la que salen las raíces secundarias.
- Pelo Absorbente: por donde penetra el agua con las sustancias Minerales para alimentar la planta.
- Cofia: es la parte que protege la zona de crecimiento de la raíz y tiene forma de casquete.

Funciones de la raíz

- Absorción: absorbe el agua y las sales minerales del suelo
- Fijación: fija a la planta en el suelo.
- Conducción: conduce el agua y las sales minerales desde el suelo al resto de la planta

- **Reserva:** almacenas sustancias alimenticias en forma de almidón, lípidos, proteínas, etc.

Tronco: Es la capa extrema suave, de aspecto rugoso llamado corteza, sirve para proteger al árbol de la desecación, es decir, el frío, el calor y otros organismos. el tronco transporta el agua y el alimento a las hojas hasta las raíces. Sostiene las ramas y el follaje, la capa extrema de corteza protege los delicados tejidos vivos-subyacente(SEMARNAT,2010).

En la corteza se encuentra un anillo de células que forman largos y finos conductos, donde circulan de arriba hacia abajo los alimentos elaborados en las hojas, para nutrir a las ramas y raíces, por otro lado, se encuentra un anillo de conductos fino de células pequeñas con gran capacidad para multiplicarse y es el responsable del aumento del grosor del tronco .la formación de los anillos cambia cada estación y sirve como registro de un año de vida del árbol, con los nuevos anillos aumenta el grosor del tronco.(SEMARNAT,2010).

Ramas: Las ramas son un componente esencial de la estructura de los árboles, desempeñando un papel fundamental en su crecimiento, desarrollo y supervivencia. Permiten que los árboles alcancen nuevas alturas, capturen la luz solar, transporten nutrientes, produzcan frutos y brinden un hogar para una gran variedad de organismos. En otras palabras, las ramas son esenciales para la vida de los árboles y para el equilibrio del ecosistema. (Allen J,2000).

Hojas: Las hojas son la parte donde el árbol fabrica alimento a partir de los minerales y agua que las raíces traen hasta estas, pues recordemos que los árboles son organismos autótrofos o que fabrican su propio alimento o materia orgánica a partir de materia inorgánica. Este proceso es posible gracias a la clorofila presente en las hojas, que les da su color verde característico y posibilita la realización de la fotosíntesis. Aprende más sobre Qué es la clorofila y acerca de la Diferencia entre la fotosíntesis y la respiración de las plantas con estos otros. Las hojas, además, permiten la evaporación del agua sobrante del proceso de fotosíntesis, lo que ayuda

a establecer una presión negativa para el transporte de savia bruta desde las raíces. Algunas hojas son caducas, con lo que el árbol reabsorbe sus nutrientes antes de dejarlas secar en la época fría, mientras que otras son perennes y se mantienen todo el año. Las hojas crecen habitualmente en la zona aérea alta del árbol. (Acosta, 2021).

Flores: Forman parte de la estructura reproductora junto con los frutos, producen el polen y lo reciben de otras plantas. Este suele ser transportado por el viento y los insectos, la polinización es la formación de frutos con semillas, para un obtener nuevo árbol (Arias, Mendoza,2010).

Fruto: Protege a las semillas y contribuye a la dispersión, el carnoso suele ser consumido por los animales que se desplazan y dispersan las semillas, los secos se dispersan por el viento (Allen J., 2000).

Tamaño: Es una medida que nos proporciona datos, sobre del crecimiento del árbol, es decir, el crecimiento en grosor que puede ser referente de un crecimiento adecuado o inadecuado relacionado con el ambiente o la especie de la que se trate (Trejo et al,2018).

Poda: Se define como la corte selectiva de las partes del árbol que tiene el propósito de eliminar ramas enfermas, muertas y eliminar plagas. Normalmente se utiliza para la poda de ramas y raíces, pero hay prácticas de remoción también en hojas, flores y frutos para mejorar la producción en los frutales. La poda sirve también para liberar las líneas de electricidad o teléfono, o para que no rompan ventanas y dañen paredes (infraestructuras) (SEMARNAT, 2010).

2.4 Instrumentos para medir

Cinta: Puede utilizarse cualquier cinta graduada en m, cm o mm, con esta se miden circunferencias (A Luis, Ugalde A, 1981).

Forcípula: Instrumento de metal o madera, consta de una regla graduada (A) y dos brazos perpendiculares, uno es fijo (c) y el otro movable (B) que se desplaza a lo largo de la regla (A) (A Luis, Ugalde A, 1981).

Clinómetro: Está diseñado exclusivamente para medir la altura de los árboles. En él se ha sustituido el nivel de burbuja por un péndulo fijo a 90° de la línea índice de la horizontal. Consiste en una caja metálica que tiene en su interior un disco móvil suspendido por un eje central, la caja tiene un orificio por el que se puede observar la periferia del disco (A Luis, Ugalde A, 1981)

Capítulo 3. Marco teórico legal.

3.1 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Norma oficial mexicana, tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la interacción de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma

3.2 Reglamento de Áreas Verdes y Arborización para el Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

CAPITULO I

DISPOCIONES GENERALES

Artículo 1. El presente reglamento es de orden público y de observancia obligatoria en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; tiene por objeto regular y asegurar la conservación, restauración, fomento, aprovechamiento, creación y mantenimiento de las áreas verdes, así como la vegetación en general de los Bienes de Uso Común, a fin de mejorar las condiciones ambientales propicias para el desarrollo del ser humano y la resiliencia de la comunidad ante los efectos del cambio climático.

Artículo 2. Para la aplicación de este reglamento se consideran autoridades, en su respectivo ámbito de competencia a:

- I. Al Ayuntamiento;
- II. Al Presidente Municipal;
- III. A la Secretaría de Servicios Municipales;
- IV. A la Secretaría de Medio Ambiente y Movilidad Urbana;
- V. A la Secretaría de Desarrollo Urbano; y,
- VI. A la Tesorería Municipal;
- VII. Secretaria de Protección Civil.

Artículo 3. Para efectos de lo dispuesto en el presente reglamento, se estará a las definiciones previstas en el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley Ambiental para el Estado de Chiapas, Código Civil para el Estado de Chiapas, Ley Orgánica Municipal del Estado de Chiapas y demás normativas aplicables.

Artículo 4. Para los efectos del presente reglamento se considera como:

Árbol: Planta caracterizada por tener un tallo principal erguido leñoso que ramifica a cierta altura del suelo. Se diferencian de los arbustos en que generalmente emiten un único tallo principal o tronco, y de las hierbas en que el tallo está formado casi en su totalidad por tejido leñoso.

Arbolado Nativo: Todo arbolado propio del ecosistema presente y característico de la depresión central de Chiapas reconocido en el listado anexo I del presente reglamento, considerando también las variantes de las regiones tropicales americanas.

Árbol Patrimonio Municipal: Árbol de cualquier origen por cuyas características de forma, ubicación, historia e importancia ambiental ha sido reconocido como tal por la Secretaría de Medio Ambiente y Movilidad Urbana.

Árbol Protegido: Aquellos árboles de cualquier origen que se encuentren enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo cualquier categoría de protección y señalados en el listado

Árbol en riesgo inminente: árbol que presenta daños en su estructura física, representando un peligro inmediato, pudiendo causar daños a la población o la infraestructura.

Arborización: La acción de poblar o repoblar con árboles un área determinada, que puede ser pública (plazas, parques, avenidas y calles) o privada (jardines privados) cuya finalidad es recrear y mejorar el ambiente.

Áreas de Donación: Aquellas áreas excedentes de los planes y proyectos de desarrollo urbano y se encuentran determinados por los planos de dosificación de fraccionamientos y áreas habitacionales, pudiendo ser parte de un Área Verde pero cuyo destino final es determinado por el H. Ayuntamiento.

Área Natural Protegida: Las zonas del territorio o estado o sus municipios, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del hombre, y han quedado sujetas al Régimen de Protección que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico, Ley Ambiental del Estado y de este reglamento.

Área verde a resguardo: Aquellas áreas que se encuentran en sitios adyacentes a una propiedad privada y que mediante contrato de comodato se otorga por el Ayuntamiento a resguardo al propietario vecino.

Área verde adoptada: Aquellas áreas públicas que se encuentran en camellones de vialidades, banquetas de edificios públicos, rotondas, segmentos de parques o incluso parques completos e donde la siembra de plantas, mejoras de suelo, instalación de Infraestructura no deportiva corre por cuenta de una entidad pública o privada solicitante previa autorización otorgada mediante un certificado de adopción emitido por la Secretaría.

Áreas Verdes: Son aquellas zonas dentro de la mancha urbana que están constituidas por cualquier tipo de vegetación como árboles, arbustos, plantas florales, plantas rastreras, cactáceas y otras, y pueden encontrarse en parques urbanos, recreativos, deportivos y culturales, jardines vecinales, plaza cívica, zonas de conservación ecológica, reservas ecológicas municipales, parques de barrio, así como glorietas, calzadas, camellones, bulevares y demás áreas análogas

existentes señaladas en la Carta Urbana vigente para el Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Área Verde Adyacente: Aquellas áreas que se ubican en los costados o frentes de cualquier construcción pudiendo estar cubiertas de vegetación de cualquier tipo.

Ayuntamiento: Al Cuerpo de Gobierno Municipal conformado por el Presidente Municipal, Síndico y Regidores, con cuyos acuerdos y apego en las disposiciones legales que administra el Municipio. Bienes de uso común: Vías públicas, parques, jardines, plazas, camellones, glorietas, fuentes, monumentos y en general cualquier lugar público.

Conservación: Políticas y medidas orientadas a mantener la diversidad biológica y la calidad de vida, incluido el uso no destructivo de los elementos naturales, con el propósito de permitir la continuidad de los procesos evolutivos que les dieron origen.

Dasonomía Urbana: Ciencia que estudia las Áreas Verdes en los núcleos urbanos, proporcionando las bases metodológicas, técnicas y estratégicas para su mantenimiento.

Derribo: A la supresión de un ejemplar arbóreo con permiso del Ayuntamiento.

Desrame Severo o terciado: Es la actividad secundaria del Derribo, la cual solo es para liberar al fuste de las ramas, reduciendo drásticamente el tamaño de un Árbol a menos de un tercio de su altura anterior pudiendo quedar con o sin ramas.

Dictamen Ambiental: Documento emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Movilidad Urbana que autoriza, niega o condiciona el Derribo o Poda de un Árbol; así como también determinar la viabilidad de un proyecto de Área Verde.

Forestación: El establecimiento y desarrollo de vegetación forestal en terrenos urbanos preferentemente forestales o temporalmente forestales con propósitos de Conservación, restauración o producción comercial.

Manual de Operaciones: Documento donde se especifica los lineamientos para el cuidado y mantenimiento de las áreas verdes del municipio.

Municipio: Base de la división territorial y de la organización política y administrativa de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

PDUCP: Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población o equivalente.

Planta: Cualquier miembro del reino vegetal (Plantea) formado por musgos, hepáticas, helechos, plantas herbáceas y leñosas arbustos, trepadoras, árboles y otras formas de vida que cubren la tierra y viven también en el agua.

Poda: El corte de ramas para intervenir en la fisiología del Árbol para darle mayor vigor o vegetación; tendencia a la floración; crecimiento lateral o de altura o para mantener una figura estética determinada.

Poda de Aclareo: Consiste en retirar follaje y algunas ramas con el objeto de dejar pasar luz natural o artificial.

Poda de Formación: Consiste en suprimir ramas del Árbol con el objeto de disminuir parte de la carga o de guiar el crecimiento del mismo.

Poda de levantamiento de copa: Remoción de ramas que se encuentran demasiado bajas, para facilitar la libre circulación de transeúntes y vehículos, permitir el paso de la luz a otras plantas debajo del Árbol o acelerar el crecimiento del mismo.

Podas Sanitarias: Son las que se realizan para eliminar las partes dañadas, enfermas o muertas que ponen en riesgo la vida del Árbol.

Poda Severa: Acción de reducir drásticamente el tamaño de un Árbol a menos de un tercio de su altura anterior pudiendo quedar con o sin ramas secundarias.

Prevención: Conjunto de disposiciones y medidas tendientes a evitar el deterioro del ambiente.

Protección: Conjunto de políticas y medidas tendientes a mejorar el ambiente y prevenir y controlar su deterioro.

Reforestación: Establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales.

Reglamento: Al Reglamento de Áreas Verdes y Arborización para el Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Relación de Área Verde: Es la proporción de Áreas Verdes por habitantes proyectados en un desarrollo, estableciéndose para el Municipio, un mínimo indispensable de 9m² por habitante, independiente de lo que le sea exigido a los constructores mediante los Dictámenes Ambientales correspondientes.

Revegetación: Al proceso de inducción de vegetación arbustiva y arbórea en un área, ya sea pública o privada, con el fin de crear, incrementar la densidad o mejorar las condiciones de un área verde.

Reubicación: Extracción de un ejemplar arbóreo para ser ubicado en el mismo predio.

Secretaría: A la Secretaría de Medio Ambiente y Movilidad Urbana del Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez; Chiapas.

Servidumbres: Vías trazadas y necesarias en un Área Verde para el paso de personas.

Tala: Supresión completa del ejemplar sin permiso por la autoridad competente.

Trasplante: Extracción de un ejemplar arbóreo de un sitio para ser plantado en otro predio.

Vegetación Exótica: Conjunto de plantas arbóreas, arbustivas o crasas, ajenas a los ecosistemas naturales

CAPITULO II

DE LOS PROYECTOS DE LAS ÁREAS VERDES.

Artículo 11. Para la obtención de cualquier licencia de construcción a partir de un terreno baldío, la Secretaría expedirá la Constancia de arbolado presente, en la cual se hará constar las especies existentes antes del proyecto, así como se identificarán aquellas que por su valor ambiental o estar registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 pueden representar un interés particular para la conservación o aprovechamiento del germoplasma, quedando el particular comprometido a facilitar la colecta de la misma a las autoridades ambientales.

Artículo 12. Los responsables de los proyectos de desarrollos habitacionales, comerciales e industriales presentarán ante la Secretaría un proyecto de Reforestación para la creación de las Áreas Verdes cumpliendo con la normatividad de este Reglamento, para la obtención del Dictamen Ambiental. Para el caso de los desarrollos comerciales e industriales deberán presentar el proyecto de reforestación en el sitio o alternativo en áreas circundantes

Artículo 13. En los proyectos de las Áreas Verdes, se definirán las obras de jardinería, acondicionamiento arbustivo, ornamental, arbolado, y redes de infraestructura al servicio de la zona considerada, y deberán adoptarse como mínimo los siguientes criterios:

- I. La composición mínima de los proyectos de Arborización deberá ser de por lo menos 70% de especies nativas y hasta el 30% de especies no nativas;
- II. La composición de la jardinería deberá contener al menos un 50% de arbustos, pastos y plantas ornamentales nativas;
- III. Respetar los ejemplares arbóreos que le sean indicados por la Secretaría;
- IV. La elección de las especies plantadas serán las sugeridas para la Reforestación Urbana de Tuxtla Gutiérrez; Chiapas.
- V. La ordenación y distribución de espacios se acomodará a la configuración primitiva del terreno, de acuerdo al procedimiento recomendado para la Reforestación y Arborización;
- VI. Las cepas y el contenido de las mismas tomarán de referencia lo establecido
- VII. La distribución de especies en referencia a los sistemas de alumbrado público se sujetará a lo recomendado en el

VIII. La Servidumbre a la que diera lugar el trazado de infraestructura en su interior, deberá ser contemplada en el proyecto a efectos de su tratamiento y diseños adecuados y no deberá disminuir la Relación de Áreas Verdes;

La Relación de Áreas Verdes establecida por la Secretaría determinará la superficie mínima arborizada con base al número de habitantes según al PDU o PDUCP; y, El mantenimiento del área de acuerdo a la realidad, para lo cual se dotará de la infraestructura correspondiente.

El mantenimiento del área de acuerdo a la realidad, para lo cual se dotará de la infraestructura correspondiente.

Artículo 15. Tratándose de construcciones de centros comerciales u obras que requieran estacionamiento al aire libre para más de nueve autos, se exigirá a los propietarios y responsables del proyecto la plantación de árboles nativos en el área de cajones acordado con la Secretaría.

CAPITULO III

DEL USO DE LAS AREAS VERDES

Artículo 18. El desarrollo de proyectos de la Secretaría de Desarrollo Urbano en referencia a la ampliación, remodelación y mejoramiento de las áreas verdes deberá ser consensuado con los vecinos de esta área en la representación correspondiente tomando en cuenta la funcionalidad y destino del área en el contexto municipal y no podrá construirse infraestructura en menoscabo de las superficies verdes, por lo que los proyectos deberán integrar al arbolado adulto presente.

CAPITULO IV

DE LA PROMOCION, FORESTACION Y LA REFORESTACION

Artículo 23. A efecto de dar a conocer las especies que, por su probada adaptación al clima, belleza y economía en el consumo de agua, son recomendadas para su plantación, se establece el listado de árboles nativos recomendados para la Reforestación Urbana de Tuxtla Gutiérrez; Chiapas.

Artículo 24. Queda prohibido de acuerdo con los listados de la Federación, la introducción de vegetación exótica que puedan ser portadoras de plagas o enfermedades, o bien afectar con su auto producción la flora del Municipio.

CAPITULO V EL MANTENIMIENTO Y CONSERVACION

Artículo 25. Es obligación de los propietarios, poseedores, arrendatarios, subarrendatarios o detentadores por cualquier título de inmuebles, barrer y recoger las hojas caídas de los árboles existente en su servidumbre ajardinada y en la banqueta ubicada frente al inmueble, conservar y mantener en buen estado los árboles ubicados en los mismos; así como los que se encuentren en las aceras colindantes y evitar que ocasionen molestias con sus ramas y/o frutos, perjudicando bienes y servicios del inmueble.

Artículo 26. No podrán ser rotulados o causar daños con cualquier artefacto (clavos, alambres, rafias, cuerdas etc.), cinchado, quemado, o la introducción de sustancias toxicas a los tallos de los árboles que se encuentren en los parques, avenidas, calles y centros recreativos del Municipio, ya que la Conservación del paisaje natural debe ser integral, respetando la totalidad de sus características; así mismo no podrán ser utilizados como sostén de mantas, letreros, anuncios o pintados de forma temporal o permanente, tampoco el corte transversal de raíces sin el permiso previo.

Artículo 27. La Poda necesaria, de árboles, arbustos, plantas o cualquier otro tipo de vegetación, ubicados en predios de propiedad, o en banquetas colindantes a estos, deberán ser efectuadas por los propietarios, a excepción de los árboles patrimonio municipal, en cuyo caso correrá el mantenimiento por cuenta del ayuntamiento.

Artículo 28. Para el desrame y/o Derribo de árboles, se requerirá permiso expreso de la Secretaría y procederá cuando:

- I. Cuando sus raíces o ramas se considere que sea un riesgo para la integridad física de las personas o ponga en riesgo bienes materiales para lo cual emitirá el dictamen o autorización tácita;
- II. Concluya su turno fisiológico;
- III. Atente por su especie contra la integridad de las especies endémicas, nativas o propicie la contaminación biológica; y
- IV. Se considere no viable su Trasplante o Reubicación.

Artículo 31. Los propietarios o poseedores del inmueble que hayan solicitado el permiso de Derribo de Árbol, pagarán por una sola vez y por cada Árbol derribado de acuerdo a la zona en que se encuentre ubicado, en términos a lo establecido en

la Ley de Ingresos para el Municipio de Tuxtla Gutiérrez; Chiapas, así como reponer en el mismo predio o mediante el mecanismo que la Secretaría determine, el o los ejemplares derribados.

Artículo 33. Se podrá autorizar el corte transversal de raíces al constatar daño inminente de las mismas en la infraestructura, en caso que el ejemplar llegase a morir, el particular deberá pagar lo correspondiente al derecho de Derribo, además de reponer el ejemplar con alguno adecuado al espacio y funcionalidad del área.

Artículo 38. Cuando los árboles existentes en la vía pública estén ahogados en pavimento; con el objeto de lograr su conservación y permanencia, la Secretaría apercibirá al poseedor del inmueble ubicada frente a dicho árbol para que, en un tiempo determinado, se proporcione la ampliación del espacio vital para el adecuado desarrollo del árbol a través de un cajete, adopasto o rejilla, buscando siempre una calidad de vida óptima para el árbol.

Capítulo 4. Objetivos.

4.1 Objetivos General.

Analizar los riesgos a la infraestructura por la implementación de Vegetación Cercana a edificios en Ciudad Universitaria (UNICACH).

4.2 Objetivos Específicos.

- Realizar el recorrido en toda Ciudad Universitaria, con la finalidad de observar los daños a la infraestructura por la cercanía de vegetación.
- Elaborar un listado y la distancia de la vegetación que causa daños a la infraestructura.
- Comparar el tipo de vegetación existente, con la vegetación endémica, y sugerir el tipo de vegetación a implementar o remplazar en caso de ser necesario.
- Diseñar un plan estratégico para mejorar la situación actual de los riesgos a instalaciones ocasionados por el tipo de árboles sembrado

4.3 Hipótesis

1. A mayor cantidad de árboles no endémicos y sin mantenimiento tiende hacer mayor la probabilidad de representar un riesgo de daños a la infraestructura en Ciudad Universitaria (UNICACH)

Capítulo 5. Marco Metodología.

La presente investigación tiene como finalidad analizar los riesgos que representa la presencia de árboles cercanos a la infraestructura de la Ciudad Universitaria de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (CU-UNICACH), con el fin de proponer estrategias de manejo, reubicación o mantenimiento. en el cual se identificaron los árboles presentes en zonas adyacentes a los edificios y estructuras principales. Para cada ejemplar arbóreo se elaboró un inventario forestal urbano, registrando datos como el nombre común y científico, familia botánica, origen (nativa o exótica), así como su localización mediante georreferenciación con GPS. La información recolectada fue sistematizada en fichas técnicas para su posterior análisis.

Se consideraron aspectos como la presencia de raíces expuestas o invasoras, defectos en el tronco (grietas, canchales), ramas secas o malformaciones, inclinaciones peligrosas, signos de enfermedades o plagas, entre otros. A partir de estos criterios se clasificó a cada árbol dentro de una de las siguientes categorías de riesgo: riesgo bajo, moderado, alto o extremo, conforme a metodologías propuestas por Matheny y Clark (2009) y Pokorny y Albers (2003).

Una vez identificados los árboles con mayor probabilidad de causar daños, se procedió a establecer un plan de manejo. Este incluyó recomendaciones de poda, reubicación, o en casos extremos, eliminación controlada del ejemplar. Las medidas propuestas se fundamentaron en criterios técnicos, ecológicos y normativos, tomando en cuenta la legislación vigente como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la NOM-059-SEMARNAT-2010 y reglamentos municipales de protección ambiental.

La priorización de las acciones se estableció en función de la categoría de riesgo, proximidad a estructuras críticas, y posibilidad de intervención sin comprometer la estabilidad del ecosistema urbano. La evaluación de los daños que se han ocasionados por la vegetación presente en la infraestructura en Ciudad Universitaria (C.U.).

Ha ocasionado los daños a las estructuras por raíces de los árboles, son un problema muy frecuente en las ciudades, la falta de selección de las especies al sitio de plantación, el espacio disponible para el desarrollo y las condiciones del suelo, son factores importantes que se propician a la problemática mencionada. En cada árbol se pretende registrar la presencia o ausencia de daños provocados por las raíces de los árboles en la infraestructura. El problema se acentúa por el tipo de suelo, la zona de crecimiento de la raíz es una parte muy delicada y sensible a la dureza del suelo, si un suelo está demasiado compactado para la penetración de las raíces, tendrá un crecimiento positivo o se desviará ocasionando daños (Harry, 1992). El problema se acentúa cuando se eligen especies tropicales, cuyos hábitos de crecimientos es la formación de un extenso y proco profundo sistema de raíces (Douglas, 1985).

5.1 Área de estudio.

En la Figura 1, se observa el área de estudio es la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, localizada en la región fisiográfica conocida como depresión central de Chiapas, dentro de la subcuenta del rio El rio Sabinal en la región socioeconómica I-Metropolitana (Comité Estatal de Información Estadística y Geografía -Cegie, 2010), entre las coordenadas 16°45'11" de longitud norte y el meridiano 93°06'56" de longitud a oeste, a una altura de 522 msnm.

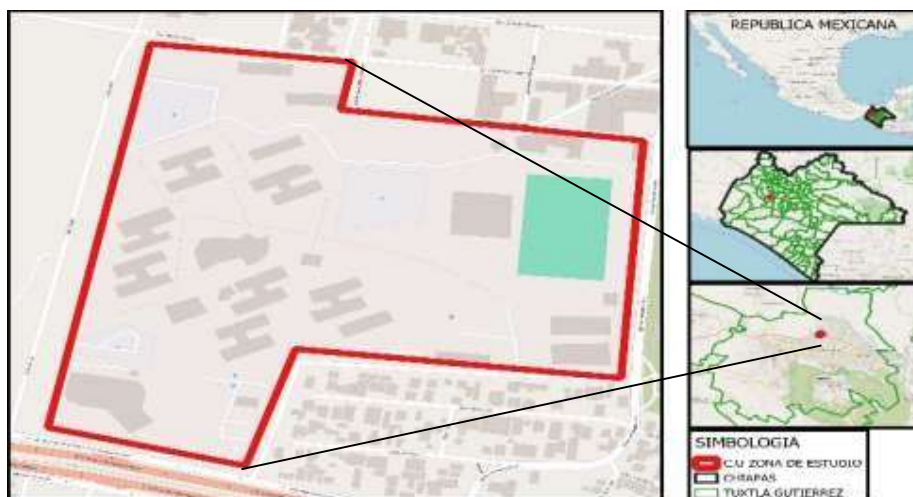


Figura 1. Ubicación del sitio de muestreo, de la universidad de ciencias y arte de Chiapas

Fuente: propia

5.2 Áreas geológicas y climática

Extensión territorial

Su extensión territorial es de 412.40 km², lo que representa el 3.26% de la región centro y el 0.55% de la superficie estatal, su altitud es de 600 sobre la altura del mar (msnm).

Clima: es cálido subhúmedo con lluvias en el verano, de menor humedad: Abarca el 99.71 % de la superficie municipal

Cálido subhúmedo con lluvias en el verano de mediana humedad: Abarca el 0.29% de la superficie municipal.

La temperatura media anual es de 25,5°C.

La temporada cálida dura desde mediados de febrero hasta septiembre. El periodo más caluroso del año es de abril hasta la segunda semana de mayo.

La temperatura fresca dura desde mediados de noviembre hasta inicio de febrero. El periodo más frío del año es el mes de diciembre cuando la temperatura puede llegar a descender hasta 10°C.

Fisiografía: Está ubicado en la depresión central de Chiapas, compuesta por el valle de Tuxtla y las zonas de relieve montañoso tanto al sur como al norte del municipio: la meseta de Copoya con la eminencia del cerro Mactumatza y la Mesa de las Animas que bordea al Cañón del Sumidero, el valle comienza en la frontera con el municipio de Berriozábal y avanza hasta terminar en el Río Grande.

Suelo:

En el área donde se encuentra la Ciudad Universitaria, existe el grupo edafológico integrado por la complejidad litológica y climática del territorio municipal ha permitido el desarrollo de diversos tipos de suelos, los cuales están generalmente asociados en diferentes proporciones; sin embargo, en el área específica del proyecto únicamente existe un solo tipo Regosol calcárico (Rc).

Según la FAO – UNESCO (1979), este tipo de suelo Regosol calcárico (Rc), es relativamente común en las áreas de ladera ubicadas al sur de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez donde se ubica el predio, el cual tiene por lo regular una profundidad de más de 1 metro. No presenta una diferenciación de horizontes marcada y en la parte superficial mantiene una coloración pardo oscuro debido a la acumulación de materia orgánica que generan las plantas, pero el color es más bien claro debido al alto contenido de cal. Su estructura es granular o a veces blockosa en las partes donde existe mayor acumulación de arcilla, distinguiéndose fácilmente por la inclusión de una gran cantidad de pequeñas piedras en todo el suelo. La susceptibilidad a la erosión es relativamente moderada en las partes con mayor pendiente y casi imperceptible en las zonas de depósito de los arrastres.

Geología:

Ciudad Universitaria, se localiza dentro de la Región Fisiográfica denominada como Depresión Central de Chiapas, la cual se encuentra limitada al suroeste por la Sierra Madre y en el noreste mediante la Meseta Central. Los rasgos geomorfológicos que caracterizan a la zona de ubicación específica son relativamente variados, pero en general tienden a lo que se conocen como lomeríos suaves y tendidos, cerros bajos, depresiones, estrechas cañadas, áreas de acumulación o micro terrazas naturales formadas por los constantes acarreos y depósitos de tierra trasladada por las corrientes de escurrimientos de aguas temporales desde las formaciones más elevadas que se encuentran al norte y sur de Tuxtla Gutiérrez. Sin embargo, al sur y sureste del sitio se observan algunos cerros relativamente altos como el Mactumatzá y Cerro Hueco, mientras que al norte y oriente se localiza el Macizo del Cañón de El Sumidero y las Lomas Largas que se encuentran al Oriente de la Ciudad y en su porción suroeste, poco después de la Escuela de Veterinaria.

En lo concerniente a la geología, en el área de la zona y la zona donde se localiza ciudad universitaria, existen fundamentalmente materiales calizos, como se ilustra en la Figura 2., a los que se asocian lutitas, mismos que se originaron en el periodo del Cretácico Superior de la era Mesozoica, cuya nomenclatura geológica se identifica por las siglas Ks (cz - lu). Esta Unidad Geológica está integrada mediante secuencias alternantes de dichos componentes, así como intercalaciones ocasionales de areniscas, las cuales fueron depositadas en situaciones transgresivas y ambiente marino de aguas someras de plataforma (INEGI, 1999). Los materiales calizos son aloquímicos, presentan infoclastos del tamaño de la arena y calcita. Contienen macrofósiles, así como fragmentos de gasterópodos y pelecípodos, mientras que los microfósiles son generalmente foraminíferos. En el caso de las lutitas, estas tienen textura pelítica calcárea que pueden ser de color café, verde y rojizo. Dicha Unidad en su conjunto se encuentra fracturada, plegada, fallada y está correlacionada con la formación Ocozocoautla proveniente de la edad Cretácico Superior (INEGI, 1999).

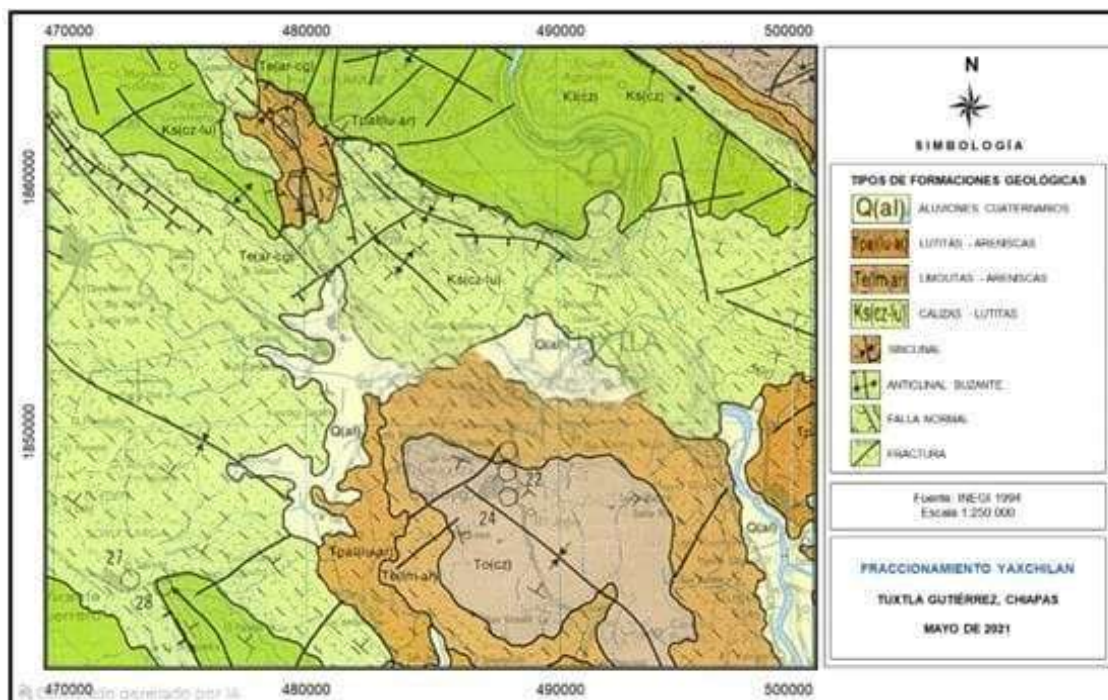


Figura 2. Geología del predio del proyecto y su área de influencia.

FUENTE: Elaborado con datos del INEGI (1999).

Descripción breve de las características del relieve
Ciudad Universitaria, se ubica en la Subprovincia Fisiográfica conocida como Depresión Central, misma que forma parte de la Provincia XIV Sierras de Chiapas y Guatemala, la cual colinda al norte con su similar de los Altos de Chiapas y al sur se encuentra la Subprovincia de las Sierras del Sur (INEGI, 2010).

El relieve existente en la zona donde se localiza la zona de estudio, se considera relativamente variado, pero en general se agrupan dentro de las Sierras Altas con Laderas Tendidas y Valle de Laderas Tendidas con Lomeríos, las cuales se encuentran distribuidas de norte a sur dentro del contexto de la Cuenca del Grijalva. Por lo común se observan condiciones semiplanas y ligeramente abruptas, dominadas por lomeríos suaves y tendidos con algunas inclusiones de colinas bajas y depresiones, así como micro mesetas escalonadas y planicies formadas por depósitos coluviales y aluviales.

A nivel más específico el predio que ocupa Ciudad Universitaria forma parte de los faldones de una loma tendida que se desprende de la base del cerro que integra el Macizo Calizo del Cañón del Sumidero y por lo mismo el relieve es semi abrupto, condición que ha sido suavizada por actividades antropogénicas efectuadas con anterioridad.

Hidrología:

Por otra parte, y en lo que se refiere a la cercanía de Ciudad Universitaria, con respecto a estos cuerpos de agua, el Estado de Chiapas pertenece a la Región Hidrológica Grijalva - Usumacinta No. 30, perteneciente a la vertiente del Golfo de México, la cual es una de las más importantes del territorio nacional por lo significativo de los ríos que la conforman. El sitio de estudio se encuentra ubicado aproximadamente a 10 Km del margen de la Cuenca del Río Grijalva - Tuxtla Gutiérrez, Subcuenca de Tuxtla Gutiérrez.

Aproximadamente a 2,200 metros del sitio del proyecto, hacia el sur, se localiza el cauce del Río Sabinal, el cual nace en el Municipio de Berriozábal y atraviesa el Valle Central de Tuxtla por la zona urbana hasta desembocar en el Río Grijalva. Los principales tributarios del Río Sabinal son: los arroyos y manantiales de San Agustín y La Chacona, a la altura de Plan de Ayala; arroyo San José, en Terán; Potinaspak, Pistimbak, Arroyo Blanco y las vertientes del Parque Madero, del lado Norte; por el Sur-Poniente recibe el Río Sabinal las aguas de los arroyos Penipak y Xamaipak; al Oriente, El San Roque y El Zope, éstos últimos actualmente embovedados. El más cercano el arroyo Potinaspak que se encuentra a unos 300 metros al lado oriente del sitio del proyecto.

Ubicación del área de estudio.

En la Figura 3. se observa la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), donde se encuentra ubicada en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; se localiza en las coordenadas geográficas 16°46'31.86" N norte y 93°07'19.51" O oeste, a una elevación de 594 msnm, el tipo de vegetación es la selva baja caducifolia.



Figura 3: delimitación del área de estudio

Fuente: propia

Definición de criterios e indicadores.

Es un método cuantitativo aplicando la fórmula matemática que es riesgo es el resultado de la probabilidad y consecuencia con la conformidad con varios niveles de condiciones (Smiley et al., 2017). Mediante la Evaluación Visual Mediante Técnicas VTA o EVA (Evaluación Visual del Arbolado, según la metodología propuesta por C. Matheck y H. Brelcer, aceptada a escala internacional por la ISA Internacional Society of Arboricultura), una vez en campo se seleccionaron los árboles que se consideraban oportuno para recabar información complementaria de su estado estructural, los datos tomados de cada árbol se recogieron en una tabla de base, los aspectos más importantes que se tomaron en cuenta de cada uno de los árboles, fueron:

1. Datos de identificación.
2. Datos de entrono.
3. Datos dasometricos y de desarrollo.
4. Vitalidad.
5. Plagas y enfermedades.
6. Infraestructura cercana.
7. Especie.
8. Ubicación.
9. Origen.
10. Defectos en la inspecciónn

Los indicadores dasométricos fueron:

1. Nombre común.
2. Nombre científico
3. Ubicación
4. D.A.P(CM)
5. Distancia de observación.
6. Altura de ramificación
7. Diámetro de copa
8. Altura de observación

5.3 instrumentos que fueron utilizados en las mediciones son los siguientes:

- ❖ clinómetro
- ❖ GPS,
- ❖ forcípula de brazo móvil,
- ❖ cinta métrica,

Capítulo 6. Resultados.

Facultad de odontología y salud publica

En la tabla 1 se identificaron árboles ubicados en la parte posterior del laboratorio de la facultad de odontología y salud publica que está causando afectaciones a la infraestructura, principalmente a los sistemas de drenajes, debido al crecimiento de sus raíces.

Tabla1: árbol que está afectando a la infraestructura del laboratorio

Árbol	Especie	Distancia a la infraestructura	Imagen
Árbol 1	Benjamina	3.30metros	

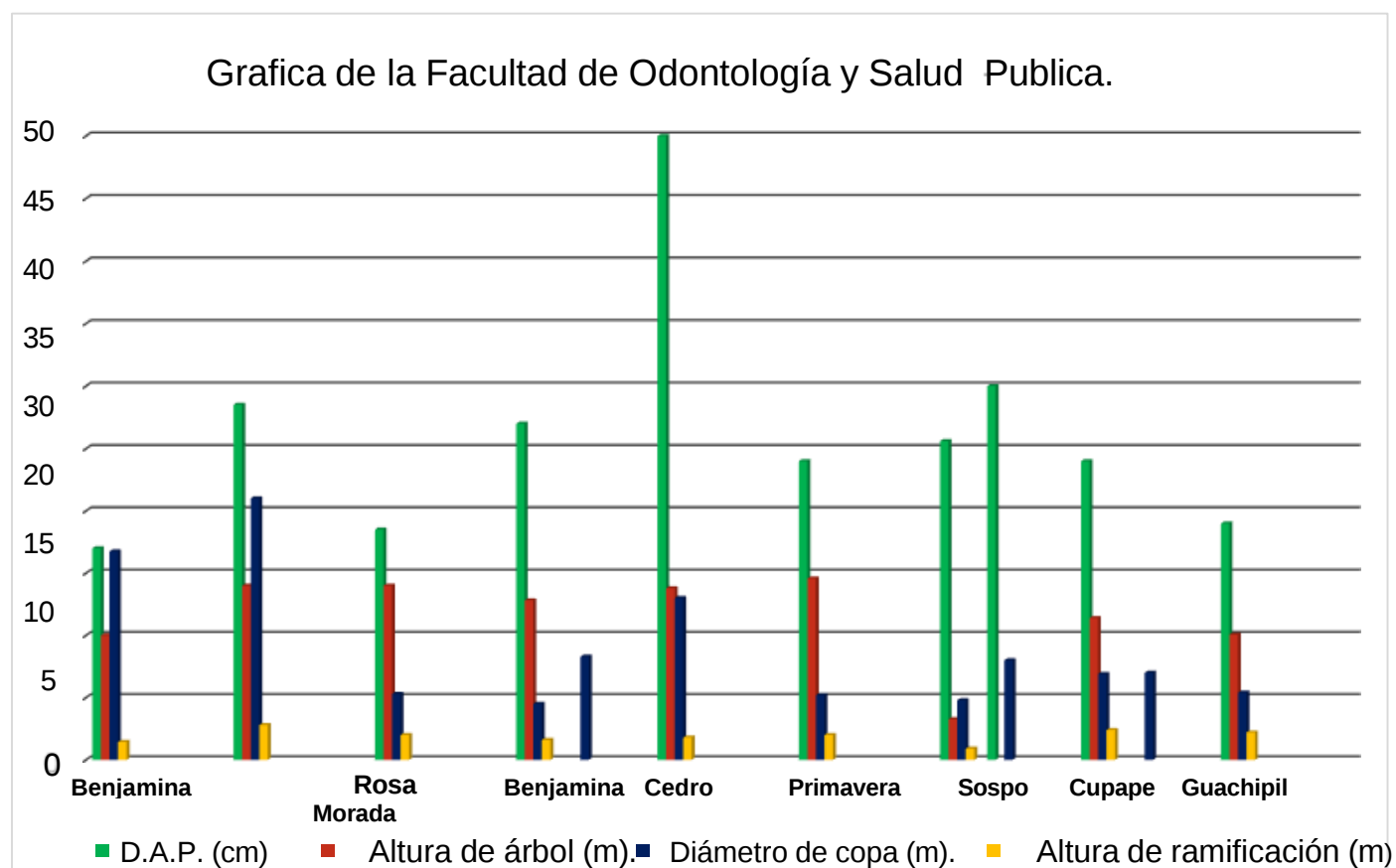


Figura 1. Grafica del Programa educativo de ingeniería ambiental

Facultad de ingeniería ambiental

En la tabla 2.se encuentran los Árboles que afectan con las raíces a las infraestructuras y al inodoro de los baños de las mujeres y de los hombres.

Tabla 2: de árboles que afectan los baños de hombres y mujeres

Árbol	Especie	Distancia a la infraestructura	
Árbol 1	Benjamina	7.30 metros	
Árbol 2	Framboyán	6.80 metros	

Grafica del programa educativo de Ingeniería Ambiental

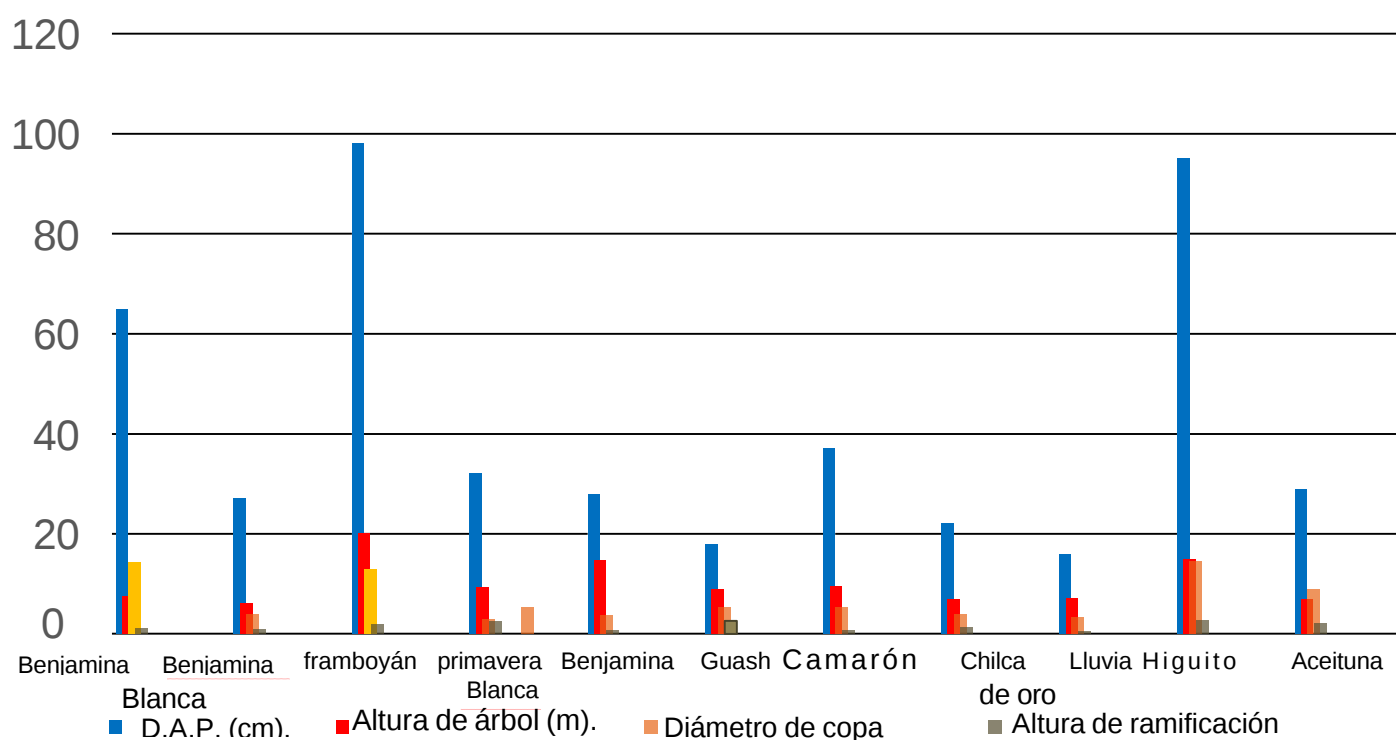


Figura2: grafica del programa educativo de ingeniería ambiental

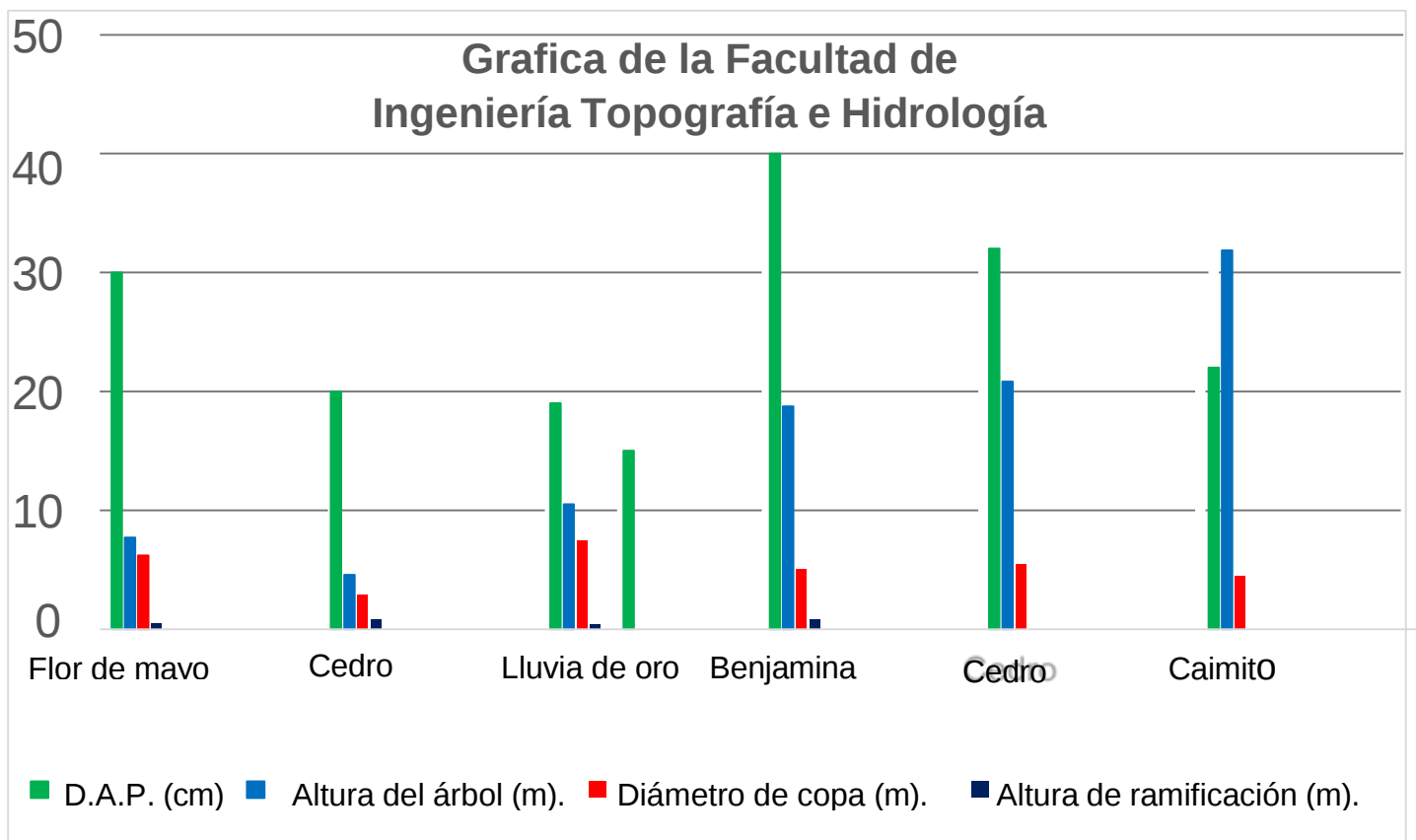


Figura 3 : Grafica del programa educativo de la facultad de topografía e hidrología

Capítulo 7. Discusiones

La mayoría de los árboles que crecen cerca de los edificios no causan daños. Pero en algunos casos, el hundimiento y el daño estructural pueden estar relacionados con las raíces de los árboles. (Bonells, 2019). Es decir, que los árboles que alcanzan un gran tamaño, no se debe plantar en un lugar muy pequeño o cerca de las infraestructuras, no es recomendable plantarlos en lugares muy angosto, ya que, al llegar a una etapa adulta, los árboles provocan un gran problema a causa de las raíces que empiezan a crecer, y eso provoca un levantamiento de banquetas romper, tuberías hasta dañar los cables o bardas. De igual manera la copa se empieza a ser más ancha y puede interferir entre los cables de luz. De igual forma otros problemas que se presentan, son cuando los árboles no se plantan a una distancia adecuada a la función de su especie.

Los hallazgos también coinciden con lo documentado por Escobedo et al. (2011), quienes señalan que las raíces tienden a buscar fuentes de agua y nutrientes, invadiendo y deteriorando tuberías, drenajes y cimentaciones, como fue identificado en las áreas aledañas a las facultades de Ciencias Biológicas, Ingeniería y Odontología. Esta situación genera afectaciones no solo estructurales, sino también económicas y operativas, dado que muchas veces las reparaciones implican intervenciones costosas y de difícil ejecución.

La utilización de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) resultó fundamental para visualizar y analizar espacialmente la relación entre vegetación e infraestructura, lo cual aporta una base técnica sólida para la toma de decisiones futuras.

Asimismo, la discusión debe considerar que la problemática no se limita únicamente al aspecto físico de los árboles. Existen factores sociales, institucionales y normativos que también influyen en el estado actual del arbolado.

Capítulo 8. Conclusiones

El análisis realizado en Ciudad Universitaria (UNICACH) demostró que tener árboles muy cerca de los edificios puede causar daños importantes, como romper tuberías, levantar pisos, afectar muros o generar riesgos por la caída de ramas no solo el riesgo de caídas de árboles, si no por el riesgo de daños en estructuras, como los desastres en tuberías de baños. Esto ocurre principalmente cuando no se eligen bien las especies o no se les da mantenimiento.

De acuerdo a la hipótesis sí existe un riesgo real cuando se planta vegetación sin planificación. Sin embargo, si se seleccionan árboles adecuados y se cuidan correctamente, los beneficios son mayores que los riesgos. Por eso, es necesario crear un plan para manejar mejor las áreas verdes, evitar daños a la infraestructura y mantener un equilibrio entre naturaleza y seguridad.

Que la implementación no planificada de vegetación, particularmente de árboles con raíces superficiales y de gran expansión, representa un riesgo significativo para la infraestructura de la Ciudad Universitaria de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (CU-UNICACH). A través del inventario arbóreo, la evaluación del estado estructural y sanitario de los ejemplares, así como el análisis espacial de su relación con las edificaciones, se identificaron zonas críticas donde el arbolado urbano ha provocado o puede provocar daños estructurales severos.

Se comprobó que muchos de los árboles ubicados en zonas cercanas a aulas, laboratorios, banquetas y sistemas de tuberías pertenecen a especies exóticas, con escasa adaptación al entorno urbano local, plantadas sin considerar aspectos técnicos como el comportamiento radicular o el mantenimiento requerido. Esto ha contribuido al deterioro progresivo de la infraestructura, afectando la funcionalidad, seguridad y estética del campus universitario.

Asimismo, la investigación reafirma la necesidad de incorporar criterios científicos y normativos en la planeación y gestión del arbolado urbano. La clasificación del riesgo, basada en indicadores físicos, estructurales y espaciales, permitió priorizar acciones como la poda, reubicación o sustitución de ejemplares peligrosos, alineadas con una visión preventiva y de largo plazo.

Recomendaciones.

Con base en el análisis realizado sobre los riesgos que presenta la implementación de vegetación cercana a las infraestructuras en la Ciudad Universitaria de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (CU-UNICACH), se proponen las siguientes recomendaciones orientadas a la Prevención.

1. Selección adecuada de especie.

Es fundamental priorizar el uso de especie nativas que se adapten a las condiciones climáticas y edáficas del sitio. Evitando aquellas especies exóticas o de crecimiento acelerado cuyas raíces sean extensas o superficiales, ya que generan presión sobre las estructuras, drenajes y pavimento. La elección de especies debe basarse en criterios técnicos.

2. Planiación del arbolado Urbanos

Se recomienda que la plantación y reforestación de árboles dentro de ciudad universitario se realice Mediante una planeación estratégica, considerando la distancia mínima entre ejemplares y estructuras. Para árboles de gran tamaño, la distancia sugerida es de **tres a Cinco metros** respecto a edificaciones, banquetas y sistemas de drenaje. Asimismo, se debe procurar una distribución equilibrada del arbolado que favorezca la estética sin comprometer la integridad de la infraestructura.

3. Elaboración de un inventario forestal urbano.

Es necesario desarrollar un inventario que identifique las especies existentes, su ubicación, estado físico, sanitaria y condición estructural. Este instrumento permitirá generar una base de datos útil para la toma de decisiones y la elaboración de un programa de manejo integral del arbolado.

4. Mantenimiento preventivo y correctivo.

Se debe establecer un plan de mantenimiento continuo que contemple podas periódicas, aclareos y tratamientos fitosanitarios. Las podas deben realizarse bajo criterios técnicos que promuevan la estabilidad del árbol y eviten daños a la copa o raíces. Además, es importante monitorear los árboles con síntomas de deterioro, inclinación o estrés estructural, priorizando su atención o sustitución oportuna.

Referencias.

- H., C. F. 2013. Especies no aptas y con manejo especial para la arborización urbana de Montería, Colombia. *Revista Nodo* 15(8): 65-76.
<http://revistas.uan.edu.co/index.php/nodo/article/view/95/76>(10 de febrero de 2021).
- Acuña, C., J. F. 1999. Influencia de la arborización en estructuras de Santa Fe de Bogotá. *Revista Ingeniería e Investigación* 43: 21-24.
Doi:10.15446/ing.investig.n43.21076.
- Akmal, A., K. M. and N. Othman. 2012. Towards a better tomorrow: street trees and their values in urban areas. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 35: 267-274. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.02.088>.
- Alani, A. M. and L. Lantini. 2020. Recent advances in tree root mapping and assessment using non-destructive testing methods: a focus on ground penetrating radar. *Surveys in Geophysics* 41: 605–646. Doi:<https://doi.org/10.1007/s10712-019-09548-6>.
- Alanís, G. (2005). El arbolado urbano en el Área Metropolitana de Monterrey. *Revista Ciencia UANL*, ISSN 1405-9177, núm.001,vol. VIII, pp. 20-32, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México
- American National Standards Institute [ANSI]. (2017). American National Standard for Tree Care Operations: Tree, Shrub, and Other Woody Plant Management- Standard Practices (Tree Risk Assessment. Tree Failure) (A300 Part 9). Londonderry, New Hampshire: Tree Care Industry Association.
- Beltrán, M. L. 1979. Evaluación de daños producidos por árboles ornamentales en pavimentos de la zona norte de Bogotá. *Ingeniería e investigación* 46-57. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/34324/21557-73719-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=> (10 de febrero de 2021).
- Benavides Meza, H. M., & Fernández Grandizo, D. Y. (2012). Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del Bosque de Chapultepec. *Madera y bosques*, 18(2). <https://doi.org/10.21829/myb.2012.182352>

- Benavides, H.M. (2015). Caracterización y determinación de la densidad del arbolado urbano en las áreas verdes de la delegación Miguel Hidalgo, Distrito Federal.
- Benavides, M. H., R. M. López y J. H. Flores. 2004. Daños a banquetas por arbolado de alineación establecido en cepas en la Delegación Coyoacán, Distrito Federal. *Revista de Ciencias Forestales* 27(92):53-77. <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/902> (18 de marzo de 2021).
- Bennedetti, G y Campo de Ferreras, A (2007). Arbolado de alineación: el mapa verde de un barrio en la ciudad de Bahía Blanca, Argentina.
- Bueno, A., E., J. Arechiga, P., T. Esquivel y S. Quijas. 2021. Importancia de *Tabebuia rosea* y *Roseodendron donnell-smithii* como generadoras de servicios ambientales en la zona urbana de Puerto Vallarta, Jalisco. México. In: Claudio, G., E. L. y R. Novelo G. (eds.). *Horizontes y perspectivas del paisaje*. Academia Mexicana del Paisaje. Zapopan, Jal., México. pp. 125-146.
- Canosa, E., Sáez, E., Sanabria, C. y Zavala, I. (2003). Metodología para el estudio de los parques urbanos: La Comunidad de Madrid. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, ISSN: 1578-5157, núm.3, pp.160-185.
- Díaz-Galiano, L. y Ruiz, A. (2019). Riesgo aparente en arbolado urbano. De la subjetividad a la realidad. Edición Algorfa. Algorfa, España
- H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez. Plan de Desarrollo Municipal (2016).
- H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez. Reglamento de Protección Ambiental y Aseo Urbano para el municipio de Tuxtla Gutiérrez (2005).
- Identificación de defectos y riesgos en el arbolado del Bosque de San Juan de Aragón, Ciudad de México. (s/f).
- Meza, H. M. B., & Grandizo, D. Y. F. (2012). Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del Bosque de Chapultepec. *Madera Y Bosques*
- Miranda, F. (1998). *La Vegetación de Chiapas* (3a ed.). Tuxtla, Gutiérrez, Chiapas: CONECULTA/Talleres Gráficos del Estado de Chiapas.
- Muñoz Gutiérrez, L., Pérez Miranda, R., Reséndiz Martínez, J. F., & Reyes Robles, R. (2022). Caracterización de árboles de riesgo en el Parque Nacional Viveros de Coyoacán, Ciudad de México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 13(72), 201–222.

<https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i72.1227>

Pérez Miranda, R., Santillán Fernández, A., Narváez Álvarez, F. D., Galeote Leyva, B., & Vásquez Bautista, N. (2018). Riesgo del arbolado urbano: estudio de caso en el Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza, Puebla. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(45). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i45.143>

Román-Guillén, L. M., Orantes-García, C., Del Carpio- Penagos, C. U., Sánchez- Cortés, M. S., Ballinas-Aquino, M. L., & Farrera Sarmiento, O. (2019). Diagnóstico del arbolado de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Madera y bosques*, 25(1). <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511559>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat] (30 de diciembre de 2010). NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación.

SEMAHN. (2012). Flora Nativa de Tuxtla Gutiérrez. Chiapas.

Smiley, E. T., Matheny, N. y Lilly, S. (2017). *Best Management Practices: Tree Risk Assessment* (2nd Ed.). Champaign, Illinois: International Society of Arboriculture

Suárez, S., y Robles, E. (2008). *Dasonomia Urbana del Municipio de Oaxaca*.

Recuperado a partir <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2008/sarq.htm> Zamudio, E. (2001). Análisis de comportamiento del arbolado urbano público durante el periodo de 1995 a 1999, en la ciudad de Linares, Nuevo León (Maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León.

Zurita, O. (2009). *Guía de árboles y otras plantas nativas en la zona metropolitana de Monterrey, Nuevo León*.

<https://jardinessinfronteras.com/2019/10/02/los-arboles-y-los-danos-a-edificios/>

Harris, J. G., & Harris, M. W. (2001). *Plant Identification Terminology: An Illustrated Glossary*. Spring Lake Publishing.

Este texto se enfoca en la identificación botánica de plantas y árboles, proporcionando información relevante sobre las características que definen a una especie dentro del contexto de los árboles y plantas.

Husch B., Miller, C. I., & Beers, T. W. (2003). *Forest Mensuration* (4th ed.). Wiley.

Este texto ofrece una explicación exhaustiva sobre la medición de árboles, incluidas las variaciones en la forma de los árboles, su estructura y la forma en que se gestionan y se evalúan en la

silvicultura.

Körner, C. (2017). "The ecological significance of long-lived trees." In *Tree Physiology and Ecology: Implications for Forest Management* (pp. 223-239). Springer.

Este libro proporciona una visión integral sobre los mecanismos ecológicos que contribuyen a la longevidad de los árboles, explorando aspectos como la fotosíntesis, el crecimiento y la respuesta a las condiciones ambientales.

Körner, C. (2017). "The ecological significance of long-lived trees." In *Tree Physiology and Ecology: Implications for Forest Management* (pp. 223-239). Springer.

Este libro explora la importancia ecológica de los árboles longevos, analizando las adaptaciones morfológicas y genéticas que influyen en la forma y estructura de los árboles en diferentes hábitats.

Kubitzki, K., & Bayer, C. (2003). *The Families and Genera of Vascular Plants* (Vol. 5).

Müller-Landau, H. C., et al. (2002). "Life-span and longevity of tropical trees." *Ecology Letters*, 5(2), 56- 63.

Este estudio aborda cómo la longevidad de los árboles tropicales varía dependiendo de las especies, y analiza los factores ecológicos que afectan la longevidad.

Richards, P. W. (1996). "The Ecology of Tropical Forest Trees." *The Journal of Tropical Ecology*, 12(1), 105-115.

Este artículo profundiza en cómo las condiciones ambientales afectan la morfología y la diversidad de las especies de árboles en las selvas tropicales, explorando la relación entre forma y adaptación.

Richter, A., & Richter, S. (2007). "Root development in plants and its importance for nutrient and water uptake." *Soil Science Society of America Journal*, 71(1), 215-224.

Este artículo se enfoca en cómo las raíces se desarrollan y cómo su estructura afecta la capacidad de la planta para captar agua y nutrientes.

Richter, A., & Richter, S. (2007). "Root development in plants and its importance for nutrient and water uptake." *Soil Science Society of America Journal*, 71(1), 215-224.

Este artículo aborda cómo la variabilidad genética y las condiciones ambientales influyen en la forma y estructura de los árboles, incluyendo sus raíces, que son esenciales para su estabilidad y crecimiento.

Simpson, M. G. (2010). *Plant Systematics* (2nd ed.). Academic Press.

Este libro proporciona una visión integral sobre la clasificación de las plantas, incluyendo árboles, y

explica cómo las familias se estructuran dentro del sistema de clasificación taxonómica.

Stewart, W. D. P., & Cole, W. J. (1972). "The role of roots in plant nutrition." *Annual Review of Plant Physiology*, 23, 99-122.

En este artículo se aborda la función de las raíces en la absorción de nutrientes y su interacción con los microorganismos del suelo.

Stewart, W. D. P., & Cole, W. J. (1972). "The role of roots in plant nutrition." *Annual Review of Plant Physiology*, 23, 99-122.

Aunque se centra en las raíces, este artículo también describe cómo la forma del árbol y su estructura general son influenciadas por la disponibilidad de recursos y las interacciones con su entorno.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology* (5th ed.). Sinauer Associates.

Este libro de fisiología vegetal proporciona una explicación detallada sobre la estructura y las funciones de las raíces, así como su importancia en la absorción de agua y nutrientes.

ANEXOS DE TABLAS DEL INVENTARIO FLORISTICO

Cuadro 1. Datos dasométricos de los árboles del Facultad de Ciencias Odontológicas y Salud Publica.

Nombre común de especies.	Ubicación.	D.A.P. (cm)	Angulo de visión.	Distancia de observación (m).	Altura de observadora (m).	Diámetro de copa (m).	Altura de ramificación (m).
Benjamina	486905. 185483. 634 msnm.	17 (7)	40°	11	1.40	16.75	1.45
Cedro	486905. 185483. 634 msnm.	28.50	53°	9.50	1.40	21	2.80
Rosa Morada	486905. 185483. 634 msnm.	18.50	53°	9.50	1.40	5.30	2
Benjamina	486937 1854322. 624 msnm.	27 (5)	55°	8	1.40	4.50 8.30	1.60
Cedro	866984. 1854869. 621 msnm.	50	54°	9	1.40	13	1.80
Primavera	866984. 1854869. 621 msnm.	24	62°	7	1.40	5.20	2
Sospo	4866984. 1854869. 621 msnm.	25.6 30	15°	7	1.40	4.80 8	0.90
Cupape	486920. 18548666. 619 msnm.	24	55°	7	1.40	6.90 7	2.40
Guachipilín	486920. 1854866. 619 msnm.	19	60°	5	1.40	5.40	2.2

Cuadro 2. Condiciones físicas, de sanidad y posibles de daños a infraestructuras.

Nombre común de especie.	Ubicación.	Tipo de copa.	Traslape de copa.	Tipo de ramificación y altura.	Sanidad de árboles.	Exposición de raíces.	Impacto de infraestructura.
Benjamina	486905. 185483. 634 msnm	Irregular	Medio	Semi-Vertical	Algunas ramas secas.	Visibles	Ninguno
Cedro	486905. 185483. 634 msnm.	Irregular	Notable	Semi-Vertical Semi-Horizontal	Algunas ramas secas.	No visibles	Ninguno
Rosa Morada	486905. 185483. 634 msnm.	Irregular	Notable	Semi-Vertical	Sano.	Poco visible	Ninguno
Benjamina	486937 1854322. 624 msnm.	Irregular	Notable	Vertical	Sano.	Visibles	Ninguno
Cedro	866984. 1854869. 621 msnm.	Irregular	Ligero	Semi-Vertical Semi-Horizontal	Sano.	Visibles	Ninguno
Primavera	866984. 1854869. 621 msnm.	Irregular	Ligero	Semi-Vertical	Seco.	Visibles	Ninguno
Sospo	4866984. 1854869. 621 msnm.	Semi-Redonda	Ligero	Semi-Vertical	Sano.	Visibles	Ninguno
Cupape	486920. 18548666. 619 msnm.	Semi-Redonda	Medio	Semi-Vertical	Algunas ramas secas.	visibles	Ninguno
Guachipilin	486920. 1854866. 619 msnm.	Irregular	Medio	Disparejas	Sano.	No Visibles	Ninguno

Cuadro 3. Datos de identificación de las especies y situación ecológica.

Nombre común de especies.	Nombre científico.	Familia botánica.	Estado de origen.	Estatus ecológico.
Benjamina	Ficus benjamina L.	MORACEAE	Exótica	Ninguno
Cedro	Cedrela odorata L.	MELIACEAE	Nativa	Sujeta a Protección Especial.
Rosa Morada	Tabebuia rosea Bertol.) DC.	BIGNONIACEAE	Nativa	Ninguno

Primavera	Roseodendron donnell-smithii (Rose)	BIGNONIACEAE	Nativa	Ninguno
Flor de Sospo	Pseudobombax ellipticul (Kunth.) Dugand	MALVACEAE	Nativa	Ninguno
Cupape	Cordia dodecandra DC.	BORAGINACEAE	Nativa	Ninguno
Guachipilín	Diphyssa robinoides Benth.	FABACEAE	Nativa	Ninguno

Cuadro 1. Datos dasometricos de árboles en la Facultad de Ingeniería Topografía e Hidrología.

Nombre común de especies.	Ubicación.	D.A. P. (cm)	Angulo de visión.	Distancia de observación (m).	Altura de observador a (m).	Diámetro de copa (m).	Altura de ramificación (m).
Flor de mayo	16°46'30" N 93°07'18" W 591.12 msnm	30	45°	6.10	1.40	6.19	0.50
Cedro	16°46'31" N 93°07'18" W 590.99 msnm	20	22°	7.86	1.40	2.89	0.85
Lluvia de oro	16°46'30" N 93°07'19" W 591.78 msnm	19 15	42°	10.50	1.40	7.50	0.38
Benjamina	16°46'31" N 93°07'17" W 590.03 msnm	40	54°	12.60	1.40	5.10	0.85
Cedro	16°46'31" N 93°07'18" W 591.35 msnm	32	55°	13.60	1.40	5.5	52° 4 m
Caimito	16°46'31" N 93°07'18" W 590.84 msnm	22	69°	11.70	1.40	4.50	63° 2.9 m

Cuadro 2. Condiciones físicas, de sanidad y posibles daños a infraestructuras.

Nombre común de especies.	Ubicación.	Tipo de copa.	Traslape de copa.	Tipo de ramificación y altura.	Sanidad de árboles.	Exposición de raíces.	Impacto en infraestructura.
Flor de mayo	16°46'30'' N 93°07'18'' W 591.12 msnm	Irregular	Ligero	Vertical	Sano	Visibles	Ninguno
Cedro	16°46'31''N 93°07'18''W 590.99 msnm	Irregular	Notable	Vertical	Plagado.	No visibles	Ninguno
Lluvia de oro	16°46'30'' N 93°07'19'' W 591.78 msnm	Irregular	Notable	Semi- Vertical	Algunas ramas secas.	Visibles	Edificios.
Benjamina	16°46'31'' N 93°07'17'' W 590.03 msnm	Irregular	Notable	Vertical	Plagado. Algunas ramas secas.	Visibles	Edificios. Andadores.
Cedro	16°46'31'' N 93°07'18'' W 591.35 msnm	Irregular	Notable	Semi- Vertical	Algunas ramas secas.	Visibles	Edificios.
Caimito	16°46'31'' N 93°07'18'' W 590.84 msnm	Irregular	Notable	Vertical	Algunas ramas secas.	Visibles	Edificios.

Cuadro 1. Datos dasométricos de árboles en campo en la Facultad de Ingeniería Ambiental.

Nombre común de especies.	Ubicación.	D.A.P. (cm).	Angulo de visión.	Distancia de observación (m).	Altura de observador a (m).	Diámetro de copa (m).	Altura de ramificación (m).
Benjamina	16°46'37" N 93°07'19" W 598.87 msnm	65	22°	15	1.40	14.30	1.02
Benjamina blanca.	16°46'37" N 93°07'19" W 597.82 msnm	27	35°	6.60	1.40	4	0.84
Framboyán	16°46'37" N 93°07'19" W 598.54 msnm	98	53°	14.10	1.40	12.90	1.93
Primavera	16°46'36" N 93°07'20" W 598.91 msnm	32	42°	8.80	1.40	2.95 5.30	2.40
Benjamina blanca	16°46'36" N 93°07'21" W 600.82 msnm	28	55°	9.30	1.40	3.70	0.72
Guash	16°46'37" N 93°07'21" W 602.62 Msnm	18	37°	9.90	1.40	5.20	2.60

Camarón	16°46'37" N 93°07'21" W 604.12 msnm	37	41°	9.20	1.40	5.30	0.76
Chilca	16°46'37" N 93°07'21" W 602.89 msnm	22	33°	8.60	1.40	4	1.40
Lluvia de oro	16°46'36" N 93°07'21" 600.62 msnm	16	37°	7.70	1.40	3.20	0.44
Higuito	16°46'38" N 93°07'20" W 604.32 msnm	95	46°	13.05	1.40	14.40	2.65
Aceituna	16°43'37" N 93°07'22" W 603.86 msnm	29	25°	11.70	1.40	8.90	2.03

Cuadro 2. Condiciones físicas, de sanidad y posibles daños a infraestructuras.

Nombre común de especies.	Ubicación	Tipo de copa.	Traslape de copa.	Tipo de ramificación y altura.	Sanidad de arboles	Exposición de raíces.	Impacto en infraestructura.
Benjamina	16°46'37" N 93°07'19" W 598.87 msnm	Irregular	Notable	Vertical	Plagado.	Visibles	Edificios. Instalaciones hidrosanitarias Andadores.
Benjamina blanca.	16°46'37" N 93°07'19" W	Irregular	Medio	Vertical	Sano.	Visibles	Ninguno
	597.82 msnm						

Framboyán	16°46'37" N 93°07'19" W 598.54 msnm	Semi- Redonda	Notable	Horizontal	Sano.	Visibles	Edificios. Andadores.
Primavera	16°46'36" N 93°07'20" W 598.91 msnm	Irregular	Notable	Horizontal	Plagado.	Visibles	Ninguno
Benjamina blanca	16°46'36" N 93°07'21" W 600.82 msnm	Irregular	Ligero	Vertical	Algunas ramas secas.	Poco visibles.	Ninguno
Guash	16°46'37" N 93°07'21" W 602.62 msnm	Irregular	Medio	Semi- Horizontal	Plagado.	No Visible	Ninguno
Guachipilín Camarón	16°46'37" N 93°07'21" W 604.12 msnm	Irregular	Notable	Semi-Vertical	Algunas ramas secas. Plagado.	No visible	Ninguno
Chilca	16°46'37" N 93°07'21" W 602.89 msnm	Semi- Redonda	Notable	Semi-Vertical	Plagado.	No Visible	Ninguno
Lluvia de oro	16°46'36" N 93°07'21" W 600.62 msnm	Irregular	Medio	Semi-Vertical	Sano.	No visible	Ninguno
Higuito	16°46'38" N 93°07'20" W 604.32 m	Semi- Redonda	Medio	Semi- Horizontal	Algunas ramas secas.	Visibles	Ninguno
Aceituna	16°43'37" N 93°07'22" W 603.86 m	Semi- Redonda	Medio	Horizontal	Algunas ramas secas.	Visibles	Andadores.

Cuadro 3. Datos de identificación de las especies y situación ecológica.

Nombre común de especies.	Nombre científico.	Familia botánica.	Estado de origen.	Estatus ecológico.
Flor de mayo	Plumeria rubra L.	APOCYNACEAE	Nativo	Ninguno
Cedro	Cedrela odorata L.	MELIACEAE	Nativa	Sujeta a Protección Especial.
Lluvia de oro	Cassia fistula L.	FABACEAE	Exótico	Ninguno
Benjamina	Ficus benjamina L.	MORACEAE	Exótica	Ninguno
Caimito	Chrysophyllum cainito L.	SAPOTACEAE	Nativa	Ninguno

Cuadro 3. Datos de identificación de las especies y situación ecológica.

Nombre común de especies.	Nombre científico.	Familia botánica.	Estado de origen.	Estatus ecológico.
Benjamina	Ficus benjamina L.	MORACEAE	Exótica	Ninguno
Benjamina blanca.	Ficus benjamina	MORACEAE	Exótica	Ninguno
Framboyán	Delonix regia	FABACEAE	Exótico	Ninguno
Primavera	Tabebuia donnell-smithii Rose	BIGNONIACEAE	Nativo	Ninguno
Guash	Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit.	FABACEAE	Nativo	Ninguno
Camarón	Alvaradoa amorphoides Liebm.	PICRAMNIACEAE	Nativo	Ninguno
Chilca	Thevetia peruviana (Pers.) K. Schum.	APOCYNACEAE	Nativo	Ninguno
Lluvia de oro	Cassia fistula L.	FABACEAE	Exótico	Ninguno
Higuito	Ficus pertusa	MORACEAE	Nativo	Ninguno
Aceituno	Simarouba glauca DC.	SIMAROUBACEAE	Nativo	Ninguno

Cuadro 1. Datos dasométricos de árboles en campo del jardín clínica de nutrición UNICACH.

Nombre común de especies.	Ubicación.	D.A.P. (cm).	Angulo de visión.	Distancia de observadora (m).	Altura de observadora (m).	Diámetro de copa (m).	Altura de ramificación (m).
Cedro	16°46'32" N 93°07'22" W	24 19	40°	7.80	1.40	7.20	0.45
	601.23 msnm						

Cedro	16°46'32" N 93°07'22" W 600.45 msnm	37	54°	10.20	1.40	7	1.28
Chicozapote	16°46'33" N 93°07'21" W 600.12 msnm	24	56°	9.50	1.40	6.70	1.30
Chicozapote	16°46'33" N 93°07'20" W 598.64 msnm	26	53°	8.50	1.40	6.80	1.53

Cuadro 2. Condiciones físicas, de sanidad y posibles daños a infraestructura.

Nombre común de especies.	Ubicación.	Tipo de copa.	Traslape de copa.	Tipo de ramificación y altura.	Sanidad de árboles.	Exposición de raíces.	Impacto en infraestructura
Cedro	16°46'32" N 93°07'22" W 601.23 msnm	Redondo	Ligero	Semi-Vertical	Plagado.	Notable	Ninguno
Cedro	16°46'32" N 93°07'22" W 600.45 msnm	Irregular	Ligero	Vertical	Plagado.	Notable	Ninguno
Chicozapote	16°46'33" N 93°07'21" W 600.12 msnm	Redonda	Notable	Vertical	Sano.	No visible	Edificios.
Chicozapote	16°46'33"N 93°07'20" W	Redonda	Notable	Vertical	Algunas ramas secas.	Poco visibles	Medio muro.

	598.64 msnm						
Higuito		Redonda	Sin traslapé	Horizontal	Algunas ramas secas.	Notable.	Andadores

Cuadro 3. Datos de identificación de las especies y situación ecológica.

Nombre común de especies.	Nombre científico.	Familia botánica.	Estado de origen.	Estatus ecológico.
Cedro	Cedrela odorata P. Browne.	MELIACEAE	Nativo	Sujeto a protección especial.
Chicozapote	Manilkara zapota (L.) P. Royen.	SAPOTACEAE	Nativo	Ninguno
Higuito	Ficus pertusa	MORACEAE	Nativo	Ninguno

Anexo 1. Formula



Datos.

Facultad de Ciencias Odontológicas y Salud Publica.

- Benjamina.

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 40^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 9.23 \text{ m}$$

$$Co = 0.391 \times 11$$

$$H = 10 \text{ m}$$

$$Co = 9.23 \text{ m}$$

- Cedro

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 53^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 12.60 \text{ m}$$

$$Co = 1.3270 \times 9.50$$

$$Co = 12.60 \text{ m}$$

$$H = 14 \text{ m}$$

- **Rosa morada**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 53^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 12.60 \text{ m}$$

$$Co = 1.3270 \times 9.50$$

$$H = 14 \text{ m}$$

$$Co = 12.60 \text{ m}$$

- **Benjamina**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 55^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 11.42 \text{ m}$$

$$Co = 1.4281 \times 8$$

$$H = 12.82 \text{ m}$$

$$Co = 11.42 \text{ m}$$

- **Cedro**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 54^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 12.36 \text{ m}$$

$$Co = 1.3764 \times 9$$

$$H = 13.78 \text{ m}$$

$$Co = 12.36 \text{ m}$$

- **Primavera**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 62^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 13.16 \text{ m}$$

$$Co = 1.8807 \times 7$$

$$H = 14.56 \text{ m}$$

$$Co = 13.16 \text{ m}$$

Flor de Sospo

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 15^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 1.87 \text{ m}$$

$$Co = 0.2679 \times 7$$

$$H = 3.27 \text{ m}$$

$$Co = 1.87 \text{ m}$$

- **Cupape**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 55^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 9.99 \text{ m}$$

$$Co = 1.4281 \times 7$$

$$H = 11.39 \text{ m}$$

$$Co = 9.99 \text{ m}$$

- **Guachipilín**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 60^\circ \times Ca \\ Co &= 1.7320 \times 5 \\ Co &= 8.66 \text{ m} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} H &= 1.40 + 8.66 \text{ m} \\ H &= 10.06 \text{ m} \end{aligned}$$

Instituto de Ciencias Biológicas.

- Benjamina

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca} \qquad H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 65^\circ \times Ca \\ Co &= 2.1445 \times 15.30 \\ Co &= 32.81 \text{ m} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} H &= 1.40 + 32.81 \text{ m} \\ H &= 34.21 \text{ m} \end{aligned}$$

- Flamboyán

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca} \qquad H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 46^\circ \times Ca \\ Co &= 1.0355 \times 12.81 \\ Co &= 13.26 \text{ m} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} H &= 1.40 + 13.26 \text{ m} \\ H &= 14.66 \text{ m} \end{aligned}$$

- Ceiba

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca} \qquad H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 50^\circ \times Ca \\ Co &= 1.1918 \times 15.41 \\ Co &= 18.26 \text{ m} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} H &= 1.40 + 18.26 \text{ m} \\ H &= 19.76 \text{ m} \end{aligned}$$

- Mango

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca} \qquad H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 38^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7813 \times 6.10 \\ Co &= 4.76 \text{ m} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} H &= 1.40 + 4.76 \text{ m} \\ H &= 6.16 \text{ m} \end{aligned}$$

- Aguacate

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca} \qquad H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 30^\circ \times Ca \\ Co &= 0.5774 \times 5.56 \\ Co &= 3.21 \text{ m} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} H &= 1.40 + 3.21 \text{ m} \\ H &= 4.61 \text{ m} \end{aligned}$$

- Guaya

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca} \qquad H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 50^\circ \times Ca \\ Co &= 1.1918 \times 9.75 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} H &= 1.40 + 11.62 \text{ m} \\ H &= 13.02 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Co = 11.62 \text{ m}$$

- **Primavera**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 40^\circ \times Ca \\ Co &= 0.8391 \times 10.94 \\ Co &= 9.17 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 9.17 \text{ m} \\ H &= 10.57 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Mango**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 40^\circ \times Ca \\ Co &= 0.8391 \times 7.25 \\ Co &= 6.08 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 6.08 \text{ m} \\ H &= 7.48 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Cedro**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 48^\circ \times Ca \\ Co &= 1.1106 \times 6.50 \\ Co &= 7.21 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 7.21 \text{ m} \\ H &= 8.61 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Matilisguate**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 48^\circ \times Ca \\ Co &= 1.1106 \times 10 \\ Co &= 11.10 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 11.10 \text{ m} \\ H &= 12.50 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Mango**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 35^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7002 \times 8.70 \\ Co &= 6.09 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 6.09 \text{ m} \\ H &= 7.49 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Primavera**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 32^\circ \times Ca \\ Co &= 0.6249 \times 8.30 \\ Co &= 5.18 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 5.18 \text{ m} \\ H &= 6.58 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Pino de la Estrella**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned}Co &= \tan 50^\circ \times Ca \\Co &= 1.1918 \times 18 \\Co &= 21.45 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}H &= 1.40 + 21.45 \text{ m} \\H &= 22.85 \text{ m}\end{aligned}$$

- **Benjamina**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned}Co &= \tan 48^\circ \times Ca \\Co &= 1.1106 \times 15.30 \\Co &= 16.99 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}H &= 1.40 + 16.99 \text{ m} \\H &= 18.39 \text{ m}\end{aligned}$$

- **Guachipilín**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned}Co &= \tan 36^\circ \times Ca \\Co &= 0.7265 \times 7.20 \\Co &= 5.23 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}H &= 1.40 + 5.23 \text{ m} \\H &= 6.63 \text{ m}\end{aligned}$$

- **Cupape**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned}Co &= \tan 27^\circ \times Ca \\Co &= 0.5095 \times 9.30 \\Co &= 4.73 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}H &= 1.40 + 4.73 \text{ m} \\H &= 6.13 \text{ m}\end{aligned}$$

- **Guachipilín**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned}Co &= \tan 38^\circ \times Ca \\Co &= 0.7813 \times 9 \\Co &= 7.03 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}H &= 1.40 + 7.03 \text{ m} \\H &= 8.43 \text{ m}\end{aligned}$$

- **Guash**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned}Co &= \tan 41^\circ \times Ca \\Co &= 0.8693 \times 8.20 \\Co &= 7.12 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}H &= 1.40 + 7.12 \text{ m} \\H &= 8.52 \text{ m}\end{aligned}$$

- **Caobilla**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned}Co &= \tan 30^\circ \times Ca \\Co &= 0.5774 \times 8.50 \\Co &= 4.90 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}H &= 1.40 + 4.90 \text{ m} \\H &= 6.30 \text{ m}\end{aligned}$$

- **Cuaulote**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 27^\circ \times Ca \\ Co &= 0.5095 \times 6.70 \\ Co &= 3.41 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 3.41 \text{ m} \\ H &= 4.81 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Camarón**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 31^\circ \times Ca \\ Co &= 0.6009 \times 6.05 \\ Co &= 3.63 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 3.63 \text{ m} \\ H &= 5.03 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Caobilla**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 30^\circ \times Ca \\ Co &= 0.5774 \times 8.90 \\ Co &= 5.13 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 5.13 \text{ m} \\ H &= 6.53 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Cedro**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 34^\circ \times Ca \\ Co &= 0.6745 \times 8.70 \\ Co &= 5.86 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 5.86 \text{ m} \\ H &= 7.26 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Ceiba**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 44^\circ \times Ca \\ Co &= 0.9657 \times 8.40 \\ Co &= 8.11 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 8.11 \text{ m} \\ H &= 9.51 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Ceiba de selva**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 47^\circ \times Ca \\ Co &= 1.0724 \times 8.90 \\ Co &= 9.54 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 9.54 \text{ m} \\ H &= 10.94 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Guash**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 41^\circ \times Ca \\ Co &= 0.8693 \times 7.90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 6.86 \text{ m} \\ H &= 8.26 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Co = 6.86 \text{ m}$$

- **Mango**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 37^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 5.27 \text{ m}$$

$$Co = 0.7536 \times 7$$

$$H = 6.67 \text{ m}$$

$$Co = 5.27 \text{ m}$$

- **Guachipilín**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 36^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 4.86 \text{ m}$$

$$Co = 0.7265 \times 6.70$$

$$H = 6.26 \text{ m}$$

$$Co = 4.86 \text{ m}$$

Ingeniería Topografía e Hidrología.

- **Flor de Mayo**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 45^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 6.31 \text{ m}$$

$$Co = 1.0355 \times 6.10$$

$$H = 7.7 \text{ m}$$

$$Co = 6.31 \text{ m}$$

- **Cedro**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 22^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 3.17 \text{ m}$$

$$Co = 0.4040 \times 7.86$$

$$H = 4.57 \text{ m}$$

$$Co = 3.17 \text{ m}$$

- **Lluvia de Oro**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 42^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 9.45 \text{ m}$$

$$Co = 0.9004 \times 10.50$$

$$H = 10.85 \text{ m}$$

$$Co = 9.45 \text{ m}$$

- **Benjamina**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 54^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 17.34 \text{ m}$$

$$Co = 1.3764 \times 12.60$$

$$H = 18.74 \text{ m}$$

$$Co = 17.34 \text{ m}$$

- **Cedro**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 55^\circ \times Ca \\ Co &= 1.4281 \times 13.60 \\ Co &= 19.42 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 19.42 \text{ m} \\ H &= 20.82 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Caimito**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 36^\circ \times Ca \\ Co &= 2.6051 \times 11.70 \\ Co &= 30.47 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 30.47 \text{ m} \\ H &= 31.87 \text{ m} \end{aligned}$$

Ingeniería Ambiental

- **Benjamina**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 22^\circ \times Ca \\ Co &= 0.4040 \times 15 \\ Co &= 6.06 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 6.06 \text{ m} \\ H &= 7.46 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Benjamina Blanca**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 35^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7002 \times 6.60 \\ Co &= 4.62 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 4.62 \text{ m} \\ H &= 6.02 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Flamboyán**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 53^\circ \times Ca \\ Co &= 1.3270 \times 14.10 \\ Co &= 18.71 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 18.71 \text{ m} \\ H &= 20.11 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Primavera**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 42^\circ \times Ca \\ Co &= 0.9004 \times 8.80 \\ Co &= 7.92 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 7.92 \text{ m} \\ H &= 9.32 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Benjamina Blanca**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 55^\circ \times Ca \\ Co &= 1.4281 \times 9.30 \\ Co &= 13.28 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 13.28 \text{ m} \\ H &= 14.68 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Guash**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 37^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.7536 \times 9.90$$

$$Co = 7.46 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 7.46 \text{ m}$$

$$H = 8.86 \text{ m}$$

- **Camarón**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 41^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.8693 \times 9.20$$

$$Co = 7.99 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 7.99 \text{ m}$$

$$H = 9.39 \text{ m}$$

- **Chilca**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 33^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.6494 \times 8.60$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 5.58 \text{ m}$$

$$H = 6.98 \text{ m}$$

$$Co = 5.58 \text{ m}$$

- **Lluvia de Oro**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 37^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.7536 \times 7.70$$

$$Co = 5.80 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 5.80 \text{ m}$$

$$H = 7.20 \text{ m}$$

- **Higuito**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 46^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.0355 \times 13.05$$

$$H = 1.40 + 13.51 \text{ m}$$

$$H = 14.91 \text{ m}$$

$$Co = 13.51 \text{ m}$$

- **Aceituno**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 25^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.4663 \times 11.70$$

$$Co = 5.45 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 5.45 \text{ m}$$

$$H = 6.85 \text{ m}$$

Clínica de nutrición UNICACH

- **Cedro**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 40^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.8391 \times 7.80$$

$$Co = 6.54 \text{ m}$$

$$H = 1.40 + 6.54 \text{ m}$$

$$H = 7.94 \text{ m}$$

- **Cedro**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 54^\circ \times Ca \\ Co &= 1.3764 \times 10.20 \\ Co &= 14.03 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 14.03 \text{ m} \\ H &= 15.48 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Chicozapote**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 56^\circ \times Ca \\ Co &= 1.4826 \times 9.50 \\ Co &= 14.08 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 14.08 \text{ m} \\ H &= 15.48 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Chicozapote**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 53^\circ \times Ca \\ Co &= 1.3270 \times 8.50 \\ Co &= 11.27 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 11.27 \text{ m} \\ H &= 12.67 \text{ m} \end{aligned}$$

Facultad de Ciencias y Tecnología de Alimentos

- **Mango**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 50^\circ \times Ca \\ Co &= 1.1918 \times 12.65 \\ Co &= 15.07 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 15.07 \text{ m} \\ H &= 16.47 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Flor de Sospo**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 45^\circ \times Ca \\ Co &= 1.0000 \times 10.58 \\ Co &= 10.58 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 10.58 \text{ m} \\ H &= 11.98 \text{ m} \end{aligned}$$

Cedro

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 40^\circ \times Ca \\ Co &= 0.8391 \times 11.35 \\ Co &= 9.52 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 9.52 \text{ m} \\ H &= 10.92 \text{ m} \end{aligned}$$

Aceituno

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 48^\circ \times Ca \\ Co &= 1.1106 \times 12.90 \\ Co &= 14.32 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 14.32 \text{ m} \\ H &= 15.72 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Cedro**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 35^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7002 \times 9.10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 6.37 \text{ m} \\ H &= 7.77 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Co = 6.37 \text{ m}$$

- **Morro**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 30^\circ \times Ca \\ Co &= 0.5774 \times 7.80 \\ Co &= 4.50 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 4.50 \text{ m} \\ H &= 5.90 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Matilisquate**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 32^\circ \times Ca \\ Co &= 0.6249 \times 7.20 \\ Co &= 4.49 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 4.49 \text{ m} \\ H &= 5.89 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Primavera**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 45^\circ \times Ca \\ Co &= 1.0000 \times 11.90 \\ Co &= 11.9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 11.9 \text{ m} \\ H &= 13.3 \end{aligned}$$

- **Zapote Negro**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 30^\circ \times Ca \\ Co &= 0.5774 \times 7.13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 4.11 \text{ m} \\ H &= 5.51 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Co = 4.11 \text{ m}$$

- **Chicozapote**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 40^\circ \times Ca \\ Co &= 0.8391 \times 7.42 \\ Co &= 6.22 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 6.22 \text{ m} \\ H &= 7.62 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Almendro**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 39^\circ \times Ca \\ Co &= 0.8098 \times 6.50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 5.26 \text{ m} \\ H &= 6.66 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Co = 5.26 \text{ m}$$

- **Cuchunuc**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 50^\circ \times Ca \\ Co &= 1.1918 \times 9.55 \\ Co &= 11.38 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 11.38 \text{ m} \\ H &= 12.78 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Guash**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 30^\circ \times Ca \\ Co &= 0.5774 \times 6.70 \\ Co &= 3.86 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 3.86 \text{ m} \\ H &= 5.26 \text{ m} \end{aligned}$$

Mango

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 41^\circ \times Ca \\ Co &= 0.8693 \times 10.50 \\ Co &= 9.12 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 9.12 \text{ m} \\ H &= 10.52 \text{ m} \end{aligned}$$

Chicozapote

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 30^\circ \times Ca \\ Co &= 0.5774 \times 7.40 \\ Co &= 4.27 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 4.27 \text{ m} \\ H &= 5.67 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Aguacate**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 42^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.9004 \times 9.60$$

$$H = 1.40 + 8.64 \text{ m}$$

$$H = 10.04 \text{ m}$$

$$Co = 8.64 \text{ m}$$

- **Nanche**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 60^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.7321 \times 15.40$$

$$H = 1.40 + 26.67 \text{ m}$$

$$H = 28.07 \text{ m}$$

$$Co = 26.67 \text{ m}$$

- **Guayaba**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 52^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.2799 \times 8.63$$

$$Co = 11.04 \text{ m}$$

$$H = 1.40 + 11.04 \text{ m}$$

$$H = 12.44 \text{ m}$$

- **Guachipilín**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 45^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.0000 \times 9.09$$

$$Co = 9.09$$

$$H = 1.40 + 9.09 \text{ m}$$

$$H = 10.49 \text{ m}$$

- **Matilisguate**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$h1 + Co$$

$$Co = \tan 40^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.8391 \times 9.83$$

$$Co = 8.24 \text{ m}$$

$$H = 1.40 + 8.24 \text{ m}$$

$$H = 9.64 \text{ m}$$

- **Matilisguate**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 40^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.8391 \times 8.30$$

$$Co = 6.96 \text{ m}$$

$$H = 1.40 + 6.96 \text{ m}$$

$$H = 8.36 \text{ m}$$

- **Cedro**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 45^\circ \times Ca \\ Co &= 1.0000 \times 12.80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 12.8 \text{ m} \\ H &= 14.2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Co = 12.8 \text{ m}$$

- **Bambú Verde**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 40^\circ \times Ca \\ Co &= 0.8391 \times 10.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 8.81 \text{ m} \\ H &= 10.21 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Co = 8.81 \text{ m}$$

- **Bambú Amarillo**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 40^\circ \times Ca \\ Co &= 0.8391 \times 10.5 \\ Co &= 8.81 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 8.81 \text{ m} \\ H &= 10.21 \text{ m} \end{aligned}$$

Matilisguate

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 45^\circ \times Ca \\ Co &= 1.0000 \times 11.20 \\ Co &= 11.2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 11.2 \text{ m} \\ H &= 22.4 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Aceituno**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 36^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7265 \times 12.30 \\ Co &= 8.93 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 8.93 \text{ m} \\ H &= 10.33 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Nambimbo**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 28^\circ \times Ca \\ Co &= 0.5317 \times 8.90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 4.73 \text{ m} \\ H &= 6.13 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Co = 4.73 \text{ m}$$

- **Chincuya**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 21^\circ \times Ca & H &= 1.40 + 4.26 \text{ m} \\ Co &= 0.3839 \times 11.10 & H &= 5.66 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Co = 4.26 \text{ m}$$

- **Palmera de Coco**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca} \qquad H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 35^\circ \times Ca & H &= 1.40 + 6.16 \text{ m} \\ Co &= 0.7002 \times 8.80 & H &= 7.56 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Co = 6.16 \text{ m}$$

- **Amate Blanco**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca} \qquad H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 45^\circ \times Ca & H &= 1.40 + 11.25 \text{ m} \\ Co &= 1.0000 \times 11.25 & H &= 12.65 \text{ m} \\ Co &= 11.25 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Piñon**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 32^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.6249 \times 8.80$$

$$H = 1.40 + 5.49 \text{ m}$$

$$H = 6.89 \text{ m}$$

$$Co = 5.49 \text{ m}$$

- **Tulipan de la India**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 45^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.0000 \times 11.25$$

$$Co = 11.25 \text{ m}$$

$$H = 1.40 + 11.25 \text{ m}$$

$$H = 12.65 \text{ m}$$

- **Almendro**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 38^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.7813 \times 8.60$$

$$Co = 6.71 \text{ m}$$

$$H = 1.40 + 6.71 \text{ m}$$

$$H = 8.11 \text{ m}$$

Instituto de Energía Renovables

- **Capulín**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 37^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.7536 \times 7.20$$

$$Co = 5.42 \text{ m}$$

$$H = 1.40 + 5.42 \text{ m}$$

$$H = 6.82 \text{ m}$$

- **Nim o Neem**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 26^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.4877 \times 7.60$$

$$Co = 3.70 \text{ m}$$

$$H = 1.40 + 3.70 \text{ m}$$

$$H = 5.10 \text{ m}$$

Facultad de Ciencias Humanas y Sociales

- **Guaya**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 50^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 6.29 \text{ m}$$

$$Co = 1.1918 \times 5.28$$

$$H = 7.69 \text{ m}$$

$$Co = 6.29 \text{ m}$$

- **Higuito**

$$\tan \theta = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 37^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7536 \times 12.40 \\ Co &= 9.34 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 9.34 \text{ m} \\ H &= 10.74 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Jaboncillo**

$$\tan \theta = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 31^\circ \times Ca \\ Co &= 0.6009 \times 9.10 \\ Co &= 5.46 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 5.46 \text{ m} \\ H &= 6.86 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Caobilla**

$$\tan \theta = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 27^\circ \times Ca \\ Co &= 0.5095 \times 8.20 \\ Co &= 4.17 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 4.17 \text{ m} \\ H &= 5.57 \text{ m} \end{aligned}$$

Centro de Lenguas.

- **Higuito**

$$\tan \theta = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 40^\circ \times Ca \\ Co &= 0.8391 \times 9.75 \\ Co &= 8.18 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 8.18 \text{ m} \\ H &= 9.58 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Nache**

$$\tan \theta = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 43^\circ \times Ca \\ Co &= 0.9325 \times 7.70 \\ Co &= 7.18 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 7.18 \text{ m} \\ H &= 8.58 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Capulín**

$$\tan \theta = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 32^\circ \times Ca \\ Co &= 0.6249 \times 7.80 \\ Co &= 4.87 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 4.87 \text{ m} \\ H &= 6.27 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Nanche**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 35^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7002 \times 6.90 \\ Co &= 4.83 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 4.83 \text{ m} \\ H &= 6.23 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Capulín**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 40^\circ \times Ca \\ Co &= 0.8391 \times 7.90 \\ Co &= 6.62 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 6.62 \text{ m} \\ H &= 8.02 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Guachipilín**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 38^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7813 \times 10.4 \\ Co &= 8.12 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 8.12 \text{ m} \\ H &= 9.52 \text{ m} \end{aligned}$$

Institución Gestión de Riesgo y Cambio Climático

- **Guanacaste**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 55^\circ \times Ca \\ Co &= 1.4281 \times 12.30 \\ Co &= 17.56 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 17.56 \text{ m} \\ H &= 18.96 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Flor de Sospo**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 35^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7002 \times 11.15 \\ Co &= 7.80 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 7.80 \text{ m} \\ H &= 9.20 \text{ m} \end{aligned}$$

Laboratorio de Inv. Y Desarrollo de Productos Funcionales (LIDPF)

- **Guaya**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 49^\circ \times Ca \\ Co &= 1.1504 \times 12.50 \\ Co &= 14.38 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 14.38 \text{ m} \\ H &= 15.78 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Nanche**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 35^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7002 \times 6.50 \\ Co &= 4.55 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 4.55 \text{ m} \\ H &= 5.95 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Lluvia de Oro**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 57^\circ \times Ca \\ Co &= 1.5399 \times 9.30 \\ Co &= 14.32 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 14.32 \text{ m} \\ H &= 15.72 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Aguacate**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 45^\circ \times Ca \\ Co &= 1.0000 \times 9.30 \\ Co &= 9.3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 9.3 \text{ m} \\ H &= 10.7 \text{ m} \end{aligned}$$

Huerto

- Cuchunuc

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 31^\circ \times Ca \\ Co &= 0.6009 \times 10.10 \\ Co &= 6.06 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 6.06 \text{ m} \\ H &= 7.46 \text{ m} \end{aligned}$$

- Guash Rojo

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 45^\circ \times Ca \\ Co &= 1.0000 \times 13.14 \\ Co &= 13.14 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 13.14 \text{ m} \\ H &= 14.54 \text{ m} \end{aligned}$$

- Marañon

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 25^\circ \times Ca \\ Co &= 0.4663 \times 5.70 \\ Co &= 2.65 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 2.65 \text{ m} \\ H &= 4.05 \text{ m} \end{aligned}$$

Calzada de la C.U.

- **Guanacastle**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 29^\circ \times Ca \\ Co &= 0.5543 \times 5.54 \\ Co &= 3.07 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 3.07 \text{ m} \\ H &= 4.47 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Pochota**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 55^\circ \times Ca \\ Co &= 1.4281 \times 13.60 \\ Co &= 19.42 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 19.42 \text{ m} \\ H &= 20.82 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Pochota**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 30^\circ \times Ca \\ Co &= 0.5774 \times 15.30 \\ Co &= 8.83 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 8.83 \text{ m} \\ H &= 10.23 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Pochota**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 61^\circ \times Ca \\ Co &= 1.8040 \times 13 \\ Co &= 23.45 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 23.45 \text{ m} \\ H &= 24.85 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Mulato**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 40^\circ \times Ca \\ Co &= 0.8391 \times 10.40 \\ Co &= 8.72 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 8.72 \text{ m} \\ H &= 10.12 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Cedro**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 60^\circ \times Ca \\ Co &= 1.7321 \times 9.25 \\ Co &= 16.02 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 16.02 \text{ m} \\ H &= 17.42 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Primavera**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 64^\circ \times Ca \\ Co &= 2.0503 \times 6.25 \\ Co &= 12.18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 12.81 \text{ m} \\ H &= 14.2 \end{aligned}$$

Estacionamiento de la Calzada

- **Higuito**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 10^\circ \times Ca \\ Co &= 0.1763 \times 36.90 \\ Co &= 6.50 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 6.50 \text{ m} \\ H &= 7.90 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Jazmín de la India**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 30^\circ \times Ca \\ Co &= 0.5774 \times 7.70 \\ Co &= 4.44 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 4.44 \text{ m} \\ H &= 5.84 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Zapote Negro**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 32^\circ \times Ca \\ Co &= 0.6249 \times 5.55 \\ Co &= 3.48 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 3.48 \text{ m} \\ H &= 4.86 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Mulato**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 36^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7265 \times 7.40 \\ Co &= 5.37 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 5.37 \text{ m} \\ H &= 6.77 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Aceituno**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 35^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7002 \times 11.30 \\ Co &= 7.91 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 7.91 \text{ m} \\ H &= 9.31 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Matilisguate**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 45^\circ \times Ca \\ Co &= 1.0000 \times 10.70 \\ Co &= 10.7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 10.7 \text{ m} \\ H &= 12.1 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Mulato**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 39^\circ \times Ca \\ Co &= 0.8098 \times 14.80 \\ Co &= 11.98 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 11.98 \text{ m} \\ H &= 13.38 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Nanche**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 35^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7002 \times 8.50 \\ Co &= 5.95 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 5.95 \text{ m} \\ H &= 7.35 \text{ m} \end{aligned}$$

Entrada 1

- **Papausa**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 37^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7536 \times 8.70 \\ Co &= 6.55 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 6.55 \text{ m} \\ H &= 7.95 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Limón**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 45^\circ \times Ca \\ Co &= 1.0000 \times 4.80 \\ Co &= 4.8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 4.8 \text{ m} \\ H &= 6.2 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Guías de Monte**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 42^\circ \times Ca \\ Co &= 0.9004 \times 11.70 \\ Co &= 10.53 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 10.53 \text{ m} \\ H &= 11.93 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Higuito**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 37^\circ \times Ca$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 8.28 \text{ m}$$

$$Co = 0.7536 \times 11$$

$$Co = 8.28 \text{ m}$$

$$H = 9.68 \text{ m}$$

- **Jaboncillo**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 47^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.6249 \times 11.78$$

$$Co = 7.36 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 6.54 \text{ m}$$

$$H = 8.76 \text{ m}$$

- **Chilca**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 26^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.4877 \times 9.17$$

$$Co = 4.45 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 4.45 \text{ m}$$

$$H = 5.85 \text{ m}$$

- **Framboyán**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 27^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.5095 \times 11.70$$

$$Co = 5.96 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 5.96 \text{ m}$$

$$H = 7.36 \text{ m}$$

- **Morro**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 20^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.3640 \times 6.78$$

$$Co = 2.46 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 2.46 \text{ m}$$

$$H = 3.86 \text{ m}$$

- **Almendro**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 23^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.4245 \times 7.10$$

$$Co = 3.01 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 3.01 \text{ m}$$

$$H = 4.41 \text{ m}$$

- **Nambimbo**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 57^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.5399 \times 10.40$$

$$Co = 16.01 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 16.01 \text{ m}$$

$$H = 17.41 \text{ m}$$

- **Lanta**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 23^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.4245 \times 7.70$$

$$Co = 3.26 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 3.26 \text{ m}$$

$$H = 4.66 \text{ m}$$

- **Natsu**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 36^\circ \times Ca \\ Co &= 0.7265 \times 10.40 \\ Co &= 7.55 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 7.55 \text{ m} \\ H &= 8.95 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Guachipilín**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 50^\circ \times Ca \\ Co &= 1.1918 \times 11 \\ Co &= 13.10 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 13.10 \text{ m} \\ H &= 14.50 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Cuchunuc**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 31^\circ \times Ca \\ Co &= 0.6009 \times 10.10 \\ Co &= 6.06 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 6.06 \text{ m} \\ H &= 7.46 \text{ m} \end{aligned}$$

Lado Poniente de la Canchas

- **Matilisguate**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 34^\circ \times Ca \\ Co &= 0.6745 \times 10.50 \\ Co &= 7.08 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 7.08 \text{ m} \\ H &= 8.48 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Cedro**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 52^\circ \times Ca \\ Co &= 1.2799 \times 9.10 \\ Co &= 11.64 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 11.64 \text{ m} \\ H &= 13.04 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Chirimuya**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 50^\circ \times Ca \\ Co &= 1.1918 \times 3.10 \\ Co &= 4.64 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 4.64 \text{ m} \\ H &= 6.04 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Compuchutil**

$$\tan 0^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$\begin{aligned} Co &= \tan 64^\circ \times Ca \\ Co &= 2.0503 \times 5.17 \end{aligned}$$

$$H = h1 + Co$$

$$\begin{aligned} H &= 1.40 + 10.60 \text{ m} \\ H &= 12 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Co = 10.60 \text{ m}$$

- **Hormiguillo**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 45^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.0000 \times 7.86$$

$$Co = 7.86 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 7.86 \text{ m}$$

$$H = 9.26 \text{ m}$$

- **Jacaranda**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 31^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.6009 \times 5.40$$

$$Co = 3.24 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 3.24 \text{ m}$$

$$H = 4.64 \text{ m}$$

- **Cualote**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 58^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.6003 \times 11.88$$

$$Co = 19.01 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 19.01 \text{ m}$$

$$H = 20.41 \text{ m}$$

- **Pochota**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 45^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.0000 \times 9.60$$

$$Co = 9.6 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 9.6 \text{ m}$$

$$H = 11 \text{ m}$$

- **Cedro**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 45^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.0000 \times 6.90$$

$$Co = 6.9 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 6.9 \text{ m}$$

$$H = 8.3 \text{ m}$$

- **Jobo**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 34^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.6745 \times 6$$

$$Co = 4.04 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 4.04 \text{ m}$$

$$H = 5.44 \text{ m}$$

- **Camarón**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 46^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.0355 \times 11.30$$

$$Co = 11.70 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 11.70 \text{ m}$$

$$H = 13.10 \text{ m}$$

- **Anona**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 26^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.4877 \times 6.60$$

$$Co = 3.21 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 3.21 \text{ m}$$

$$H = 4.61 \text{ m}$$

- **Corazón Bonito**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 18^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.3249 \times 5.95$$

$$Co = 1.93 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 1.93 \text{ m}$$

$$H = 3.33 \text{ m}$$

- **Aguaspo**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 20^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.3640 \times 7.30$$

$$Co = 2.65 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 2.65 \text{ m}$$

$$H = 4.05 \text{ m}$$

- **Pajarito Prieto**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 28^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.5317 \times 6.80$$

$$Co = 3.61 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 3.61 \text{ m}$$

$$H = 5.01 \text{ m}$$

- **Quebracho 2**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 17^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.3057 \times 9.15$$

$$Co = 2.79 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 2.79 \text{ m}$$

$$H = 4.19 \text{ m}$$

$$Co = 1.0724 \times 6.10$$

$$Co = 6.54 \text{ m}$$

$$H = 7.94$$

- **Aceituno**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 55^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.4281 \times 13.40$$

$$Co = 19.13 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 19.13 \text{ m}$$

$$H = 20.53 \text{ m}$$

- **Cedro**

-

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 75^\circ \times Ca$$

$$Co = 3.7321 \times 9.20$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 34.33 \text{ m}$$

$$H = 35.73 \text{ m}$$

$$Co = 34.33 \text{ m}$$

- **Lluvia de Oro**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 45^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.0000 \times 5.10$$

$$Co = 5.1 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 5.1 \text{ m}$$

$$H = 6.5 \text{ m}$$

- **Nambimbo**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 57^\circ \times Ca$$

$$Co = 1.5399 \times 10.40$$

$$Co = 16.01 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 16.01 \text{ m}$$

$$H = 17.41 \text{ m}$$

- **Matilisguate**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 65^\circ \times Ca$$

$$Co = 2.1445 \times 10.40$$

$$Co = 22.30 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 22.30 \text{ m}$$

$$H = 23.70 \text{ m}$$

- **Higuito**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 37^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.7536 \times 11$$

$$Co = 8.28 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 8.28 \text{ m}$$

$$H = 9.68 \text{ m}$$

Entrada 2

- **Niem o Neem**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 32^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.6249 \times 6.20$$

$$Co = 3.87 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 3.87 \text{ m}$$

$$H = 5.27 \text{ m}$$

- **Cupape**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 21^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.3839 \times 8$$

$$Co = 3.07 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 3.07 \text{ m}$$

$$H = 4.47 \text{ m}$$

- **Guaya**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 25^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.4663 \times 7.40$$

$$Co = 3.45 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 3.45 \text{ m}$$

$$H = 4.85 \text{ m}$$

- **Almendo**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 28^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.5317 \times 8.20$$

$$Co = 4.35 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 4.35 \text{ m}$$

$$H = 5.75 \text{ m}$$

- **Aguacate**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 40^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.8391 \times 6.60$$

$$Co = 5.53 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 5.53 \text{ m}$$

$$H = 6.93 \text{ m}$$

Entrada 3

- **Aceituno**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 35^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.7002 \times 12.70$$

$$Co = 8.89 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 8.89 \text{ m}$$

$$H = 10.29 \text{ m}$$

- **Primavera**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 40^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.8391 \times 10$$

$$Co = 8.39 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 8.39 \text{ m}$$

$$H = 9.79 \text{ m}$$

- **Higuito**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$Co = \tan 22^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.4040 \times 7$$

$$Co = 2.82 \text{ m}$$

$$H = h1 + Co$$

$$H = 1.40 + 2.82 \text{ m}$$

$$H = 4.22 \text{ m}$$

Estacionamiento del Lado Norte (Estacionamiento 2)

- **Framboyán**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 17^\circ \times Ca$$

$$Co = 0.3057 \times 14.50$$

$$Co = 4.43 \text{ m}$$

$$H = 1.40 + 4.43 \text{ m}$$

$$H = 5.83 \text{ m}$$

- **Matilisguate**

$$\tan \theta^\circ = \frac{Co}{Ca}$$

$$H = h1 + Co$$

$$Co = \tan 32^\circ \times Ca$$

$$H = 1.40 + 7.36 \text{ m}$$

ANEXOS 2 Fotografías de documentos de reposte de daños a infraestructura

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Secretaría Administrativa

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
16 de mayo de 2022
Oficio Numero: SA/COB/00000000

Mtro. Juan José Solórzano Marcial
Rector
UNICACH

Estimado C. Rector: por este medio respetuosamente los pido informarle que los daños que se encuentran alrededor del área sede institutal, específicamente en los edificios nos. 1, 2, 3 y 4, están causando daños a las redes eléctricas, tuberías y sanitarios, mismos están ocasionando inconvenientes de los gases por las malicias y por el problema de agua potable y agua negra, debido a lo anterior, se pide que se realicen los trabajos necesarios con el objeto de dar el mantenimiento adecuado a los daños que existen.

Sin más de momento, agradezco la atención que se sirva brindar a la presente.

ATENTAMENTE
"POR LA CULTURA DE MI RAZA"
MTRA. LINDA CECILIA PEREZ DINANZI
ENCARGADA DE LA DIRECCIÓN DEL IESBIL.

C. C. Mtro. Jorge Luis Ortega García, Director de Recursos Humanos y Recursos Generales (P. a. sustituto).
C. C. C. Carlos Mario Camero Corzo, Jefe del Departamento de Servicios Generales y Control Financiero (P. a. sustituto).
C. C. Jefe de Asesoría.

1 Mo. de Ricardo Razo Magán
COORDINADOR DE LA REPOSICIÓN DE DAÑOS

Libramiento: Ricardo Razo Magán, No. 100 Cal. Lago Nautilo
C.P. 37000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Tel. 01 (961) 41 7440 ext. 000
960942@unicach.mx

Imagen 1. Facultad de Ingeniería Ambiental.

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: 04 de agosto de 2022
CA/IST/22

LIC. CARLOS MARIO CAMERO CORZO
JEFE DE SERVICIOS GENERALES DE CIUDAD UNIVERSITARIA
UNICACH

Por este medio se permite solicitar al Sr. Rector, para que que intervenga a quien correspondiente para atender la problemática que existe en los baños de hombres y mujeres que están al servicio de los alumnos. El día de ayer 03 de agosto, personal de mantenimiento de Ciudad Universitaria, al estar en el baño y al estar en el baño de hombres que se requiere para el baño de hombres.

PARA BAÑO DE HOMBRES
Cambio de 4 sanitarios (Nuestro 3403) PAVIA LARGA
de 4 metros con alcantarilla (STANAMA) Original.

PARA BAÑO DE MUJERES
OBSERVACION:
Que se haga presente al personal del campus en ambos baños y, por supuesto, hacer una revisión para saber que material existe.

Del mismo modo se da a conocer que el Sr. Rector, el Sr. C. C. C. Camero Corzo, para el programa educativo de INGENIERÍA AMBIENTAL, en el presente año escolar, Agosto-Diciembre 2022 y por lo tanto de la vida.

En este particular, esperando contar con los datos en cualquier momento, me es un gusto enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR LA CULTURA DE MI RAZA"
DR. JUAN ANTONIO ANAZAR AGUILAR
COORDINADOR DE INGENIERÍA AMBIENTAL

C. C. Sr. Mtro. y Asesor Académico, Rector, Director de la Facultad de Ingeniería, P. a. sustituto.

2222 Año de Ricardo Razo Magán
COORDINADOR DE LA REPOSICIÓN DE DAÑOS

Unidad Universitaria (Ciudad Universitaria) P. a. sustituto
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México
Tel. 01 (961) 41 7440 ext. 000
960942@unicach.mx

Imagen 2. Facultad de Ciencias Biológicas.

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS
DIRECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS Y SERVICIOS GENERALES
EXHIBICIÓN DE SERVICIOS GENERALES
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Área solicitante: Facultad de Ciencias Biológicas y Salud Pública
Fecha: 16 de mayo de 2022
Área de servicio: Área de servicios al edificio 13
Ubicación del área: Edificio 13 de Ciudad Universitaria
Responsable del área: Mtro. Ricardo Razo Magán
Propuesta de horario de atención: 07:00 a 21:00 hrs.

Descripción del servicio requerido: Limpieza integral de la parte superior del edificio 13 que se encuentra en el área de servicios al edificio 13, en el momento de la limpieza, se debe tener en cuenta el mantenimiento general, ya que se debe de asegurar que se esté en condiciones de seguridad, así como el control de los accesos.

Mtro. Ricardo Razo Magán
Director y Jefe del edificio

Encargado de la satisfacción del servicio realizado por el Departamento de Servicios Generales
Servicio solicitado al departamento:

1. ¿El servicio se realizó de acuerdo a las requerimientos?	2. ¿El personal que lo atendió, se mostró dispuesto a atender?	3. ¿El tiempo de atención se cumplió, fue el adecuado?

Comentarios o sugerencias:

Descripción del servicio realizado
(Proporcionar detalles del servicio realizado en el Departamento de Servicios Generales)

Tipo de Servicio: Subordinado ☐ Directo ☐

Descripción:

C. Carlos Mario Camero Corzo
Jefe del Departamento de Servicios Generales

Nombre y Área del Técnico:

Pág. 1 de 1
Revisión 0

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y ATENCIÓN UNIVERSITARIA
DIRECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS Y SERVICIOS GENERALES
SERVICIO DE MANTENIMIENTO

Instalaciones: ☐ Mobiliario: ☐ Equipo: ☐ Otros: ☐

Área solicitante: Facultad de Ciencias Biológicas y Salud Pública
Fecha: 21 de mayo de 2022
Área de servicio: Área de servicios al edificio 13
Edificio: Edificio 13 de Ciudad Universitaria
Responsable del área: Mtro. Ricardo Razo Magán
Propuesta de horario de atención: 07:00 a 21:00 hrs.

Descripción del servicio requerido: Que se realice el mantenimiento del área de la parte superior del edificio 13, en el momento de la limpieza, se debe tener en cuenta el mantenimiento general, ya que se debe de asegurar que se esté en condiciones de seguridad, así como el control de los accesos.

Mtro. Ricardo Razo Magán
Director y Jefe del edificio

Encargado de la satisfacción del servicio realizado por el Departamento de Servicios Generales
Servicio solicitado al departamento:

1. ¿El servicio se realizó de acuerdo a las requerimientos?	2. ¿El personal que lo atendió, se mostró dispuesto a atender?	3. ¿El tiempo de atención se cumplió, fue el adecuado?

Comentarios o sugerencias:

Para ser llenado por servicios generales

Descripción del servicio realizado:

Jefe de Servicios Generales
Jefe del Departamento de Servicios Generales

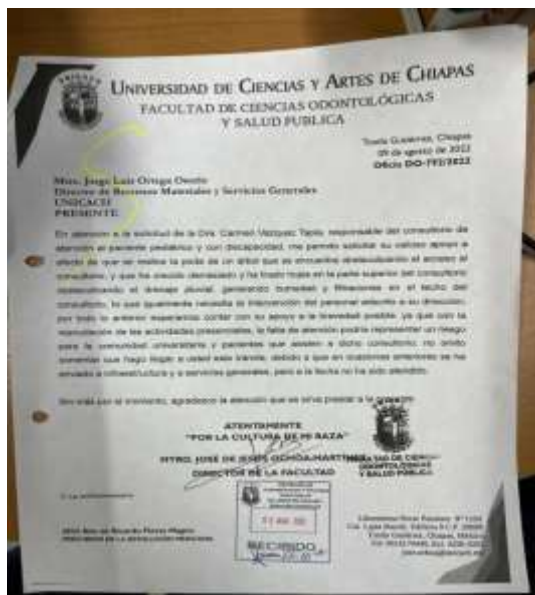


Imagen 3. Facultad de odontología y salud publica



Fuente propia



fuentes propia

Imagen 4. Facultad Ciencias Odontológicas y Salud Pública



Fuente propia



fuentes propia

Imagen 5. Facultad Ciencias Odontológicas y Salud Pública



Fuente propia



fuentes propia

Imagen 6. Facultad de Ingeniería Topografía e Hidrología.



Fuente propia

Imagen 7. Herramientas de campo.



Fuente propia



fuentes propia



Fuente propia



fuentes propia

Imagen 8. Facultad de Ciencias Biológicas. Mediciones de campo

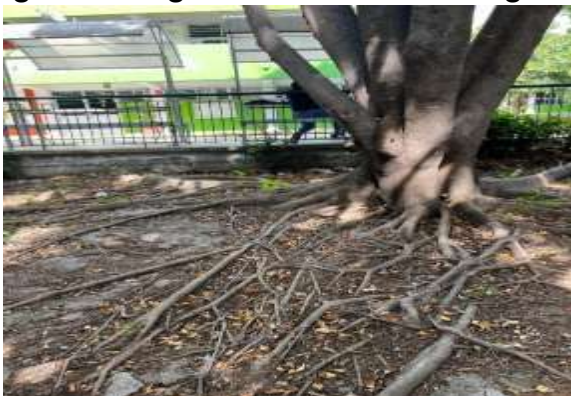


Fuente propia



fuentes propia

Imagen 9. Programa educativo de ingeniería ambiental



Fuente propia



Fuente propia

