



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

MANEJO DE ÁREAS VERDES EN BAJO PUENTES DE
LA CIUDAD DE MÉXICO

TRABAJO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

P R E S E N T A:

EDGAR VÁZQUEZ PELAYO

ASESOR: ING. FERNANDO ORTIZ SALGADO

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2023.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: DRA. MARÍA DEL CARMEN VALDERRAMA BRAVO
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo Profesional**

Manejo de áreas verdes en bajo puentes de la Ciudad de México

Que presenta el pasante: **Edgar Vázquez Pelayo**

Con número de cuenta: **310328638** para obtener el Título de: **Ingeniero Agrícola**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 16 de febrero de 2023.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Ing. Francisco Javier Vega Martínez	
VOCAL	Dra. Martha Elena Domínguez Hernández	
SECRETARIO	Ing. Fernando Ortiz Salgado	
1er. SUPLENTE	M. en C. Nancy Berenice Martínez Valles	
2do. SUPLENTE	Ing. Jonathan Alfredo Fernandez Mendiola	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.

MCVB/nim*

Agradecimientos y dedicatorias

Por el tiempo invertido en la revisión y las sugerencias, mi agradecimiento al Ing. Javier Vega, Dra. Martha Domínguez, M. en C. Nancy Martínez, Ing. Jonathan Fernández e Ing. Fernando Ortiz, gracias.

A los profesores que marcaron mi formación: Rubén Vargas Márquez, Saúl Diez de Sollano Hernández, Fernando Ortiz Salgado y Juan Roberto Guerrero Agama. Gracias por la dedicación, por todo el conocimiento compartido y los consejos que me ayudaron a ser mejor estudiante y persona.

A los vaqueros: Ale, Abril, Mandy, Chema, Yely, Axel y Lala. Su amistad fue la razón por la que fui constante en la escuela, gracias por los jalones de orejas, las risas, las lágrimas, los bailes y todas las aventuras que vivimos juntos. Mi título también lleva su nombre.

A mis tíos Lulu y Tavo por el apoyo que me han brindado a mí y a mi familia, gracias por las comidas, los superbowl, las mañanitas especiales y todo el amor.

A la familia Lezama-Pelayo, Alex, Nacho, Alec y Marc. Gracias por recibirme en su casa, permitirme ser parte de su familia, por todos los apapachos, las comidas, las reuniones y por todo el amor que me han brindado a lo largo de mi vida. También por dejarme usar el cuarto de lavado como oficina.

A las tías Pelayo, que hacen tan única nuestra familia y a quienes admiro por quienes son y por todo el cariño que me tienen. Gracias tía Paty por siempre estar presente, gracias tía Alex por ser una segunda mamá, gracias tía Susi por el apoyo a lo largo de mi vida, gracias tía Lulu por enseñarme que no hay nada más placentero que ser uno mismo, gracias tía Yola por el amor a pesar de la distancia, gracias tía Licha por la fuerza que das a la familia, gracias a mi tía Tere y a mi tío Juan que, aunque ya no están, sí están presentes en este trabajo y en mi corazón.

A mis primitos shulos que a su manera influyeron en mi vida y por eso les agradezco. Haciendo especial mención a Mariana quien me ha enseñado tanto, a Víctor por demostrarme que ser hombre es más que ser una piedra, a Bruno por ser un soporte familiar, a Roberto y Azul por demostrarle al mundo que el amor verdadero sí existe, a Alec por ser mi primer mejor amigo en la vida y a Marc por ser el mejor *roomie* del universo.

A la familia Vázquez- Domínguez por todas las consideraciones el cariño, los pasteles y los juegos. Gracias Abuelita, por todo el amor y por siempre estar pendiente de mi vida. Gracias tías Xochitl y Adriana, por la ayuda durante los momentos difíciles, gracias tíos César e Irma por procurarme tanto y por los empleos de verano; gracias Alessandri, César, Karla, Shantal y Ulises por compartir tanto conmigo.

A los monos: Toño, Foz, Lalito, Ontañon, Tití, Pez, Wero, Beto y Krom; 17 años se dicen fácil, pero involucran muchas historias, gracias por cada una de ellas.

A mis hermanos hijos de otra madre: Koo, Kwasin, Karlita y Akela, por volverse un pilar en mi vida. Esto no lo hubiera logrado sin su apoyo y todas las porras. Sé que soy mejor persona porque son parte de mi vida, los amo. Ustedes y yo siempre seremos de la misma sangre.

A mi papá por amarme, siempre estar orgulloso de mi y por enseñarme tanto a su manera.

A mis hermanos Santiago y Emiliano por el amor incondicional, por permitirme ser su guía, por las lecciones y porque no importa a donde nos lleve la vida, siempre, todos para uno y uno para todos. Estoy muy orgulloso de ustedes.

A mi panquecito hermoso quien a través de su amor me ha llenado el alma y el corazón. Gracias por todo el apoyo, la paciencia, la comprensión y por decidir embarcarte en esta aventura llamada vida a mi lado, te amo.

A mi mamá la linda mujer que fue mi inventora, cocinera, asesora, consejera, amiga y doctora: sé que me adoras, con los ojos llenos de amor siempre me has mirado, tú siempre me inspiras, me cuidas, tus palabras levantan mis caídas, tienes un don para encontrar mis cosas más escondidas, más de un consejo tuyo ayudó cuando estuve en aprietos. Fuiste tú quien me dio todo, te debo a ti casi todo, una reina y una fiera a la vez. Te he visto llorar, y te he visto en tu punto más agresivo. De una vez, te pido perdón por el mal hijo que he sido, por las veces que discutimos. Un párrafo no es suficiente para demostrarte mi gratitud y amor, pero quiero que sepas que soy el hombre que soy gracias a ti. Te amo mamá. Eres la mejor mamá del mundo, sé que no todos los momentos en la vida fueron grandiosos, pero hoy en día es un honor tener a mis padres orgullosos.



Abril de 2023.

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE TABLAS	ii
I. Introducción	1
II. Fundamento teórico	2
2.1 Syner.GO	2
2.1.1 Operadora de Integración Urbana (OUI)	2
2.2 Programa de Recuperación de Bajo Puentes de la Ciudad de México	4
2.3 Áreas verdes	5
2.3.1 Diseño de áreas verdes	6
2.3.2 Selección de especies vegetales	7
2.4 Compostaje	8
2.4.1 Etapas del compostaje	8
2.4.2 Factores que influyen en el proceso	9
III. Descripción de las actividades realizadas	13
3.1 Inventario	14
3.2 Caracterización de especies	19
3.3 Profesionalización de labores	19
3.3.1 Adecuación de espacios y diseño de áreas verdes	21
3.4 Compostaje	29
3.5 Propuesta de vivero	32
IV. Impacto y relevancia de la actividad realizada como trabajo profesional	37
V. Conclusiones	40
VI. Referencias	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Bajo Puentes en Syner.GO	2
Figura 2. Ubicación de los Bajo Puentes.....	3
Figura 3. Tijeras de poda y machete previo al mantenimiento.	17
Figura 4. Desbrozadora post mantenimiento.	18
Figura 5. Climograma de la zona de estudio	20
Figura 6. Extracto del diagrama de Gantt de tareas en los Bajo Puentes.	21
Figura 7. Antes y después Molinos.	23
Figura 8. Antes y después Universidad.....	24
Figura 9. Antes y después Tacuba.....	26
Figura 10. Jardinera GoMart Universidad.	27
Figura 11. Carshop Universidad.....	28
Figura 12. Antes y después Lago Alberto.	29
Figura 13. Antes y después Lago Alberto 2.	29
Figura 14. Programación de labores para compostero	31
Figura 15. Posibles ubicaciones del vivero en Centenario	32
Figura 16. Posible ubicación del vivero en Invierno	33
Figura 17. Posible ubicación del vivero en División del Norte	33
Figura 18. Zona potencial para el vivero de OUI.	34
Figura 19. Propuesta de distribución para el vivero de OUI.	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de herramienta en bajo puentes	14
Tabla 2. Inventario y distribución de mangueras en los bajo puentes	18
Tabla 3. Identificación de vegetación faltante en los bajo puentes	22
Tabla 4. Reubicación de vegetación inter puentes e intra puentes	23
Tabla 5. Distribución de vegetación adquirida en los bajo puentes.....	25
Tabla 6. Insumos complementarios para el vivero de OUI.....	36

I. Introducción

Los bajo puentes son espacios que originalmente se encontraban en desuso y estaban relacionados con la inseguridad.

El proyecto de rescate de bajo puentes por parte de Operadora de Integración Urbana (OIU) busca eliminar esta asociación gracias al aprovechamiento de dichos espacios mediante el acondicionamiento de la infraestructura, el reordenamiento y el mantenimiento de áreas verdes.

Las áreas verdes de los bajo puentes a cargo de OUI son espacios que cuentan con diversas especies vegetales a las que se ha buscado dar un manejo con base en un criterio empírico, aun incluso sin conocer por completo su nombre.

En la unidad de Bajo Puentes de la OUI, como parte del área de jardinería, se elaboraron varias propuestas con el propósito de profesionalizar el sistema mediante adecuaciones al mantenimiento, a los procesos de compostaje y a la gestión de insumos.

II. Fundamento teórico

2.1 Syner.GO

Syner.Go se fundó en 1959 con la apertura del Centro Castellano y se consolidó como Corpogas en 1982. En la actualidad, Syner.GO es un corporativo multimarca con presencia en México y Estados Unidos (EUA) que cuenta con más de 9,000 colaboradores (Código de ética, Syner.GO S/A), distribuido en diferentes empresas, cada una con funciones específicas que colaboran entre sí.

Hoy en día, está muy bien posicionado en el sector de los combustibles con GO.GAS, Gluft, Damora Crane y Distribuidora Portuaria de Combustibles. En el sector alimenticio, con Cento Castellano, Torre de Castilla, Casa de Castilla, Subway (mayor franquiciatario de México) y Corposnack, entre otros. En el ramo de las tiendas de autoservicio con GOMart. Además, cuenta con presencia en el sector automotriz colaborando con Lamborghini y Ferrari; y en el sector inmobiliario con Shibari, BT live tulum y Blg Rent (Syner.GO, S/A).

2.1.1 Operadora de Integración Urbana (OUI)

Constituida el 22 de mayo de 2009, esta operadora es una filial dependiente del grupo inmobiliario de Syner.GO, y está encargada de la búsqueda de terrenos y espacios aprovechables para uso comercial y de vivienda (Figura 1), así como la gestión de todo lo relacionado con la creación de infraestructura y remodelaciones dentro de los espacios del grupo.

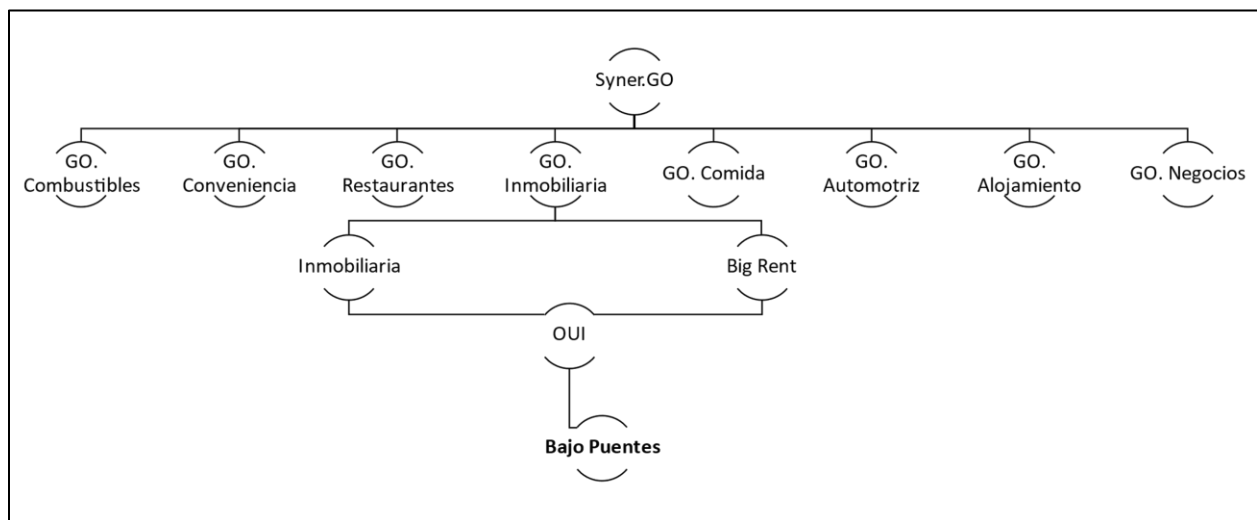


Figura 1. Ubicación de Bajo Puentes en Syner.GO

Fuente: Elaboración propia con datos de grupo Syner.GO.

Como parte de la filial Operadora de Integración Urbana, se creó la unidad de Bajo Puentes (BP) con la finalidad de brindar el mantenimiento necesario en atención al *Programa de Recuperación de Bajo Puentes de la Ciudad de México*, a cargo del gobierno federal.

La unidad de Bajo Puentes está dividida en dos cuadrillas: mantenimiento y jardinería. Ambas unidades están encargadas de dar mantenimiento a 12 de los Bajo Puentes administrados por OUI (Figura 2), nombrados según la avenida principal que los cruza: Vía Láctea, División del Norte, Centenario, Universidad, Molinos, Juan Escutia, Tacuba, Invierno, Lago Alberto, Eje Central, Gómez Farías y Legaria.

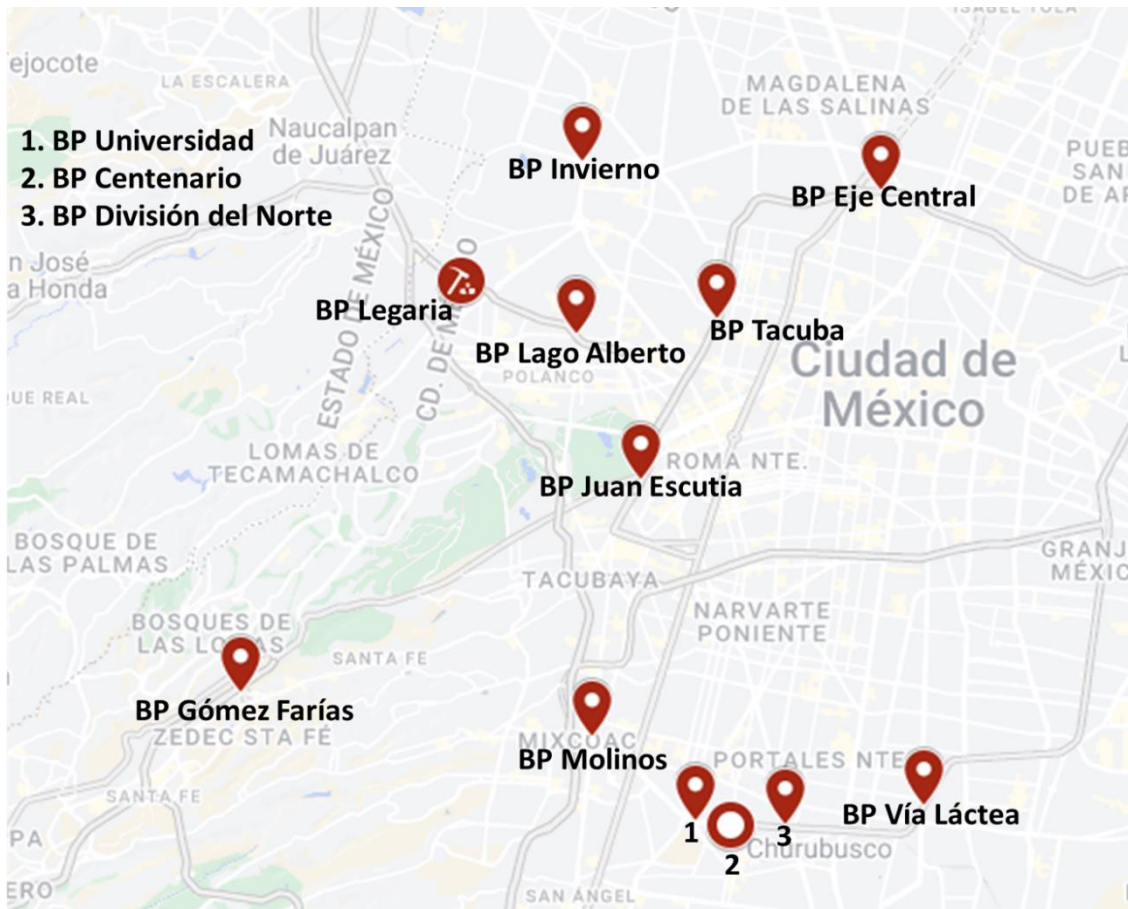


Figura 2. Ubicación de los Bajo Puentes

Fuente: Elaboración propia con MyMaps.

En la Figura 2, se aprecia la ubicación de cada uno de los Bajo Puentes. Cabe señalar que el BP Legaria se encuentra en desarrollo y el BP Centenario fue utilizado como punto de encuentro para el inicio de las labores, por ello también posee un ícono diferente.

2.2 Programa de Recuperación de Bajo Puentes de la Ciudad de México

A partir de 2009, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (Seduvi), por medio de la Autoridad del Espacio Público (AEP), lanzó el *Programa de Recuperación de Bajo Puentes de la Ciudad de México* (Landin, 2012). Este programa consiste en rehabilitar 71 de los 74 espacios públicos tradicionalmente caracterizados por ser lugares inseguros, bodegas, focos de contaminación, basureros o centros de comercio informal, para transformarlos en espacios públicos de convivencia social y familiar, a fin de fomentar la convivencia, reactivar la economía y proporcionar lugares seguros de esparcimiento a los habitantes de la Ciudad de México (Mendoza, 2014 y Seduvi, 2014).

Este tipo de infraestructuras se han aprovechado mediante la creación de zonas de esparcimiento social, locales comerciales y estacionamientos, bajo un esquema de superficie 50:30:20, respectivamente. Estas adecuaciones fueron concesionadas a particulares mediante un Permiso Administrativo Temporal Revocable (PATR) (Seduvi, 2013), el cual se define como:

“...el acto en virtud del cual el Gobierno otorga a una persona física o moral el uso de bienes inmuebles propiedad del Distrito Federal, ya sean del dominio público o privado. Entendiendo al permiso como una autorización, es un acto esencialmente unilateral de la administración pública, por medio del cual el particular podrá ejercer una actividad para la que está previamente legitimado, [...] puede ser a título gratuito o a título oneroso” (INFODF, 2016).

Gracias a este permiso y al programa de recuperación, empresas como Operadora de Integración Urbana, S. A. de CV, Alianza de Proyectos Estratégicos Bicentenario, S. A. de CV y Consorcio JIT, S. A. de CV, administran, usan y aprovechan los bajo puentes capitalinos a cambio de una contraprestación (Mendoza, 2014). De acuerdo con la Seduvi, para 2013 el gobierno de la Ciudad de México había entregado 24 de los puentes ubicados en el Circuito Bicentenario, siendo la Operadora de Integración Urbana la que administraba el mayor número, con 19 (Mendoza, 2014).

En el caso específico del *Programa de Recuperación de Bajo Puentes de la Ciudad de México*, los PATR se entregaron por 10 años, con la oportunidad de renovarlos siempre y cuando el espacio no fuera requerido por el gobierno y se cumpliera con las obligaciones del programa.

Como parte de las obligaciones que las empresas deben atender dentro de los bajo puentes, se puede destacar el diseño de los espacios públicos, incluidas las áreas verdes, la selección de especies vegetales, el mantenimiento general de los bajo puentes y los programas de impacto social, como podría ser la disminución de residuos mediante

el compostaje. Para corroborar el cumplimiento de las obligaciones, la Seduvi envía inspectores para monitorear el estado de mantenimiento de los bajo puentes en concesión.

2.3 Áreas verdes

En 2020, 79% de la población nacional y 99% de la población de la Ciudad de México vivía en localidades urbanas (INEGI). Esta situación ha ocasionado una tasa de expansión desmedida de ambientes urbanos que, sumada a la falta de planificación urbana, ha generado un crecimiento desordenado traducido en la pérdida de áreas verdes y cuerpos de agua (Conanp, 2018 y García, 2018).

Estos ambientes urbanos son tan importantes actualmente que la Conabio (2021) los tiene clasificados como un ecosistema independiente (ecosistema urbano) en el que conviven el ser humano, la infraestructura urbana (calles, construcciones, servicios), la flora y la fauna. El desplazamiento que han generado de las comunidades y ecosistemas preexistentes representa 8.7% del territorio nacional.

Dentro de estos ambientes urbanos, las áreas o espacios verdes son espacios destinados al desarrollo de vegetación diversa con un fin recreativo, lúdico o bien ornamental. Según Benavidez y Gómez (citados por Sánchez, 2022), estas comunidades vegetales conformadas por árboles, arbustos y plantas herbáceas están en interacción con el resto de los componentes del ecosistema urbano y son una interfaz o mecanismo de relación entre el medio urbano y el medio natural. Contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, capturando partículas suspendidas y contaminantes, captan el agua pluvial e incrementan la humedad, previenen la erosión del suelo, producen oxígeno, reducen los niveles de ruido y fomentan la biodiversidad (NADF-006-RNAT-2016). Por tanto, las áreas verdes cumplen con funciones estéticas, ecológicas, económicas e inclusive de salud (Durán, 2022).

De Garay (2019) en su texto “*Áreas Verdes en el Siglo XXI. Análisis y Diseño de la Política Pública de Áreas Verdes en la Ciudad De México*” dedica el primer capítulo a la historia de dichas áreas en la capital mexicana. A lo largo de esa revisión histórica se puede destacar la importancia de la constante actualización en la política pública para la creación, adecuación y conservación de los espacios verdes.

Gracias al aumento de conciencia sobre la necesidad de la existencia de las áreas verdes, se han desarrollado diferentes programas como *Sembrando parques*, cuyo objetivo es ampliar y mejorar la superficie de áreas verdes y generar espacios de recreación y convivencia que reconstruyan el tejido social (Secretaría de Obras y Servicios CDMX, S/A). También existe un inventario de este tipo de infraestructura y se están catalogando los servicios ambientales derivados de la existencia de las áreas verdes.

Existen diversas clasificaciones de las áreas verdes que incluyen su conformación, ubicación, origen, función o extensión, por mencionar algunas. Sin embargo, la importancia de la clasificación (para este trabajo) radica en la ubicación. De manera que, de acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente (Sedema, S/A), las áreas verdes en los bajo puentes se subdividen en: *áreas verdes complementarias o ligadas a la red vial* y *áreas verdes fragmentadas*. Ambas clasificaciones abarcan camellones, plazas, glorietas, jardines y vialidades.

Estos espacios fueron planificados y construidos como parte de la remodelación del proyecto. Por lo que las áreas o espacios verdes constituyen también la infraestructura verde de los ecosistemas dentro de los bajo puentes, ya que incorporan elementos de la naturaleza en el acomodo y el manejo de sus tejidos, sea en bordes, avenidas, canales, espacios residuales, fachadas o techos, con base en modelos de jardinería o paisajismo, e incluso procesos de renaturalización (Inostroza, Garay y Andrade, 2020).

Cabe mencionar que el *Programa de Recuperación de Bajo Puentes de la Ciudad de México* dispone que el uso de los Bajo Puentes esté destinado (50%) a la creación de las zonas de esparcimiento social como espacios deportivos, comedores e infraestructura verde, entre algunos ejemplos.

2.3.1 Diseño de áreas verdes

La vegetación puede ser considerada parte de los elementos arquitectónicos. Mediante la planificación en el uso de especies vegetales se puede modificar el entorno creando espacios únicos dentro de ambientes específicos (Tinajero, 2002).

Con base en la información de la NADF-006-RNAT-2016, que establece los requisitos, lineamientos y especificaciones para el manejo de áreas verdes públicas, ACCA Software (2020), Tinajero (2002) y Espinosa (2013) agruparon las etapas del diseño de áreas verde en cuatro tres fases principales y una subetapa:

A. Fase preliminar: Se analiza el estado del área por aprovechar, buscando identificar factores climáticos, edáficos y sociales.

B. Fase de diseño: Se analizan los datos obtenidos en la fase preliminar y se toman decisiones con base en dicho análisis, como son la selección de especies vegetales, materiales a utilizar, mobiliario e instalaciones de suministro, por mencionar algunas. Todo esto debe ser plasmado, preferentemente, en un bosquejo.

Subetapa de diseño ejecutivo: Es un proceso específico de la fase de diseño en el que se deben elaborar los planos del proyecto (distribución espacial de los elementos), las fichas técnicas de las especies vegetales a utilizar, el inventario de materiales, un presupuesto estimado y un programa de mantenimiento.

C. Ejecución: En esta fase se pone en marcha el proyecto y se deben hacer revisiones cada cierto tiempo para verificar que se está ejecutando el diseño de manera correcta y hacer las adecuaciones necesarias.

Dentro de las etapas anteriores, como parte del programa de recuperación de bajo puentes, se debe considerar el desarrollo de biomasa a la madurez de las especies vegetales para no alterar los derechos de vía (tanto peatonales como vehiculares), el mobiliario público (semáforos, señalamientos, alumbrado, etc.) ni las edificaciones (NADF-006-RNAT-2016).

2.3.2 Selección de especies vegetales

La selección de especies es el punto crítico en la creación de las áreas verdes ya que debe buscarse un establecimiento con el mayor beneficio a largo plazo. En especial, es necesario considerar la capacidad de adaptación al entorno final de las especies vegetales (Conafovi, 2005). Bajo este contexto, es muy importante conocer las características del lugar de destino para asegurar que las especies vivan con “dignidad”. Para lo cual, se debe analizar su sensibilidad a las condiciones de temperatura invernal y estival del lugar, las condiciones edáficas, de riego, de espacio, y de uso, entre otros factores (APEVEC, 2014).

Por todo lo anterior, para hacer una adecuada selección de especies se requiere considerar en primer lugar a las especies nativas de la zona; en segundo lugar, que el consumo hídrico sea bajo; y, por último, que las especies elegidas requieran bajos niveles de mantenimiento (NADF-006-RNAT-2016).

De acuerdo con la Conabio (2021), es posible considerar como exótica a la mayoría de la flora dentro de las zonas urbanas, debido a la demanda ornamental. Muchas otras presentes en los parques urbanos son oportunistas y en mucho menor porcentaje existen las nativas. A fin de facilitar la selección de especies vegetales, dentro del *Anexo B* de la NADF-006-RNAT-2016 se muestra un listado de las especies preferentes para el establecimiento en la Ciudad de México.

Cabe mencionar que existen tres estratos vegetales de manera natural (Conafovi, 2005):

- **Estrato arbóreo:** Es el estrato más alto y se distingue por estar formado por árboles. Dependiendo la región bioclimática en la que se ubique, el árbol puede alcanzar alturas considerables.
- **Estrato arbustivo:** Formado por individuos vegetales que no rebasan los 5 m de altura y cuyo desarrollo incluye crecimiento aéreo ramificado desde su base.
- **Estrato herbáceo:** Es el estrato de menor porte ya que no rebasa los 60 cm de altura, está conformado por plantas que rara vez presentan lignificación en sus tallos y suele estar conformado por hierbas, flores, rastreras y trepadoras.

El tipo de estrato al que pertenece la especie a utilizar es importante en el momento de su selección, ya que no todas las plantas son compatibles con el entorno final. Además, el juego entre estratos permite una mayor cobertura del área y favorece al diseño.

2.4 Compostaje

En la Ciudad de México, se producen 13,149 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos (RSU) (Sedema, 2021). Estos son producidos en los domicilios, comercios, oficinas y servicios públicos como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en actividades cotidianas, de los productos que se consumen y de sus envases, embalajes o empaques, así como desechos de la limpieza y mantenimiento de la vía pública que no sean considerados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos como residuos de otra índole (Moreno y Moral, 2008, NMX-AA-180-SCFI-2018).

La fracción orgánica de los RSU representa 38% del volumen total y, a su vez, dentro de esta fracción, es posible considerar poco más de 35% (NMX-AA-180-SCFI-2018) como insumos susceptibles de ser compostados, lo cual equivaldría a casi 1,749 toneladas por día. El hecho de cambiar el concepto de “residuo” por “insumo” convierte lo que originalmente era un desecho en la materia prima para un nuevo proceso.

El compostaje es una práctica ampliamente aceptada como sostenible. Ofrece un enorme potencial para todos los tamaños de sistemas y combina la protección del medio ambiente con una producción agrícola sostenible (FAO, 2013). Se trata de una técnica que consiste en generar las condiciones necesarias para que organismos descomponedores fabriquen un abono de elevada calidad a partir de residuos orgánicos (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009), de manera que la materia orgánica (MO) se descompone mediante un proceso de oxidación aerobia en la que influyen diferentes factores.

2.4.1 Etapas del compostaje

De acuerdo con la FAO (2013), Bohórquez (2019) y el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España (2009), durante el proceso de descomposición se pueden distinguir cuatro etapas:

1. **Fase mesófila:** Es la primera etapa del proceso, dura de dos a ocho días y se caracteriza por la colonización y multiplicación de las primeras bacterias mesófilas, que se encargan de degradar las fuentes más simples de carbono y nitrógeno. Como resultado de la degradación de los compuestos solubles, se producen ácidos orgánicos, por lo que el pH puede disminuir hasta 4 y la temperatura aumenta hasta valores cercanos a 45 °C.
2. **Fase termófila:** Dependiendo del material de partida, esta fase puede durar desde una semana hasta dos meses. Se le denomina con ese nombre por el aumento de la temperatura, la cual alcanza valores entre los 60 y 80 °C, debido a que las colonias bacterianas mesófilas quedan reemplazadas por hongos y bacterias termófilas; gracias a su gran metabolismo, son capaces de degradar elementos como la lignina y la celulosa. Gracias a que el nitrógeno es transformado en amonio, se eleva el pH. Además, se produce un muy importante proceso de higienización, ya que el calor generado destruye bacterias y

contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* así como huevecillos de insectos y semillas de malezas.

3. **Fase de enfriamiento (mesófila II):** Durante esta etapa, la temperatura comienza a disminuir debido a la reducción de las fuentes de nitrógeno y carbono. Cuando se alcanzan los 40 °C, las bacterias mesófilas reanudan su actividad y elementos como la celulosa continúan su degradación. Pueden aparecer hongos macroscópicos y el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta etapa puede requerir de varias semanas y se considera concluida cuando la temperatura del material se estabiliza y es similar a la del medio ambiente.
4. **Fase de maduración:** Se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos fúlvicos y húmicos. La duración de la etapa depende del nivel de maduración que se desee en el producto final y puede tardar meses a temperatura ambiente.

Si bien durante estas etapas de formación de la composta se mencionan algunos de los factores que influyen durante el proceso de compostaje, es importante detallar los aspectos involucrados, como la temperatura, el pH, la humedad, la concentración de oxígeno, el tamaño de la partícula y la relación carbono/nitrógeno (C/N).

2.4.2 Factores que influyen en el proceso

Temperatura

La temperatura (T°) es uno de los factores más importantes del proceso de compostaje, ya que sus variaciones determinan la fase en la que se encuentra dicho proceso (mesófila, termófila, mesófila II o maduración). Diversos autores señalan que con la medición de este parámetro se puede juzgar la eficiencia del proceso.

Bueno, Díaz y Cabrera (2008) mencionan que existe una relación directa entre la temperatura y la magnitud de la degradación de la MO. Bohórquez (2019) explica que esto se debe a que la comunidad microbiana sigue un proceso de succión predecible de manera que los microorganismos mesófilos (15 - 40 °C) son los primeros, seguidos por los termófilos (40 - 70 °C) y los termotolerantes.

Al comienzo del proceso, la pila está a temperatura ambiente y conforme las poblaciones mesofílicas se multiplican, la temperatura aumenta rápidamente. En esta etapa inicial se forman los ácidos orgánicos de cadenas cortas que son los responsables de la disminución del pH. Cuando la temperatura supera los 40 °C, la actividad mesofílica se detiene y comienza la etapa termofílica. A temperaturas superiores a 60 °C, los hongos termofílicos mueren y la descomposición se lleva a cabo por bacterias formadoras de esporas y actinomicetes. Las temperaturas elevadas son capaces de degradar ceras, proteínas y hemicelulosa (Campitelli et al., 2014). Una vez que los compuestos de fácil degradación se agotan, la temperatura disminuye y las poblaciones mesófilas retoman el proceso de descomposición (Bohórquez, 2019).

A veces, la temperatura puede llegar a ser tan alta que inhibe el crecimiento de los propios microorganismos, conociéndose este fenómeno como suicidio microbiano (Bueno, Díaz y Cabrera, 2008). Esto se puede traducir en que, a pesar de que la temperatura acelera el proceso, existe un punto en el que lo inhibe. La NMX-AA-180-SCFI-2018 establece que se debe monitorear la temperatura una vez al día durante los primeros 28 días, y dos veces por semana pasado este periodo de tiempo con la finalidad de mantener el proceso dentro de los parámetros. Si la temperatura es cercana a los 70°C, se deben realizar volteos para evitar que aumente y el proceso se detenga. Se sugiere que el monitoreo de la temperatura se realice en diferentes puntos de la pila y quede registrado en una bitácora a fin de establecer la temporalidad.

Si bien la temperatura está estrechamente relacionada con la actividad biológica, es dependiente del resto de los factores involucrados.

Humedad

La humedad está determinada por la cantidad de agua en la composta y es un factor clave para el desarrollo de los microorganismos, ya que es el medio en el que viven, se desplazan y alimentan (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009).

En 1962, Schulze demostró que pequeñas variaciones en la humedad generan grandes cambios en la temperatura y determinó que los valores óptimos para el proceso se encuentran entre 40% y 60% de agua en peso de material base (Bueno, Díaz y Cabrera, 2008). La FAO menciona que en valores menores a 45%, la actividad microbiana disminuye y no se pueden llevar a cabo todas las fases de degradación; Bohórquez (2019) complementa que, por debajo de 20%, se detienen las reacciones oxidativas empleadas por los microorganismos para la obtención de energía. Si por el contrario, el contenido de humedad es elevado (>60%), el nivel de oxígeno queda desplazado y el proceso aeróbico se convierte en anaeróbico, lo que genera otro tipo de descomposición que no es aprovechable (Campitelli, et al., 2014).

Una manera sencilla de determinar el contenido de humedad es mediante la “técnica del puño”. Esta consiste en tomar una porción de composta en la mano y comprimirla. Si al momento de cerrar el puño no gotea, le hace falta agua; y si por el contrario gotea o escurre, la humedad es demasiada. La falta de agua se soluciona con la aplicación de riego y el exceso de agua, agregando material seco como aserrín u hojas secas.

pH

El pH está estrechamente ligado con la temperatura. Durante la fase mesófila, se presenta un descenso en el pH debido a la formación de ácidos orgánicos. Esta caída puede ser pronunciada si se presentan condiciones anaeróbicas. En la fase termófila, se produce una alcalinización progresiva del medio gracias a la pérdida de los ácidos orgánicos y la generación de amoníaco. Durante las últimas fases del proceso, el pH tiende a la neutralidad por la formación de compuestos húmicos que funcionan como buffer (Bueno, Díaz y Cabrera, 2008).

El mantenimiento de una correcta aireación permite regular el pH de manera indirecta. Un valor de pH por encima de 7 es un indicador de una adecuada descomposición de los residuos orgánicos (Márquez et al., 2008, citado por Bohórquez, 2019).

El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce con pH 6.0-7.5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce con pH 5.5-8.0. El rango ideal es de 5.8 a 7.2 (FAO, 2013).

Aireación (oxígeno)

Cualquiera que sea el método de compostaje empleado, es necesario llevar a cabo un proceso de aireación eficiente que permita mantener la relación CO₂ - temperatura. Con ello, se evita la formación de condiciones anaeróbicas al interior de la mezcla, las cuales ocasionan la prevalencia de organismos asociados con la putrefacción y el mal olor (NMX-AA-180-SCFI-2018).

Una aireación apropiada controla la temperatura, remueve el exceso de humedad y dióxido de carbono, y provee de oxígeno para los procesos biológicos (Campitelli, et al., 2014). La saturación de oxígeno en el medio no debe ser menor que 5%, siendo 10% el nivel óptimo. Un exceso de aireación provocaría el descenso de temperatura y una mayor pérdida de la humedad por evaporación, deteniendo el proceso por falta de agua. Por el contrario, una baja aireación impide la suficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis (FAO, 2013).

Dado que los microorganismos involucrados en el proceso de compostaje son en su mayoría aeróbicos, las necesidades de oxígeno varían durante el proceso, alcanzando la mayor tasa de consumo durante la fase termofílica (FAO, 2013). Por esta razón, es imprescindible la presencia de oxígeno. Las pilas de compostaje presentan porcentajes variables de oxígeno en el aire de sus espacios libres: la parte más externa contiene casi tanto oxígeno como el aire (18-20%); hacia el interior el contenido de oxígeno va disminuyendo; en tanto que el de dióxido de carbono va aumentando hasta el punto de que, a una profundidad mayor de 60 cm, el contenido de oxígeno puede estar entre 0,5 y 2% (Ekinci et al., 2004, citado por Bueno, Díaz y Cabrera, 2008).

Relación Carbono/Nitrógeno

El Carbono y el Nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello, para obtener un compostaje de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos (Campitelli, et al., 2014). La relación Carbono/Nitrógeno (C: N) varía en función del material de partida y su relación numérica se obtiene al dividir el contenido de C (%C total) sobre el contenido de N total (%N total) de los materiales a compostar (FAO, 2013).

De acuerdo con la NMX-AA-180-SCFI-2018, los materiales sujetos a compostaje deben combinarse de manera que se inicie con una relación C:N entre los valores de 20:1 y 40:1, siendo óptimo de 25:1 a 30:1. Bohórquez (2019) sostiene que si la relación C:N

aumenta por encima de 40, la actividad microbiana estará limitada por la falta de nitrógeno. Cuando los materiales del compostaje presentan relaciones C:N bajas (menores de 20), el proceso se lleva a cabo con mayor rapidez, pero existe una gran volatilización y por lo tanto el producto final carece del elemento.

Tamaño de partícula

El tamaño inicial de las partículas que componen la mezcla es una importante variable para la optimización del proceso. Cuanto mayor sea la superficie expuesta al proceso microbiano, más rápida y completa será la reacción (Bueno et al., 2008). Sin embargo, la disminución en el tamaño de la partícula puede conducir a una menor porosidad, ocasionando limitaciones en la disponibilidad del oxígeno y una menor velocidad en la oxidación de los materiales orgánicos (Bohórquez, 2019).

La densidad del material y, por tanto, la aireación de la pila o la retención de humedad están estrechamente relacionadas con el tamaño de la partícula. Conforme avanza el proceso de compostaje, el tamaño disminuye y, con ello, la densidad aumenta (FAO, 2013). Un tamaño recomendable estará comprendido entre 1 y 5 cm (Campitelli, et al, 2014).

III. Descripción de las actividades realizadas

A partir del 17 de febrero de 2022, inicié la labor como jardinero en la división de Bajo Puentes (BP) de la Operadora de Integración Urbana (OUI). Entre las primeras tareas, se llevó a cabo la colaboración con la cuadrilla de mantenimiento. Se modificó una rampa vehicular dentro de un retorno, debido al retraso en la obra. Posteriormente y de manera casi permanente, se retomaron las labores de jardinería brindando atención al bajo puente de Tacuba en primer lugar.

Las principales actividades de jardinería consistieron en labores culturales necesarias para mantener las áreas verdes en buenas condiciones. Para efectos de control, fueron divididas en tres categorías:

1. Mantenimiento básico
 - Limpieza o papeleo: remoción de todos los desperdicios dentro de las áreas verdes.
 - Riego: aplicación de láminas de agua a las áreas verdes mediante manguera, cubeta o pipa.
2. Mantenimiento estético
 - Cajeteo: ruptura de la capa superior del suelo para evitar la compactación y facilitar la absorción del agua; así mismo, cerca de las plantas se volvieron a formar los surcos de manera estética.
 - Desmalezar: eliminación de todas las especies que no debían estar dentro de las áreas verdes.
 - Poda: Cortes estéticos a las especies dentro de las áreas verdes.
3. Trasplantes
 - Cosecha: selección de esquejes para una posterior siembra.
 - Reacomodo: reubicación de especies vegetales de un mismo bajo puente.
 - Siembra: proceso mediante el cual se agrega vegetación a las áreas verdes.

Para el mes de marzo, además de las actividades generales de mantenimiento en las áreas verdes, inicié mi desempeño de las siguientes funciones como encargado de jardinería:

- Administración de herramienta
- Coordinación del personal de jardinería
- Planificación y distribución de actividades
- Selección de especies y diseño de espacios
- Control de inventario

En ocasiones, fue necesario coordinar tanto a jardinería como a mantenimiento y también me fueron requeridos informes verbales del progreso semanal, así como un resumen mensual expuesto ante los directores de cada división de OUI.

A lo largo del mes de marzo, se llevó a cabo un diagnóstico de los BP con el fin de cubrir de la mejor manera las funciones como encargado, logrando identificar las siguientes áreas de oportunidad:

- Necesidad de establecer un inventario (descrita en 3.1 Inventario)
- Desconocimiento de las especies vegetales (descrita en 3.2. Caracterización de especies)
- Falta de capacitación (descrita en 3.3. Profesionalización de labores)
- Falta de planeación en las áreas verdes (descrita en 3.3.1. Adecuación de espacios y diseño de áreas verdes)
- Gestión inadecuada de los composteros (descrita en 3.4. Compostaje)
- Necesidad de un vivero (descrita en 3.5. Propuesta de vivero).

3.1 Inventario

Algunos meses antes de mi ingreso a la empresa, los colaboradores se presentaban directamente al BP en el que se trabajaría ese día. Con el objeto de facilitar las labores, la herramienta estaba distribuida en siete de los 12 bajo puentes. Sin embargo, solo dos de los cuatro trabajadores en la cuadrilla habían laborado en esta modalidad y la ubicación de la herramienta dependía de su memoria. A causa de esto, no siempre se contaba con los materiales necesarios.

Al momento de identificar esta área de oportunidad, la cual estaba estrechamente ligada a mis funciones como encargado, fue necesario hacer una recopilación del material como parte del control de la herramienta. Posteriormente, se generó un inventario (Tablas 1 y 2) en el que se plasmó el estado de la herramienta, así como una breve descripción del mismo y las acciones sugeridas a tomar respecto a cada artículo.

Tabla 1. Inventario de herramienta en bajo puentes

Herramienta	Clave	Estado	Descripción	Acción
Araña grande	AG1	Malo	Plana, no tiene dientes	Reformar
	AG2	Deteriorado	Faltan dientes	Reformar
	AG3	Malo	El remache no aprieta	Mantenimiento
	AG4	Deteriorado	Recortada y reformada	Ninguna
	AG5	Pésimo	Plana, no tiene dientes	Recortar y reformar
	AG6	Pésimo	Faltan dientes, ya no barre	Recortar y reformar
	AG7	Pésimo	Esta fracturada, pronto se va a romper	Considerar baja
	AG8	Nuevo	Excelentes condiciones	Ninguna
	AG9	Bueno	El palo baila	Reemplazar clavo

Tabla 1. Inventario de herramienta en bajo puentes (continuación)

Herramienta	Clave	Estado	Descripción	Acción
Araña chica	ACH1	Bueno	Falta 1 diente	Ninguna
	ACH2	Malo	Faltan dientes	Ninguna
	ACH3	Malo	Plana, no tiene dientes	Reformar
	ACH4	Nuevo	Excelentes condiciones	Ninguna
	ACH5	Bueno	Faltan algunos dientes	Ninguna
	ACH6	Bueno	Ya fue reformada	Ninguna
Pala de brote	PB1	Bueno	Mellada y sin filo	Afilar
	PB2	Deteriorado	El mango gira	Reemplazar clavo
	PB3	Excelente	Excelentes condiciones	Afilar
	PB4	Deteriorado	El anillo se encuentra fuera de lugar	Colocar pegamento y apretar
	PB5	Malo	Pala más corta, reparada de ruptura	Afilar, reemplazar palo
	PB6	Bueno	Presenta óxido y mellas	Afilar, quitar óxido
Pala carbonera	PC 1	Bueno	Mellada	Enderezar, pulir
	PC 2	Excelente	Excelentes condiciones	Ninguna
	PC 3	Deteriorado	Requiere reemplazar sujeción	Reemplazar clavo
	PC 4	Bueno	Mellada	Enderezar, pulir
	PC 5	Bueno	Mellada	Enderezar, pulir
Rastrillo	R1	Excelente	Requiere limpieza	Limpieza
	R2	Pésimo	El rastrillo se sale, está sujeto por un alambre	Considerar baja y reemplazo
Bieldo	B1	Excelente	Excelentes condiciones	Limpieza
Tijeras de poda	T1	Deteriorado	Sucias, no cortan, se atoran	Mantenimiento
	T2	Deteriorado	Presenta óxido y mellas	Mantenimiento
	T3	Deteriorado	Sucias, no cortan, se atoran	Mantenimiento
	T4	Bueno	Sucias, falta lubricación	Mantenimiento
Tijeras de mano	TM1	Bueno	Mellas, les falta filo	Mantenimiento
	TM2	Nuevo	Excelentes condiciones	Ninguna
Machete	M1	Deteriorado	Presenta óxido y mellas	Afilar y limpiar
	M2	Deteriorado	Presenta óxido y mellas	Afilar y limpiar
Pala mezclera	PM1	Bueno	Buenas condiciones	Limpieza
	PM2	Deteriorado	Mellada	Enderezar, pulir
Azadón	AZ 1	Nuevo	Excelentes condiciones	Ninguna
SERRUCHO	S1	Deteriorado	Presenta óxido y mellas	Mantenimiento
	S2	Baja	Extraviado	Requiere reemplazo
Corta ramas	CR1	Bueno	Falta lubricación y cambio de poleas	Mantenimiento
Pico	P1	Deteriorado	Presenta óxido y mellas	Mantenimiento
	P2	Bueno	Presenta óxido y mellas	Mantenimiento

Tabla 1. Inventario de herramienta en bajo puentes (continuación)

Herramienta	Clave	Estado	Descripción	Acción
Carretilla	CRRV	Pésimo	Requiere cambio de llanta	Reemplazo de llanta y tornillos
	CRRA	Bueno	Requiere mantenimiento preventivo	Mantenimiento
Saca tierra	ST	Bueno	Sucia, falta lubricación	Mantenimiento
Desbrozadora	DZ	Pésimo	No cuenta con cabezal y se encuentra muy deteriorado	Mantenimiento general y reemplazo de cabezal
Escalera	ET	Deteriorado	Una de las patas se encuentra doblada, aún es funcional	Limpieza y lubricación
	EX	Excelente	Requiere un poco de lubricación	Limpieza y lubricación

Fuente: Elaboración propia en 2022.

La recopilación del material se demoró aproximadamente un mes y, como primer paso para generar esta última versión del inventario, fue necesario vaciar la bodega y reorganizar todos los artículos. Se buscó la mejor funcionalidad de modo que todo quedara a la mano y fuera fácil de volver a guardar, a fin de evitar objetos ocultos y desordenados. Una vez que el área de almacenamiento estuvo lista, se evaluó el estado de la herramienta, unidad por unidad. De esta manera, se hizo evidente que la mayoría del material requería mantenimiento, desde limpieza básica hasta cuestiones específicas como afilado y enderezado de cuchillas.

Aprovechando el conocimiento de todos los colaboradores, se comenzó a dar mantenimiento a los artículos que más lo requerían. Varios se habían dejado de utilizar porque ya no cumplían con su función, como fue el caso de las tijeras de poda y los machetes (Figura 3).



Figura 3. Tijeras de poda y machete previo al mantenimiento

Estos artículos fueron desensamblados, se retiró el óxido, se aplicó lubricación en las partes móviles, se afilaron las hojas y se volvieron a ensamblar haciendo los ajustes pertinentes para un buen corte.

Otro caso de relevancia fue la desbrozadora. Se encontraba en desuso por la falta del cabezal. Para ponerla en funcionamiento, fue necesario realizar una limpieza de todas las partes, desarmarla e instalar un cabezal nuevo (Figura 4). Una vez encendida, se hizo un ajuste del ralentí.



Figura 4. Desbrozadora post mantenimiento

Como complemento al inventario se elaboró la Tabla 2 en la que se encuentra el estado de las mangueras y su ubicación.

Tabla 2. Inventario y distribución de mangueras en los bajo puentes

Clave	Estado	Descripción	Ubicación
M1	Excelente	Muy buenas condiciones	Bodega
M2	Bueno	Muy buenas condiciones	Bodega
M3	Bueno	Muy buenas condiciones	Bodega
M4	Deteriorado	La primera parte de la rosca hembra esta barrida	Bodega
M5	Deteriorado	La primera parte de la rosca hembra esta barrida	Bodega
M6	Deteriorado	La rosca macho está barrida	Bodega
M7	Malo	Ambas roscas se encuentran barridas	Bodega
MP	Baja	La manguera cuenta con demasiadas fugas ya no es posible repararla	Bodega
M8	Excelente	Muy buenas condiciones	División del Norte
M9	Bueno	Presenta reparaciones	Lago Alberto
M10	Deteriorado	Presenta reparaciones	Lago Alberto
M11	Bueno	Fue necesario reemplazar las roscas	Tacuba
M12	Bueno	Presenta reparaciones	Juan Escutia
M13	Bueno	Presenta reparaciones	Juan Escutia
M14	Bueno	Buenas condiciones	Eje Central
M15	Deteriorado	Presenta reparaciones	Eje Central

Fuente: Elaboración propia en 2022.

La tabla anterior se elaboró como complemento a la Tabla 1 dado que las mangueras no se encuentran concentradas en un solo lugar por la iniciativa de riego asistido, que se explica en el subíndice 3.3. *Profesionalización de labores*. De igual forma, es necesario contar con un control de distribución y del estado de los materiales para evitar deterioros innecesarios o bien mermas.

3.2 Caracterización de especies

Durante el periodo de exploración en los bajo puentes se determinó que se encuentran los tres estratos vegetales: arbóreo, herbáceo y arbustivo. Cabe mencionar que los estratos herbáceo y arbustivo son los que mayor atención reciben porque son las plantas con mayor vista e interacción con los usuarios. En estos estratos, se encuentran diferentes especies vegetales que requieren el mayor tiempo de mantenimiento; en primer lugar, porque hay mayor número de individuos; después, porque son las más dañadas por los usuarios; y por último debido a su velocidad de crecimiento.

La flora que abarca la mayor cantidad de área dentro de los Bajo Puentes está representada por: duranta (*Duranta repens var. golden*), lirio (*Dietes spp.*), garra de tigre (*Philodendron selloum*), rocío (*Aptenia cordifolia*) y dedo de moro (*Lampranthus spp.*). En menor medida, podemos encontrar agapando (*Agapanthus africanus*), especies de yuca como *Y. rosata* y *Y. filifera*, agaves como *A. americana* y *A. tequilana*, helechos (*Pteridium aquilinum*), bugambilias (*Bougainvillea glabra*), hiedras (*Hedera helix*) y algunos pastos como *Pennisetum setaceum*.

En cuanto al estrato arbóreo, recibe atención con menor frecuencia por el tipo de crecimiento y por la falta de herramientas y capacitación. Dentro de este estrato, encontramos más ficus (*Ficus benjamina*), fresno (*Fraxinus angustifolia*), trueno (*Ligustrum lucidum*) y palmas como *Washingtonia robusta* y *Phoenix canariensis*. En menor número, también hay especies como el níspero (*Mespilus germanica*), la ciruela magenta (*Syzygium paniculatum*) y el hule (*Ficus elastica*).

Esta caracterización de especies sirvió como base para la profesionalización de labores, así como para el diseño del programa de riego de apoyo, de los cuales se habla en el apartado siguiente.

3.3 Profesionalización de labores

Una de las principales problemáticas detectadas fue que se ejecutaban tareas de manera empírica y no planificada. Debido a que la cuadrilla de jardinería reportaba a la de mantenimiento, si esta última se atrasaba en sus labores, jardinería visitaba el mismo puente durante varios días, desatendiendo otros BP en el proceso.

Ya que un buen porcentaje de las jardineras se encuentran debajo de las estructuras, no es posible aprovechar el riego de temporal por completo. Además, no siempre fue posible realizar la aplicación de riegos en tiempo y forma, por lo que pasaban hasta 15 días entre cada riego. Evidentemente, esto deterioraba el estado de la vegetación y por ende la estética de las áreas verdes. Así que, para comenzar a mitigar los efectos de la falta de riego, se generó el programa “riego de apoyo”, que consistió en distribuir el agua semanal en los días lunes, miércoles y viernes. Este programa fue ejecutado por el personal de limpieza. Al inicio, fue necesario ajustar los tiempos de riego y la forma de aplicación, pues el personal de limpieza realizaba suministros inadecuados, la mayoría del agua se perdía por evaporación y no llegaba a los sitios que más la necesitaban. Para hacer el ajuste necesario se generó un climograma de la zona de estudio (Figura 5).

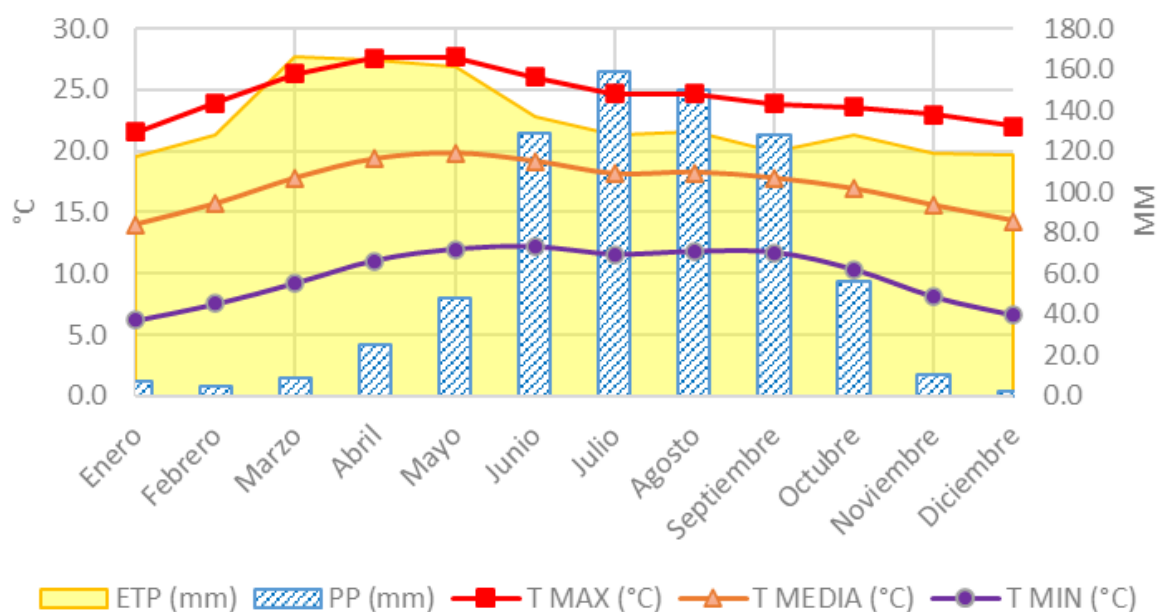


Figura 5. Climograma de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia con datos del SMN.

El climograma que se muestra en la figura anterior fue elaborado con datos de cuatro estaciones climáticas del Sistema Meteorológico Nacional con el propósito de conocer cómo se comportan la precipitación y la evapotranspiración, y así hacer más eficientes las aplicaciones de agua.

Gracias a esto, se ajustaron las láminas de riego. Lo cual se tradujo en tiempos de aplicación, es decir, el personal sabía que debía dirigir el chorro de agua de la manguera en determinada jardinera durante determinado número de minutos. Sin embargo, la rotación del personal de limpieza y la variación en el caudal no permitieron que la cuadrilla de jardinería se deslindara de las labores de irrigación, y seguía siendo necesario reforzar las láminas que el personal de limpieza aplicaba. Esto fungió como soporte entre cada riego profundo ejecutado por la cuadrilla de jardinería.

Para adaptar el programa de mantenimiento se generó un diagrama de Gantt (Figura 6), que delimita las tareas de acuerdo con la estación del año.

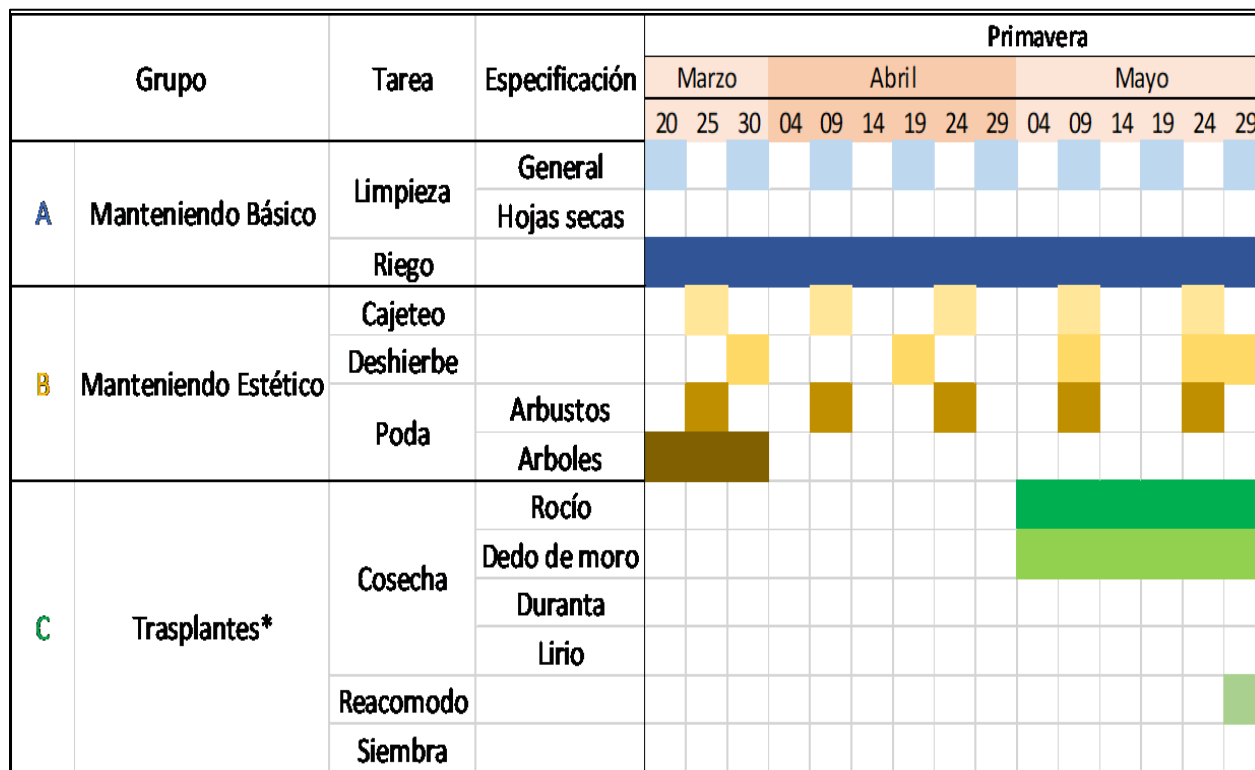


Figura 6. Extracto del diagrama de Gantt de tareas en los Bajo Puentes

Así, se priorizaron los diferentes tipos de poda, se aprovechó el temporal lo más posible (en donde podía aplicarse) y se prepararon los diferentes recursos para los trasplantes, generando un criterio de disminución de frecuencia de riego durante el invierno y un aumento de este para el verano.

La adecuación de las labores permitió una mejor administración del tiempo de los trabajadores, dando la oportunidad de enfocarse en tareas mucho más específicas (*III.3.1. Adecuación de espacios y diseños de áreas verdes*), y de disminuir el consumo de agua. Por lo que hubo una reducción de aproximadamente 50% en el tiempo de irrigación.

3.3.1 Adecuación de espacios y diseño de áreas verdes

Como parte de la planificación, se utilizaron los croquis de los bajo puentes para determinar las zonas que requerían reemplazo de vegetación y repoblación; el diagnóstico se encuentra resumido en la Tabla 3.

Tabla 3. Identificación de vegetación faltante en los bajo puentes

Puente	Vegetación	Origen	Cantidad
Lago Alberto	Duranta	Nueva	20
	Lirio	Local	15
	Yuca	Centenario	1
Juan Escutia	Hiedra	Nueva	30
	Duranta	División	8
	Helechos	Lago	Todos
		Centenario	Todos
		Molinos	Todos
	Rocío	Nuevas	350
		Centenario	350
Agave	Centenario	1	
División	Duranta	Nueva	8
	Lirio	Local	15
Universidad	Rocío	Nueva	350
		Centenario	350
	Lirio	Nueva	20
	Pasto	Nueva	Semilla
Tacuba	Espada	Local	20
	Duranta	Nueva	9
	Trueno	Nueva	120
	Lirio	Juan Escutia	10
Centenario	Dedo	Local	100
Molinos	Duranta	Nueva	10
	Agapando	Local	25
	Lirio	Local	20
Eje Central	Lirio	Lago Alberto	20
	Dolar negro	Universidad	Toda
Vía Láctea	Duranta	Nueva	5
	Agave	Centenario	1
Invierno	Duranta	División	3
	Lirio	Local	10

Fuente: Elaboración propia en 2022.

La repoblación se realizó en dos etapas. La primera involucró la reubicación de especies vegetales inter puentes e intra puentes, con el fin de reemplazar la vegetación que fuera necesaria al momento de colocar la nueva. Estos movimientos se realizaron del 13 de mayo al 6 de junio y los BP beneficiados se muestran en la Tabla 4:

Tabla 4. Reubicación de vegetación inter puentes e intra puentes

Bajo Puente	Especie	Cantidad	Origen
Juan Escutia	Duranta	8	División del Norte
	Helecho	35	Lago Alberto, Molinos
	Rocío	200	Centenario
Lago Alberto	Lirio	20	Lago Alberto
División del Norte	Lirio	19	División del Norte
Universidad	Rocío	400	Centenario
	Agapando	200	Molinos
	Lirio	46	Universidad
	Garra de tigre	9	Universidad
	Yuca	3	Centenario
	Agave	8	Centenario
Tacuba	Duranta	17	Tacuba
	Espada	22	Tacuba
Centenario	Dedo	400	Centenario
	Rocío	600	Centenario
	Yuca	1	Centenario
Molinos	Agapando	350	Molinos
	Agave	1	Centenario
	Lirio	12	Lago Alberto, Molinos
Eje Central	Rocío	600	Eje Central, Centenario
	Lirio	20	Lago Alberto
	Dólar Negro	43	Universidad
Vía Láctea	Agave	6	Centenario
Invierno	Duranta	5	División del Norte

Fuente: Elaboración propia en 2022.

Gracias a la reorganización de algunas jardineras, algunos de los bajo puentes como Molinos (Figura 7) fungieron como fuente de material vegetal para otros más como Universidad (Figura 8).



Figura 7. Antes y después Molinos

Molinos es un puente caracterizado por ser muy largo. La mayoría de su vegetación está distribuida en jardineras vehiculares y son de vista para los conductores; un porcentaje menor se encuentra entre los locales. La jardinera que se muestra en la figura anterior fue la que requirió mayor modificación, se encuentra detrás de la parada de camión y sirve como la presentación del puente. Cuenta con un gran flujo de personas, y el mantenimiento de esta jardinera presentaba un gran reto por la densidad de plantación. Así que, como medida de control, se ejecutó una nueva distribución de la vegetación. Se hizo un diseño con mayor separación que la hizo parte de la decoración y la parada de camión, además de facilitar el mantenimiento.



Figura 8. Antes y después Universidad

Universidad es otro de los bajo puentes con gran dimensión. Por lo que muchos de sus espacios se encontraban sin vegetación. Buscando mejorar dichos espacios y con la gran cantidad de vegetación que se extrajo de bajo puentes como Molinos, se comenzó con la repoblación de sus jardineras. Un ejemplo de esto se muestra en la figura anterior, en la que se puede apreciar cómo un espacio en el que el suelo estaba expuesto se convirtió en una verdadera área verde con un diseño mucho más atractivo y que buscaba invitar a los transeúntes a hacer uso del espacio deportivo.

En el caso de BP como Centenario en los que se extrajeron grandes cantidades de individuos vegetales, se aprovecharon las características de reproducción de especies como el rocío o el dedo, con gran potencial de propagación vegetativa. Esta característica permitió realizar las cosechas para después establecerlo en el nuevo destino.

La segunda etapa de reforestación se llevó a cabo del 27 de junio al 14 de julio, principalmente por un retraso en el área de adquisiciones y un ajuste ante el retraso del grueso del temporal cuando se buscaba aprovecharlo lo mejor posible. Al final, no se

adquirieron todos los individuos solicitados durante la planeación (Tabla 3), en cambio sólo se recibieron 200 durantas y 170 lirios distribuidos de acuerdo con lo que se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Distribución de vegetación adquirida en los bajo puentes

Bajo Puente	Especie	Cantidad
Tacuba	Lirio	69
	Duranta	58
Juan Escutia	Lirio	4
	Duranta	16
Universidad	Lirio	8
	Duranta	17
Invierno	Lirio	20
	Duranta	5
Lago Alberto	Lirio	31
	Duranta	73
Centenario	Lirio	16
División del Norte	Lirio	22
Molinos	Duranta	31

Fuente: Elaboración propia en 2022.

Fue necesario adaptar el plan de trabajo a los 370 individuos que se recibieron, dándole prioridad a los Bajo Puentes en los que era necesario reemplazar la vegetación dañada y eliminar los espacios vacíos. Un ejemplo de esto es el BP Tacuba (Figura 9), en el que se eliminó la vegetación plagada, se agregó composta al suelo y después se reforestó.



Figura 9. Antes y después Tacuba

A diferencia de otros puentes, Tacuba es un puente en el que la vegetación estaba distribuida prácticamente en solo el área perimetral. En este puente, se encontraba establecido un buen número de truenos, a manera de seto. Sin embargo, estas plantas empezaron a perder su vitalidad y por ende su número se vió reducido. Con el fin de darle una mejor vista al puente, se optó por retirar todos los individuos, hacer un barbecho, incorporar composta y redistribuir el suelo. Una vez concluidas estas labores, solo se establecieron en primera instancia los lirios, como se muestra en la figura anterior. Posteriormente, se incorporaron las durantas a la jardinera de manera salteada, buscando crear un equilibrio visual en la vegetación del puente.

Como se mencionó en el marco teórico, los PATR pueden sufrir modificaciones, que bien pueden beneficiar o perjudicar a OUI. Tal fue el caso de Centenario y Universidad, en los que el área aprovechable se vio reducida por un proyecto del gobierno que utilizaría el terreno posteriormente. Del mismo modo, los Bajo Puentes se ven afectados por los cambios de locatarios, que no siempre están de acuerdo con la distribución de las áreas verdes.

Sabiendo lo anterior, además de los BP que se vieron beneficiados por la reforestación, se crearon dos jardineras nuevas: Gomart Universidad (Figura 10) y Carshop Universidad (Figura 11). Para abastecer a ambas, se aprovechó la vegetación de una zona que no obtuvo renovación del PATR.



Figura 10. Jardinera GoMart Universidad

La jardinera que se muestra en la figura anterior fue creada bajo la demanda de un locatario nuevo, GoMart, que es parte del grupo Syner.GO. Por lo que su petición fue atendida de manera prioritaria. El proyecto demoró casi tres semanas: primero fue necesario levantar las paredes que delimitan la jardinera, después se trasladó suelo de otras áreas y otros puentes (en su mayoría Universidad solo tenía tepetate), y se incorporó cerca de 1 m³ de composta para mejorar las características. Toda la vegetación fue obtenida del mismo puente, tratando de crear una concordancia con el resto de las áreas verdes y aprovechando la vegetación que debía ser reubicada.



Figura 11. Carshop Universidad

Esta jardinera (Figura 11) fue creada con el propósito de evitar el paso de los peatones. Aunque existían algunos lirios, estos no eran respetados y sus hojas estaban muy maltratadas. Por esta razón, se colocaron dos hileras de lirios con dos agaves al centro, aprovechando las espinas de los agaves, para evitar el tránsito peatonal. Así mismo, se incluyeron restos de una guarnición a manera de delimitadores junto con el espectacular del local.

Fuera de los planes de reforestación y gracias a la profesionalización de labores, se continuaron acondicionando espacios vacíos o demasiado simples. Tal fue el caso de una de las zonas del Bajo Puente Lago Alberto (Figuras 12 y 13) en el que nuevamente aprovechando vegetación existente y haciendo uso de la propagación vegetativa, se logró aumentar la densidad de plantación.



Figura 12. Antes y después Lago Alberto



Figura 13. Antes y después Lago Alberto 2

En ambas figuras, se puede apreciar cómo espacios que se encontraban muy mal aprovechados fueron transformados. Utilizando la misma especie vegetal y agregando un mayor número de especímenes ordenados, junto con el uso del cajeteo, se resaltó la vista del sitio. También, se facilitaron las labores de riego y de mantenimiento, por lo que la zona era mucho más fácil de atender y requería menor cantidad de agua.

3.4 Compostaje

Como parte de las instalaciones de BP Centenario, existen seis cajones de 1 m³, aproximadamente, destinados al compostaje de los desechos orgánicos producto de la limpieza de las áreas verdes (podas y limpieza de hojas secas). En ocasiones, se utilizaba el desperdicio orgánico de los locales comerciales. Además, en el mismo puente existe una zona destinada para el almacenamiento de hojas y ramas secas de aproximadamente 6 m³.

Por lo anterior, el programa de compostaje surgió como parte de un proceso interno de mejoramiento continuo, la propuesta la realizó un mensajero de OUI, como posible solución a una falta de fertilización en los bajo puentes. Sin embargo, a falta de información sólo se colocaba materia orgánica a criterio de los trabajadores, cada cajón tenía proporciones diferentes de materia húmeda y seca, los desechos no eran procesados y se añadían completos sin importar las dimensiones. El tiempo medio de maduración por compostero era de ocho a doce meses, la humedad no era considerada y no había un control de producción ni procesos. Estas deficiencias se debían a una nula capacitación del personal y a la falta de seguimiento por parte del creador del proyecto.

Al momento de tomar el proyecto, un cajón se encontraba desocupado, dos tenían una mezcla de hojas y ramas secas, mientras que los tres restantes se encontraban en proceso de descomposición desde aproximadamente seis, ocho y doce meses, respectivamente.

Así que, en primera instancia, el proyecto de compostaje comenzó por humedecer las mezclas para reactivar el proceso de descomposición. En ocasiones posteriores, se vaciaron por completo los cajones, uno a uno, y se revolvió a la par que se agregaba agua, con la finalidad de airear y humedecer de manera uniforme, así como para evaluar visualmente el estado de descomposición de los restos orgánicos.

Se determinó que solo el cajón que llevaba cerca de un año en formación era viable de ser aprovechado, que el de casi ocho meses aún no estaba listo y que el de seis estaba tan mal elaborado que no se había presentado ningún tipo de descomposición. Por ello, fue necesario reutilizar el contenido para comenzar un nuevo proceso de compostaje. Esta vez con menor tamaño de partícula y una proporción C:N estimada de 30:1. Las porciones de materia orgánica (MO) se determinaron volumétricamente con una carretilla de material húmedo (MH) por 30 de material seco (MS), utilizando el método de elaboración de capas. Se asentó una capa base de 15 cm de MS seguido de una capa de MH. Este proceso se repetía hasta alcanzar el volumen deseado. En los primeros lotes, la materia húmeda era escasa por lo que los cajones se llenaban a un 50% de su capacidad.

Existía un excedente de hoja seca que no era aprovechada y, en muchos casos, era desechada como basura. Al mejorar el procesamiento de este residuo, se convirtió en un insumo. También comenzaron a aprovecharse los desechos de poda, creando lotes de compostaje con elementos que no dependieran totalmente de la recolección de los residuos orgánicos producidos por los locatarios.

Según lo propuesto por la NADF-020-AMBT-2011, este proceso de compostaje estaba monitoreado bajo un itinerario (Figura 14). Durante el primer mes, la humedad se monitoreó cada siete días de manera manual. Concluidos los 30 días, se revolviaron las capas para airear y humedecer equitativamente, y este proceso se repetía cada 21 días. Una vez alcanzados los tres meses, desde el ensamble, se evaluó el proceso de descomposición de la materia y la temperatura del lote sensorialmente (aroma, textura y

sensación térmica al tacto). Si el lote se encontraba “frío”, con un buen aroma y una buena textura, se cernía para eliminar los materiales no degradados y las rocas. En caso de no satisfacer las características necesarias, se dejaba reposar por 15 días más y se repetía la prueba. El rendimiento era cerca de 50% del volumen original al momento del armado del compostero.

Número de compostero **1**

Duración estimada		Fecha de elaboración			Fecha de probable termino		
90 Días		1 de agosto de 2022			30 de octubre de 2022		
Mes 1	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Labor	Se hace cada	Fecha de la labor
	L	Elaboración			Volteo	30 Días	31 de agosto de 2022
	M				Monitoreo H	7 Días	Todos los sábados
	X				Monitoreo Ti	15 Días	Un sábado sí y uno no
	J						
	V						
Mes 2	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Labor	Se hace cada	Fecha de la labor
	L				Volteo	21 Días	21 de septiembre de 2022
	M				Monitoreo H	7 Días	Todos los sábados
	X	1° Volteo		2° Volteo	Monitoreo T°	15 Días	Un sábado sí y uno no
	J						
	V						
Mes 3	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Labor	Se hace cada	Fecha de la labor
	L				Volteo	21 Días	12 de octubre de 2022
	M				Monitoreo H	7 Días	Todos los sábados
	X		3° Volteo		Monitoreo T°	15 Días	Un sábado sí y uno no
	J						
	V						
S		Monitoreo H y T°	Monitoreo de H	Evaluación de progreso			

Figura 14. Programación de labores para compostero

Este itinerario pretendió simplificar la ejecución de labores, estableciendo fechas para cada labor. Aunque no fue seguido al pie de la letra, se buscaban las fechas más cercanas dentro de la semana correspondiente para realizar la tarea en cuestión. En el último día del ciclo, resaltado en color rojo en la Figura 14, se puede leer “evaluación del progreso”. En este punto se determinaba si el material ya era apto para su uso o si requería un reposo más largo. Debido a que no siempre se utilizaba el día que se cumplía el ciclo, se solía revolver una vez más y se dejaba en reposo para que continuara con la etapa de maduración, agregando agua de vez en cuando para mantener la humedad.

Para evitar confusiones, se colocó en cada compostero un espacio en el que se anotaba la fecha de elaboración y los procedimientos a los que había sido sometido. La mayoría de los lotes obtenidos se utilizaron para reforzar los trasplantes y para acondicionar el suelo.

3.5 Propuesta de vivero

Después de conocer los procedimientos para la compra de especies vegetales, se identificó que existía poco conocimiento sobre la calidad y el tamaño de la planta, los tiempos de siembra, los ciclos y situaciones de reemplazo. Además de que el proceso de solicitud de compra de una especie alargaba su tiempo de reemplazo en las áreas verdes. Como consecuencia, las áreas verdes se veían “incompletas” durante más tiempo del esperado.

Para atender esta área de oportunidad se propuso una estrategia que redujera los tiempos de reemplazo de vegetación: el establecimiento de un vivero. De esta manera, no solo se tendría a disposición las especies necesarias cada vez que fuera requerido, sino que además podría traer reducción de gastos en un plazo mediano, posibilitando cada vez más la autosuficiencia de insumos en el área de jardinería.

La propuesta consistió, en primera instancia, en ubicar el mejor lugar para establecer el vivero. Gracias a que los Bajo Puentes cuentan con espacios no aprovechados se generaron varias propuestas de ubicación:

- Centenario (Figura 15): en una de las laterales dentro de la zona de contenedores (A) o a un costado de la caseta del guardia (B).
- Invierno: en el área no desarrollada del polígono (Figura 16).
- División del Norte: en sustitución de la zona de desecho (Figura 17).

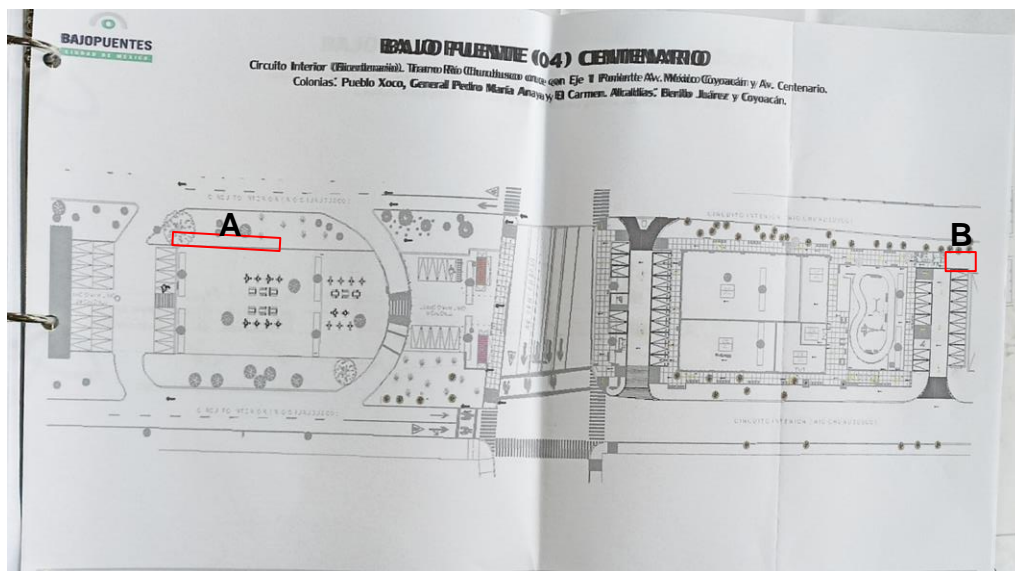


Figura 15. Posibles ubicaciones del vivero en Centenario

Fuente: Elaboración propia con datos de OUI.

En el caso de Centenario, como ya se había mencionado, se hizo una modificación en el PATR que redujo el espacio aprovechable y por ende no pudo ser posible implementar el vivero en dicho BP.

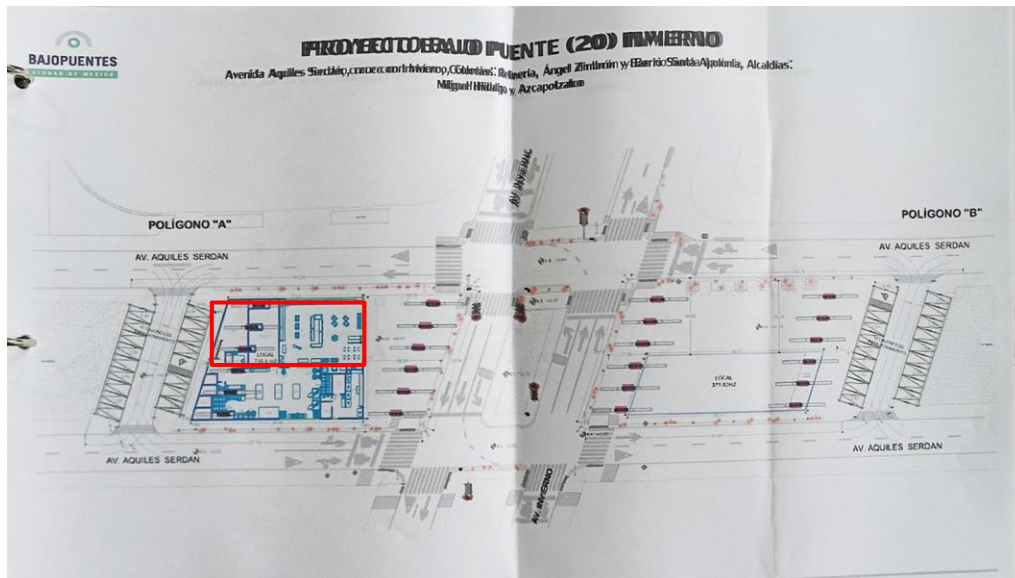


Figura 16. Posible ubicación del vivero en Invierno

Fuente: Elaboración propia con datos de OUI.

Durante un análisis más profundo se determinó que debido a que Invierno no cuenta con luz ni agua en el espacio en el que se había pensado, sería descartado, por lo complicado de la instalación del vivero y por encontrarse muy lejos del punto de inicio de labores.



Figura 17. Posible ubicación del vivero en División del Norte

Fuente: Elaboración propia con datos de OUI.

Lo anterior dejó como único espacio disponible a División del Norte, por lo que el proyecto se comenzó a desarrollar ahí. Dentro del BP División del Norte se encuentra un área no

aprovechada (Figura 18). Inicialmente se pretendía comenzar con el espacio dentro de la zona punteada, creando una puerta que conectaría el área verde con las instalaciones ya existentes, que junto con el espacio destinado para los contenedores de basura suman poco más de 32 m². En caso de ser necesario, se contaba con espacio para una posible expansión que agregaría 44 m², dando un total de casi 77 m².



Figura 18. Zona potencial para el vivero de OUI

En las instalaciones, se contaba con dos bodegas y un baño. Y gracias a que el espacio estaba ubicado junto a la caseta de vigilancia, se evitarían mermas por robo. El contenedor de basura se colocaría lateralmente y se respetaría el acceso original para el desecho de residuos por parte de los locatarios. El camión recolector tendría acceso desde la reja lateral izquierda. Además, los composteros serían trasladados de BP Centenario a la nueva zona del vivero. Todo lo anterior se puede apreciar en la Figura 19.

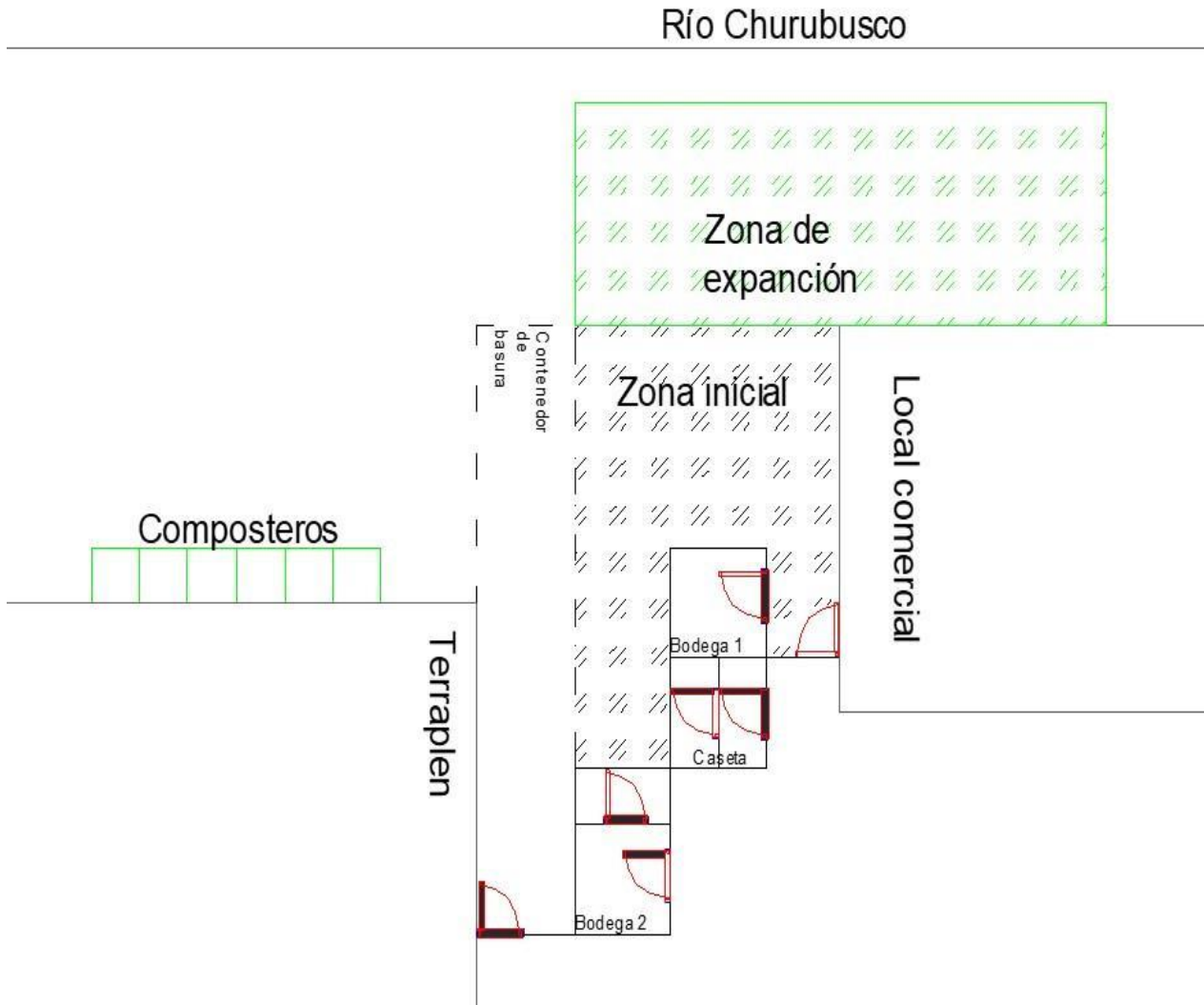


Figura 19. Propuesta de distribución para el vivero de OUI

Junto con la propuesta en el aprovechamiento y reorganización del espacio se generó una lista de insumos y herramientas básicas (Tabla 6) para la implementación del proyecto.

Tabla 6. Insumos complementarios para el vivero de OUI

Insumo	Unidad	Cantidad
Maneral de riego	Pieza	2
Pala de mano	Pieza	2
Manguera 3 m	Pieza	2
Charola de germinación	Pieza	10
Bolsa para vivero 10*10	Kilogramo	2
Bolsa vivero 15*15	Kilogramo	2
Maceta núm. 3	Pieza	100
Maceta núm. 5	Pieza	100
Enraizador Radix 1500	Gramo	500
Tijeras de mano	Pieza	2
Cutter de trabajo	Pieza	1

Fuente: Elaboración propia en 2022.

En esta petición de materiales se buscaba complementar la herramienta existente y además asegurar que el personal contara con los instrumentos mínimos para poder operar sin dificultad el vivero, buscando ampliar poco a poco el inventario específico y de tal manera que no implicara una gran inversión inicial.

IV. Impacto y relevancia de la actividad realizada como trabajo profesional

Al inicio de la década de los años 2000, el gobierno de la Ciudad de México comenzó a generar inventarios de las áreas verdes. De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente de la CDMX (S/A), en 2017, se contaba con 7.54 m² por habitante. Tristemente, estas estadísticas cuentan espacios que no poseen vegetación, y simplemente son terrenos vacíos en los que el suelo está expuesto a la erosión de los elementos o que no son áreas que puedan ser fácilmente disfrutadas por la población porque están ubicadas muy lejos de su domicilio. Estos espacios se consideran parte de los inventarios a fin de inflar los porcentajes. Se pueden encontrar áreas verdes, que en realidad son cafés, pues no cuentan con vegetación y poseen muy pocos individuos. Y aún así están considerados dentro de la superficie total destinada a las áreas verdes.

Durante la participación con la empresa, se logró identificar que las superficies de las áreas verdes dentro de los Bajo Puentes a cargo de Operadora de Integración Urbana se encontraban muy deterioradas y aunque eran suficientes para lograr mantener vigentes los PATR, no cumplían con los lineamientos de lo que es un área verde. Por lo que mi aporte a la empresa consistió en la transformación de dichos espacios en verdaderas zonas que en primer lugar beneficiaran a los usuarios incluyendo un entorno verde en su vida cotidiana, y que al mismo tiempo fueran de fácil mantenimiento con el fin de reducir la carga de trabajo de los colaboradores de Bajo Puentes.

Como parte de esta propuesta, se incrementaron las densidades de plantación con el fin de reducir la erosión del suelo, aumentar la retención de humedad y por lo tanto disminuir la temperatura, generando un microclima del que los usuarios disfrutarán. Esto, además de tener un provecho inmediato para el usuario, se vería reflejado en un resultado a mayor escala que contribuiría a la disminución de las islas de calor y reduciría la frecuencia de riego.

El mantenimiento de las áreas verdes genera bienestar desde la premisa de que estos espacios están estrechamente relacionados con el esparcimiento y la recreación de los habitantes del área urbana. De acuerdo con la OMS, las áreas verdes son un recurso que favorece a la salud, y se estima que cada habitante debe contar con 16 m² de áreas verdes para sentirse pleno, siendo 9 m² el mínimo requerido para evitar deterioros en la salud. Además, estos espacios deben estar a no más de 15 minutos a pie de zonas habitacionales de los usuarios (Conanp, 2018 y Flores-Xolocotzi y González-Guillén, 2010).

A fin de atender el área de oportunidad encontrada, fue necesario determinar las especies vegetales con mayor potencial de establecimiento en los Bajo Puentes administrados por OUI, capacitar a los miembros de la cuadrilla de jardinería en el manejo correcto de las especies vegetales identificadas, modificar el proceso de compostaje para volverlo más eficiente en tiempo de elaboración y contenido, además, de la propuesta de creación de un vivero como fuente de material vegetal a mediano plazo.

Por esta razón, se logró capacitar a los colaboradores para que fuera más eficiente el tiempo de trabajo y se pudo enfocar el esfuerzo en más tareas de las que se tenían contempladas como actividades cotidianas, priorizando la adecuación de los espacios, mediante la reforestación y la reubicación de especies. Tanto a la cuadrilla de jardinería como a la de mantenimiento se les explicó la importancia de extraer de manera correcta del suelo a los organismos vegetales, procurando mantener en buen estado el sistema radical, la relación que existe entre la parte aérea y la subterránea de la planta, y la funcionalidad e importancia del cajete, entre otros conocimientos. Las labores en las áreas verdes no solo se hacían por hacer, como en un inicio, sino que ahora había una razón por la cual se debía seguir una metodología. Esto facilitó la implementación de los procesos que se describieron en este trabajo y redujo los roces con los colaboradores y entre los colaboradores.

El proceso de compostaje fue mejorado y se hizo más eficiente el tiempo del proceso, así como la disposición de la materia prima y su procesamiento, generando un volumen suficiente para satisfacer las necesidades inmediatas de las áreas verdes.

Además, se identificó como un área de oportunidad en la que existían muchas deficiencias en cuanto a la carencia de insumos. Sin embargo, una de las fortalezas de la división de Bajo Puentes fue la capacidad creativa de resolución, pues éramos expertos en reutilizar materiales como el alambre, pijas y clavos, entre otros, que eran recuperados de la desmantelación de otros objetos, y nos hicimos también expertos en dar mantenimiento a la herramienta utilizando materiales cuyo fin no era ése, como fue el caso del aceite dos tiempos que sirvió como lubricante para las partes móviles de herramienta no motorizada. Fue imprescindible el uso del ingenio para solucionar los problemas cotidianos con elementos de bajo costo o con los que ya se contaba. Y en el caso de la vegetación, se logró una buena gestión de la propagación vegetativa para evitar llegar a un punto de pérdida del material madre.

Para lograr lo anterior, fue necesario poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la licenciatura. Como profesionista egresado de Ingeniería Agrícola, me di cuenta de que me encuentro bien preparado para el campo laboral y, si bien no poseo todo el conocimiento, logré desarrollar las habilidades necesarias para poderlo adquirir de manera autodidacta.

Es muy evidente que el objetivo de la licenciatura está enfocado en la producción con grado alimenticio. En cuanto al sector ornamental, es necesario hacer una recopilación de información a lo largo de la malla curricular. Y aunque sí existen asignaturas que pueden ser complementos importantes, como “Dasonomía”, “Arboricultura” e inclusive “Tecnología en sistemas forzados”, dependen en gran manera de la directriz del docente, que suele ser de carácter social o bien enfocado en la interacción con la producción alimenticia.

Durante mi formación, tuve la oportunidad de cursar asignaturas en la Universidad de Guadalajara. En su plan de estudios, se cuenta con una materia enfocada en la producción ornamental y aunque no es de carácter obligatorio, representa un buen complemento a la formación profesional, pues amplía el panorama del estudiante y crea un plan de carrera diferente en un sector con muchas carencias.

Los cultivos ornamentales presentan una menor regulación en cuanto al tipo de productos que utilizan, ya que su contacto con el usuario suele ser más limitado que el de los comestibles. Pero si el objetivo de la carrera es formar profesionistas de alto nivel capaces de contribuir con el desarrollo del sector agrícola del país, sería importante que, en los programas de estudio se establezca claramente la importancia de la utilización de los insumos en forma sostenible, así como la implementación de ecotecnias como el compostaje, en los planes productivos. La demanda del mercado apunta hacia una producción ornamental sostenible, por lo que es importante que los profesionistas formados sean capaces de atender esa área del mercado desde su egreso y no como un añadido que se desarrolla como complemento a la profesión.

V. Conclusiones

De los 12 bajo puentes que atienden las cuadrillas de Operadora de Integración Urbana, se logró aumentar la densidad de plantación en 11 de ellos. El bajo puente Legaria quedó únicamente planteado como un diseño conceptual, debido al proceso de remodelación en el que se encontraba.

La repoblación de los bajo puentes se logró concentrándose en cinco especies vegetales: *Duranta repens var. golden*, *Dietes spp*, *Philodendron selloum*, *Aptenia cordifolia* y *Agapanthus africanus*.

Se consiguió atender un mayor número de puentes al día haciendo un menor esfuerzo físico, gracias a capacitación constante de los colaboradores de la división de Bajo Puentes.

Se estableció un plan de manejo de residuos que obtuvo cerca de 6 m³ de composta terminada y proyecta la obtención de por lo menos 1 m³ al mes.

En cuanto a la propuesta del vivero, obtuvo una gran aceptación por parte de la junta directiva siendo considerada como una fuente alternativa de ingresos para la empresa.

VI. Referencias

- ACCA Software (2022). *Diseño de espacios verdes: las 3 fases a seguir*. [blog] 05 septiembre. Disponible en: <<https://biblus.accasoftware.com/es/guia-para-el-diseno-de-espacios-verdes-las-3-fases-a-seguir/#:~:text=El%20dise%C3%B1o%20de%20espacios%20verdes,nuevamente%20%C3%BAtiles%20para%20los%20ciudadanos> > [consulta: 20 10 2022].
- APEVEC (2014). *Guía de Criterios Técnicos para el diseño de espacios verdes urbanos* [digital]. 2da Edición. España. ISBN: 978-84-616-0437-1. [consulta: 24 10 2022].
- Bueno P, Díaz M, y Cabrera F, (2008). Factores que afectan al proceso de compostaje En: *Compostaje*. [digital] Ed- por Moreno J, Moral, R. España Mundi-Prensa., Disponible en: <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliodqbsp/reader.action?docID=320688> > [consulta: 15 11 2022].
- Bohórquez W, (2019). *El proceso de compostaje* [digital]. Bogotá, Colombia. Universidad de la Salle. Disponible en: <<https://www-digitaliapublishing-com.pbidi.unam.mx:2443/visor/65620> > [consulta: 15 11 2022].
- Campitelli, P., Ceppi, S., Velasco, M., y Rubenacker, A. (2014). *Obtención de Abonos de Calidad para las Plantas* [digital] Argentina. Editorial Brujas. Disponible en: <<https://www-digitaliapublishing-com.pbidi.unam.mx:2443/visor/35420> > [consulta: 15 11 2022].
- Conabio (2021). *Ecosistemas Urbanos. Biodiversidad Mexicana* [digital] Ciudad de México, México. Disponible en: <<https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosismex/urbanos> > [consulta: 18 10 2022].
- Conanp (2018). *Ciudades verdes y sustentables*. [digital] Ciudad de México, México. Disponible en: <<https://www.gob.mx/conanp/articulos/ciudades-verdes-y-sustentables#:~:text=De%20acuerdo%20a%20la%20Organizaci%C3%B3n,lo%20recomendado%20por%20la%20OMS> > [consulta: 18 11 2022].

- Conafovi (2005). *Diseño de áreas verdes en desarrollos habitacionales* [digital]. Ciudad de México, México. Disponible en:
<<https://www.conavi.gob.mx/images/documentos/normateca/Guia%20de%20Disenio%20de%20Areas%20Verdes%20en%20Desarrollos%20Habitacionales.pdf>> [consulta: 27 10 2022].
- Durán A. (2022). *Accesibilidad a las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México* [digital]. Tesis. Ciudad de México, México: UNAM. Disponible en:
<<http://132.248.9.195/ptd2022/febrero/0822348/Index.html>> [consulta 20 10 2022].
- De Garay C. (2019). *Áreas verdes en el siglo XXI. Análisis y Diseño de la Política pública de áreas verdes en la Ciudad de México* [digital]. Tesis. Ciudad de México, México: UNAM. Disponible en: <<http://132.248.9.195/ptd2019/mayo/0789025/Index.html>> [consulta: 20 10 2022].
- Espinosa S. (2013). *Diseño de áreas verdes*. [presentación digital]. México. Disponible en:
<<http://areasverdesyarbouladourbano.com.mx/wp-content/curso/chihuahua/curso-dosonomia-chihuahua-cap10.pdf>> [consulta: 24 10 2022].
- FAO (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor* [digital] Chile. Disponible en:
<<https://www.fao.org/3/i3388s/l3388S.pdf>> [consulta: 15 11 2022].
- Flores-Xolocotzi R, y González-Guillén M, (2010). Planificación de Sistemas de Áreas Verdes y Parques Públicos [digital]. *Revista Mexicana de Ciencia Forestal*,1 (1).17-24 Disponible en: <<https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v1n1/v1n1a3.pdf>> [consulta: 30 11 2022].
- García L, (2018). *Islas de calor, un fenómeno de las ciudades* [digital]. UNAM. Ciudad de México, México. Disponible en: <<https://ciencia.unam.mx/leer/779/islas-de-calor-un-fenomeno-de-las-ciudades>> [consulta: 18 11 2022].
- INEGI (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. [digital] Disponible en:
<<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>> [consulta: 18 10 2020].
- InfoDF. (2016). *Permiso Administrativo Temporal Revocable (PATR)*. [digital]. Disponible en:
<https://infocdmx.org.mx/vinculacion_folletos/PATR.pdf> [consulta: 17 11 2022].

- Inostroza, L, Garay H, y Andrade G, (2020). *Servicios Ecosistémicos Urbanos en Latinoamérica. Oportunidades Para el Desarrollo Urbano Sostenible, la Acción Climática y la Gestión de la Biodiversidad Urbana*. [digital]. Bogotá, Colombia. CODS ISSN-2665-6655. [consulta: 18 10 2022].
- Landin, J. M. (2012). Bajo puentes en la Ciudad de México. *Mi Diario Urbano* [blog]. 15 junio Disponible en: <<http://midiariorurbano.blogspot.com/2012/07/bajo-puentes-en-la-ciudad-de-mexico.html> Consultado el 1/10/2022. > [consulta: 15 11 2022].
- Mendoza, E. (2014). Bajo puentes capitalinos, de la “recuperación” a la privatización. *Contralínea* [digital]. Disponible en: <<https://contralinea.com.mx/distrito-federal/bajo-puentes-capitalinos-de-la-recuperacion-la-privatizacion/> > [consulta: 01 11 2022].
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2009). *Manual de Compostaje* [digital]. Madrid, España. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/images/es/Manual%20de%20compostaje%202011%20PAGINAS%201-24_tcm30-185556.pdf > [consulta: 15 11 2022].
- Moreno J, Moral R, (2008). *Compostaje* [digital]. España. Mundi-Prensa ISBN 13: 978-84-8476-346-8 Disponible en: <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliodgbsp/reader.action?docID=3206888> > [consulta: 15 11 2022].
- NADF-006-RNAT-2016. *Que establece los requisitos, criterios, lineamientos y especificaciones técnicas que deben cumplir las autoridades, personas físicas o morales que realicen actividades de fomento, mejoramiento y mantenimiento de áreas verdes públicas*. [digital]. Disponible en: <http://centro.paot.org.mx/centro/normas_a/2018/GOCDMX_13_04_2018.pdf > [consulta: 7 10 2022].
- NMX-AA-180-SCFI-2018. *Que establece los métodos y procedimientos para el tratamiento aerobio de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como la información comercial y de sus parámetros de calidad de los productos finales* [digital]. Disponible en: <<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD1/NMX-AA-180-SCFI-2018.pdf> > [consulta: 14 11 2022].

NADF-020-AMBT-2011, que establece los requerimientos mínimos para la producción de composta a partir de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, agrícolas, pecuarios y forestales, así como las especificaciones mínimas de calidad de la composta producida y/o distribuida en el Distrito Federal. [digital]. Disponible en: http://data.sedema.cdmx.gob.mx/padla/images/stories/normatividaddf/nadf_020_ambt_2011.pdf > [consulta: 15 11 2022].

Sánchez D. (2022). *Análisis de cambio de las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México 2000-2010*. Tesis. México: UNAM. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2022/septiembre/0830517/Index.html> > [consulta: 7 10 2022].

Secretaría de Obras y Servicios de la CDMX (S/A). *Sembrando parques*. [en línea]. Disponible en: <https://sembrandoparques.cdmx.gob.mx/sembrando-parques> > [consulta: 24 10 2022].

SEDEMA (S/A). *Inventario de Áreas Verdes. Ciudad de México* [en línea]. Disponible en: <https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/inventario-de-areas-verdes> > [consulta: 24 10 2022].

SEDEMA (S/A). *Residuos Sólidos. Ciudad de México* [en línea] Disponible en: <https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/residuos-solidos> > [consulta: 14 11 2022].

SEDEMA (2021). *Programa de gestión integral de residuos para la ciudad de México (PGIR 2021-2025)* [en línea]. Disponible en: https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGEIRA/PGIR/PGIR%202021-2025_N_ago21.pdf > [consulta: 14 11 2022].

SEDUVI. (2014). *Recupera AEP 42 mil metros cuadrados en bajo puentes*. [blog] 23 junio <http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/index.php/comunicacion-social/comunicados/735-recupera-aep-42-mil-metros-cuadrados-en-bajo-puentes> > [consulta: 1 11 2022].

SEDUVI (2013). *Recuperará SEDUVI 24 bajo puentes*. [blog] 08 mayo Disponible en: <http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/index.php/comunicacion-social/comunicados/239-recuperara-seduvi-24-bajo-puentes> > [consulta: 1 10 2022].

Syner.GO (S/A). *Código de Ética* [en línea] Disponible en: <https://www.gruposynergo.com/codigo-de-etica/> > [consulta: 04 10 2022].

Syner.GO (S/A). *Nosotros y Trayectoria*. [en línea] Disponible en:
<<https://www.gruposynergo.com/>> [consulta: 04 10 2022].

Tinajero G. (2002). *Manual para el diseño y manejo de las áreas verdes en los espacios públicos con aplicación en la delegación Benito Juárez*. Tesis. México; UNAM.
Disponible en: <<http://132.248.9.195/ppt2002/0307001/0307001.pdf>> [consulta: 24 11 2022].