

Gerencia de proyectos sostenibles: Diseño de mobiliario urbano con residuos textiles para la integración paisajística.

Manuela Cadavid Gómez

Tutor. Arquitecto. Ricardo Rojas Farías

Opción de grado enlace pregrado-posgrado

Programa de Arquitectura y Especialización en Gerencia en Diseño

Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano

Facultad de Artes y Diseño

Noviembre de 2025

Bogotá D.C, Colombia



Dedicatoria.

A mis padres, mi hermana, mi abuela Amparo, a mis amigos.

Agradecimientos.

Quiero agradecer principalmente a Dios que fue mi guía durante todo el proceso, gracias a mi familia por estar presente desde la distancia, mi mamá por ser mi motor, mi papá por darme todo para poder levantarme cada día a aprender cosas nuevas, porque nunca me faltó su apoyo, porque siempre expresaron su gran orgullo hacia mí, a mi hermana por el ánimo y el ejemplo que siempre me transmitió.

A mis ángeles en el cielo, mi abuela que creyó en mí y me llenó de amor hasta el último día, a mi hermano Lucho que me animó a estudiar arquitectura cuando aún no tenía claro qué hacer y me apoyó desde el primer día.

A Nala, Kiro y Zaha que todas las noches sin falta me daban su compañía leal y pura.

Gracias a la Universidad Jorge Tadeo Lozano por darme un lugar donde siempre pude ser yo misma y demostrar que podía lograr todo lo que me propusiera. A mis profesores por compartir sus conocimientos, por su amabilidad y por el tiempo que nos dedican para enseñarnos con respeto.

Finalmente, a mis amigos Mari, Santi, Aman, por ser incondicionales, por ser mi familia y mi apoyo.

Tabla de contenidos.

Especialización Gerencia de Diseño.	6
Fundamentos conceptuales.....	6
Perspectivas Contemporáneas en Campos	6
Gerencia Estratégica de Diseño I:	7
Resumen.....	8
Introducción.	9
1. CARACTERIZACIÓN DEL ESTUDIO DE CASO.....	10
2. ESTADO DEL ARTE.	13
3. MARCO DE REFERENCIA.....	18
3.1 Referentes internacionales.	22
4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.	27
5. HIPÓTESIS	28
6. OBJETIVO	29
7. MARCO METODOLÓGICO.....	30
7.1 Fase 1.....	32
7.2 Fase 2.....	33
7.3 Fase 3.....	33
7.4 Fase 4.....	33
7.5 Población y muestra.	37
7.6 Criterios de exclusión.....	37
7.7 Usuarios (transeúntes y personas que permanecen).	38
8. CONCLUSIÓN.....	59
9. BIBLIOGRAFÍA	60

Índice de Figuras.

Figura 1. Relleno Sanitario Doña Juana.....	11
Figura 2. Mobiliario urbano Guaype.....	22
Figura 3. Mobiliario RUDI 1944	24
Figura 4. Mobiliario FabBrick	25
Figura 5. Marco metodológico.....	30
Figura 6. Resultados de investigación.....	32
Figura 7. Unidades de análisis	42
Figura 8. Prototipo 1 mobiliario urbano.....	46
Figura 9. Prototipo 2 mobiliario urbano.....	55
Figura 10. Propuesta de diseño paisajístico	58

Especialización Gerencia de Diseño.

Fundamentos conceptuales: Diseño, Producto, Gestión aborda el “*lado humano y organizacional*” del diseño. El curso fortalece habilidades blandas para coordinar equipos y gestionar proyectos con tres ejes que se entrelazan: planeación, mercadeo y finanzas. A partir de preguntas guía qué realidad transformar, cómo conformar el equipo, qué liderazgo ejercer, cuánta viabilidad económica existe y de qué modo el diseño crea valor, se construye paso a paso una propuesta, alternando encuentros presenciales y virtuales. Dos herramientas ordenan el proceso: el *diario de líder* (reflexión individual sobre el rol y las decisiones) y el *plan de proyecto* (seguimiento de objetivos, cronograma, responsabilidades e indicadores). El resultado es una práctica de diseño que no se limita al objeto, sino que “lee” contexto, usuarios, presupuesto y estrategia.

Este curso aporta la brújula para formular la pregunta, hipótesis y objetivos con foco en valor público: qué problema del espacio urbano se transforma, qué indicadores lo prueban (uso, mantenimiento, costos, desvío de residuo), quién lidera cada frente y cómo se orquesta el equipo. El *diario de líder* se convierte en bitácora de decisiones y lecciones aprendidas; el *plan de proyecto* estructura cronograma, hitos de calidad (piloto de instrumentos, liberación del primer lote, instalación, seguimiento) y responsables. Así se enhebra la investigación con una gestión cotidiana clara y evaluable.

Perspectivas Contemporáneas en Campos Creativos: sitúa el proyecto en el debate actual de las disciplinas creativas. Explora tres vectores: perspectivas de la creación contemporánea; la relación época—épica a través de estética y poética; y las intersecciones entre espacio, territorio, habitabilidad, arte, ciencia y tecnología. La columna vertebral metodológica es la “*matriz de análisis de obra*” (Londoño, Salamanca, Schrader, Forero): primero, datos generales; luego, metodología (concepto, contexto, ideación, producción, pruebas/validaciones); y, finalmente, la visualización del proceso creativo mediante un mapa mental. Con esta herramienta, el curso enseña a desarmar obras de arte, arquitectura o diseño para entender sus lógicas internas y traducirlas en estrategias propias.

La matriz de análisis de obra funciona como marco comparado para leer casos y materiales de referencia (mobiliario circular, compuestos textiles, experiencias internacionales de reutilización en espacio público). Con ella, el estado del arte deja de ser un listado y se vuelve un laboratorio de estrategias: qué conceptos sostienen cada obra/prototipo, qué procesos de ideación y validación se usaron, cómo dialogan estética y función en el lugar. Ese “*despiece*” alimenta nuestro marco teórico y referencial, orienta decisiones de materialidad, forma,

implantación y narrativa pública (fichas, QR, pedagogía ciudadana) y crea criterios para las pruebas de taller y la instalación piloto.

Gerencia Estratégica de Diseño I: explica cómo crear y operar una empresa de diseño desde lo jurídico, operativo y financiero. Inicia con la definición de forma jurídica (persona natural, sociedad, S.A.S., etc.) y los trámites de constitución (registro mercantil, NIT, cámaras de comercio). Luego aborda las “cuentas que deciden”: costo variable unitario, margen de contribución y precio; presupuestos de ventas y de producción; identificación de costos y gastos (insumos, arriendos, licencias, marketing, nómina); y fuentes de financiación (capital propio, banca, inversionistas, convocatorias). El hilo conductor es el pensamiento estratégico de diseño: viabilidad (sostenibilidad financiera/operativa), deseabilidad (ajuste a necesidades reales) y factibilidad (capacidad técnica y humana).

Este curso aterriza la propuesta en operación y números. La noción de costo variable unitario, margen de contribución y presupuesto de producción permite construir el costo de producción por unidad del mobiliario y proyectar el comparativo económico a tres años frente a una banca convencional (compra, instalación, mantenimiento). La definición de estructura jurídica y trámites habilita escenarios de contratación pública, y las fuentes de financiación clarifican cómo escalar de piloto a programa (cooperativas de reciclaje como proveedoras, taller de transformación, acuerdos con operador de parque/corredor). Finalmente, el triángulo viabilidad, deseabilidad, factibilidad se traduce en una matriz de decisiones: si el objeto es deseable para usuarios y operador, factible técnicamente con el compuesto textil, y viable en presupuesto y mantenimiento, entonces la tesis no solo diseña, instituye.

Resumen.

El proyecto se centra en la combinación entre la arquitectura, la gestión sostenible de proyectos y la economía circular en el contexto de los residuos textiles, con referencia al espacio público central en Bogotá D.C. De la misma manera, el flujo post-consumo de textiles no tiene una cadena de utilización consolidada, pero los parques, plazas y corredores continúan requiriendo mobiliario capaz de responder a las condiciones climáticas, el uso a gran escala y el mantenimiento. Los resultados son tanto una tensión ambiental como urbana traducida en una pérdida de valor material, en relación con la calidad y funcionalidad del espacio público. Los actores locales en este contexto incluyen las entidades distritales encargadas del hábitat, el espacio público, los servicios públicos y la gestión ambiental, los usuarios diarios del espacio público y los eslabones en la cadena de valor de la circularidad textil (recicladores profesionales, cooperativas y microempresas en diseño y fabricación).

Sin controles para los mecanismos de trazabilidad o estándares de rendimiento, es difícil establecer qué procesos de suministro y transformación existen y cuál es la demanda institucional de mobiliario urbano.

El objetivo del proyecto es establecer y verificar un modelo de gestión sostenible con trazabilidad de costos para transformar los residuos textiles post-consumo en mobiliario calificado y duradero para el espacio público de Bogotá. La pregunta principal del trabajo investiga hasta qué punto este modelo puede optimizar la cadena de valor de los residuos textiles para asegurar tanto la viabilidad financiera como la factibilidad técnica, como en el caso de la producción de mobiliario urbano.

Según la hipótesis, la implementación del modelo de gestión con trazabilidad conducirá a costos y flujos óptimos para que en las decisiones de contratación pública para el mobiliario y su validación técnica se aseguren de vez en cuando. Esto se materializa como un eje transversal para interrumpir y revelar: “pasaporte digital” del producto y trazabilidad QR (Código de Respuesta Rápida) y diseño para desmontar. Esto tiene un doble objetivo de transformar una responsabilidad ambiental negativa en un activo urbano, y establecer criterios operativos para las acciones de los actores del sector público y hacer que los actores en la cadena circular sean oportunidades formalizadas y escalables en términos de formalización y escala. Como parte de este trabajo, el proyecto pretende presentar los diferentes contenidos y alcances de las materias fundamentos conceptuales, gestión del diseño de productos, gestión estratégica del diseño I, perspectivas contemporáneas en campos creativos; incluidos en la especialización gestión en diseño de la Universidad Jorge Tadeo Lozano donde el proyecto integra lo aprendido en el grado de pregrado: Diseño Arquitectónico y Hábitat.

Introducción.

Bogotá carga dos asuntos inaplazables: toneladas de residuo textil sin un destino digno y un espacio público que pide mobiliario más duradero, mantenible y coherente con los recursos disponibles. Este documento parte de una intuición sencilla: si cambia la forma en que se mira la “*ropa desechada*”, cambia también la forma en que se diseña la ciudad. ¿Por qué hacerlo? Porque mantener materiales en su mayor valor de uso no es solo una idea bonita; es una necesidad ambiental y urbana que puede medirse en desvío de residuos, en uso real del espacio y en costos que el distrito sí puede sostener.

Para eso, el proyecto propone y prueba un sistema completo: acopiar lotes trazables de textil posconsumo, transformarlos en un material utilizable y fabricar con él mobiliario de permanencia pensado para parques y corredores peatonales. No son promesas, es verificación: cada pieza se instala con ficha técnica, registro de origen y un plan de seguimiento que permita comparar su desempeño en uso, mantenimiento y costos con una banca convencional. ¿Para qué? Para demostrar con evidencia en sitio que un pasivo ambiental puede convertirse en un activo urbano y que el camino para lograrlo es replicable por las entidades públicas.

Esto para las dependencias que diseñan, compran y operan el espacio público (como IDU, SDH, UAESP y SDA), para los operadores que lo mantienen día a día, para las cooperativas y talleres que pueden formalizar su rol en la cadena circular y, sobre todo, para la ciudadanía que usa y cuida los lugares de encuentro. Si al final del proceso se puede mostrar más personas usando el espacio con confianza, menos residuos destinados a disposición final y costos controlados a lo largo del tiempo, entonces la investigación no solo habrá probado un objeto: habrá habilitado una ruta concreta para una ciudad que transforma problemas en valor compartido.

1. CARACTERIZACIÓN DEL ESTUDIO DE CASO

Este proyecto de investigación proyectiva se ubica en el área metropolitana de Bogotá D.C., Colombia, y se basa en la sinergia de dos cuestiones importantes que sugieren una urgencia detrás de la innovación arquitectónica, material y de liderazgo. Su análisis no se limita a un sitio, sino que se encuentra en el nexo de dos ecosistemas circulares; el movimiento logístico de los residuos textiles (la entrada de material) y la degradación del espacio público (la salida arquitectónica). Esta contextualización tiene como objetivo demostrar el caso de que la adopción de una arquitectura circular, respaldada por un marco de gestión sostenible y tecnología, es la mejor manera de abordar los modelos lineales ineficaces del entorno urbano. Como centro económico y poblacional de Colombia, Bogotá está plagada de problemas ambientales y la necesidad de modernizar la infraestructura que requiere soluciones disruptivas. La intervención del proyecto se ejecuta a escala de la escala logística metropolitana, que implica la recolección y manejo de grandes cantidades de residuos textiles, y el punto decisivo es la disposición final, y la escala de proyecto urbano, donde involucra grandes corredores de tráfico visible, y donde la falta de mobiliario y el alto deterioro representan un peligro para la calidad del espacio público que es operado por entidades distritales como el “*Instituto de Desarrollo Urbano*” (IDU). La idea de estas dos escalas es pasar los residuos del vertedero para convertirlos en mobiliario colocado por el distrito, sirviendo, así como el punto de referencia del estudio de caso para probar la hipótesis y asegurar que este modelo técnico y financiero funcione. El primer pilar de la problematización es la mala gestión de los residuos sólidos urbanos, incluida la fracción textil. La forma más común de residuos, que proviene de la moda rápida y los flujos domésticos, ha crecido hasta convertirse en una gran amenaza ambiental y requiere el desarrollo de un nuevo material.

Contextualizado por las cifras, según la secretaria distrital de ambiente la ciudad genera aproximadamente 216,000 toneladas de residuos textiles al año, de las cuales alrededor del 8.75% terminarán en el relleno sanitario Doña Juana. (Ver Figura 1)

La inminente saturación del vertedero y la dificultad logística para manejar tal cantidad masiva de residuos mixtos (tanto fibras naturales como sintéticas) sin la infraestructura necesaria para acomodarlos resaltan las necesidades urgentes de desviar estos flujos. La tecnología es crucial aquí: la cadena de valor lineal y fragmentada en Bogotá hace imposible rastrear el flujo de los residuos. El proyecto, entonces, ha establecido un ejemplo para la profesionalización de la recolección de alto volumen.

Figura 1. Relleno Sanitario Doña Juana



Fuente. CGR Doña Juana S.A. E.S.P.

Los puntos de recolección en centros comerciales (por ejemplo, El Retiro y Santafé) pueden ser el arranque de una logística inversa efectiva si cada entrega queda trazada con origen, tipo y peso del material más, sin embargo, la mezcla de fibras propia del textil posconsumo dificulta su reciclaje a gran escala y exige una respuesta de ingeniería de materiales. Para este estudio de caso, la propuesta es desarrollar un compuesto rígido textil que encapsule dichas mezclas y convierta el residuo en una materia prima estable y apta para fabricar mobiliario urbano de alto desempeño. La verificación se realizará mediante fichas técnicas y ensayos que demuestren resistencia, estabilidad a la intemperie y mantenibilidad en espacio público, resolviendo el problema desde el núcleo y habilitando su uso en la cadena de diseño, fabricación e instalación.

El segundo pilar de la problematización aborda la fragilidad y el alto costo del ciclo de vida del mobiliario permanente convencional en Bogotá. El problema del daño prematuro al equipamiento urbano no es solo de tipo técnico, es un problema de dinero y es un problema de espacio vacío. El mobiliario colocado en corredores de alta demanda, incluidos los troncales de Transmilenio (Avenida Caracas, Avenida El Dorado y Eje Ambiental), pertenece a los "*paisajes residuales*" de Bogotá. La combinación de todos los elementos como el vandalismo, la afectación climática, el uso Intensivo crea un ciclo de cambio y reparación a diario. Para el cliente principal "*Instituto de Desarrollo Urbano*" IDU, las costosas reparaciones y reemplazos son un drenaje para las finanzas distritales. Este es el elemento más delicado que se pretende resolver utilizando la arquitectura circular.

La hipótesis principal es que el mobiliario fabricado a través del diseño que use el compuesto textil rígido no solo mostrará mejor resistencia, sino que será el mismo compuesto de alta calidad y durabilidad, pero su costo total de propiedad se reducirá notablemente con el tiempo. El ecodiseño se utiliza aquí para asegurarse de que en caso de que una pieza modularse dañe, solo ese módulo necesita ser reemplazado y los materiales vuelvan a la producción, no una unidad completa, como está sucediendo ahora.

La caracterización del estudio de caso alcanza su punto más fuerte con la delimitación precisa de flujos y actores que permiten el cierre del ciclo de arquitectura circular en la ciudad de Bogotá D.C. El proyecto se caracteriza no solo por el sitio físico, sino también por la relación entre la población objetivo y la logística de la materia prima en sí.

2. ESTADO DEL ARTE.

El compendio fallos en la Gestión de Proyectos: Cinco estudios de caso en Colombia producido por el *Grupo de Investigación en Proyectos*, programas y portafolios (el GIP3) proporciona un estudio comparativo infraestructura pública, construcción privada, tecnologías de la información, arquitectura empresarial que no solo enumera errores a evitar, sino que también identifica patrones de fallos y aboga por tomar estos patrones y transformarlos en conocimiento operativo de principio a fin durante cada ciclo de proyecto. La idea central es convincente: la causa del fallo depende de la tipología, por lo tanto, debe sistematizarse como lecciones y, finalmente, “*como insumo para la gestión de riesgos desde la planificación hasta la operación*” (Mejía, 2021). La evidencia respalda este argumento: el libro presenta cinco casos, a través del método de estudio de caso, que “*la atribución de causas varía con el tipo de proyecto y que esta variabilidad puede traducirse en marcos de prevención y control, no solo en análisis post-mortem*” (Mejía, 2021).

Para concluir, el estado local de la gestión de proyectos está emergiendo de listas genéricas de “*mejores prácticas*” a estándares tipológicos para proyectos arquitectónicos que combinan innovación en materiales y cadena de suministro pueden ser considerados como un “*impulso significativo*” (Mejía, 2021). Desde este marco, la investigación se articula claramente en la tipología diseño y fabricación de mobiliario urbano permanente a partir de residuos textiles postconsumo y, desde el primer día, mapea riesgos particulares en términos de variabilidad en contribuciones, trazabilidad de origen y composición, uso de materiales en exteriores, vandalismo y costos de operación y mantenimiento junto con medidas de control verificables, protocolos de clasificación de residuos, QR (Código de Respuesta Rápida) de producto para trazabilidad por lotes, diseño para el desmontaje y un plan de calidad, operación, mantenimiento. Es decir, la gestión no está fuera del proyecto y no se delega al final: la gestión está integrada en el diseño. La decisión metodológica está motivada por el “*procedimiento propuesto por el compendio para organizar causas y controles de manera sistémica basado en la tipología y permitir a los equipos gestionar riesgos antes de las crisis, en lugar de gestionarlos una vez ocurridas las crisis*” (Mejía, 2021). Más concretamente, esto “*significa adoptar prácticas de causa raíz, clasificar fallos y alinear entregables y expectativas de las partes interesadas antes del aceleramiento y la producción por lotes según el enfoque dado en sus hallazgos operativos*” (Mejía, 2021).

Finalmente, este documento apoya la investigación presentada por el GIP3, transformando recomendaciones genéricas en un protocolo replicable por tipología. Se toma directamente el llamado del libro para la tipificación de proyectos, y se añade algún conocimiento específico que produce normas válidas para la ejecución de mejores prácticas, lo que se conecta a métricas de gobernanza y rendimiento que los teóricos internacionales relacionan con resultados positivos: la baja madurez en gestión conduce a altas tasas de fracaso, una

buena gestión de proyectos conduce a mejores resultados (Project Management Institute, 2018, citado en GIP3, 2021).

La contribución añade esta agenda en forma concreta en una tipología hasta ahora poco analizada (mobiliario urbano circular) a través de parámetros operativos; roles y responsabilidades de entidades y operadores; y matrices de riesgo que relacionan decisiones de diseño con efectos en costo, durabilidad y mantenimiento. Se está, por lo tanto, ayudando a cerrar la brecha crónica entre lo que el proyecto quería lograr y los resultados que produjo, uniendo diseño y gestión de manera coherente y validada para el dominio público de Bogotá.

El documento profesional de Vásquez Salazar sobre la construcción de un centro comercial bajo el *Fast Track* (esquema de gestión de proyectos) es invaluable en que no se queda en la historia del trabajo: desglosa cómo se realizan las licitaciones, el control de supervisión y la liquidación cuando las fases se superponen y el tiempo cuenta.

Operativamente te da un ejemplo concreto del sistema nervioso del proyecto: cronogramas integrados, curvas S (si se trabaja contra estas) para evaluar el progreso, homologaciones de materiales, monitoreo de no conformidades; flujos de RFI (Requests for Information / Solicitudes de Información) y criterios de aceptación de hitos, todo “*conectado a tableros de rendimiento, permitiendo decisiones basadas en datos y previniendo decisiones reactivas*” (Salazar S. G., 2021). Su valor, por lo tanto, es también doble: por un lado, proporciona una estructura de gobernanza (quién decide, con qué información, en qué momento), y por otro lado, un mecanismo de trazabilidad que vincula el diseño con la compra, la ejecución y las decisiones de cierre, “*un elemento que será crucial cuando el proyecto se acelere para cumplir con las ventanas comerciales*” (Salazar S. G., 2021).

El objeto no es un centro comercial, pero esta referencia toca directamente el proyecto: Se debe adoptar la misma disciplina de control para ejecutar una tipología emergente: mobiliario urbano permanente producido a partir de residuos textiles. Interpretado en el contexto son curvas S como curvas de producción por lotes (de compuesto textil rígido a banco terminado), homologaciones como pruebas y hojas de conformidad (resistencia mecánica, estabilidad UV y al agua, seguridad) y control de no conformidades como lote con condiciones de reprocesamiento o descarte antes de liberar unidades al espacio público.

De manera similar, los RFI (Requests for Information / Solicitudes de Información) del caso comercial, que se convierten en consultas técnicas entre diseño, laboratorio y fabricación para ajustar uniones, tolerancias y varios detalles de diseño para facilitar el desmontaje. Consistiendo en un equipo interdisciplinario de soluciones de software y hardware, estas herramientas mitigan la brecha entre la arquitectura y la gestión: “*el diseño llega a la construcción con un plan de calidad y un protocolo de operación y mantenimiento que anticipa actos de vandalismo, reemplazo y ciclos de vida*” (Salazar S. G., 2021). Así, en una tipología circular, se añade a la investigación existente en gestión arquitectónica: demostrar que la calidad en pequeñas cantidades, una comparación del costo total de propiedad con el mobiliario convencional, el mantenimiento programado y la medición del rendimiento

cuando se utiliza, disminuyen las condiciones de alto riesgo para el diseño, fabricación e instalación en productos urbanos. Donde la literatura previa advierte que la metodología de implementación podría inclinar la balanza del éxito o el fracaso, el documento establece el caso con datos empíricos sobre prácticas para tener éxito en el caso de la cadena de materiales no tradicionales y en el caso de un cliente público que demanda (Salazar K. D., 2023; Mejía, 2021; Salazar S. G., 2021) En otras palabras, estos copiando el modelo *Fast track* (esquema de gestión de proyectos) en la práctica del diseño se dirigen a su reemplazo bajo la economía circular del mobiliario urbano para abordar la brecha de espacio de proyecto a mercado que requiere el sector público.

El trabajo de Ramírez Arias (2023) sobre implementaciones fallidas de BIM (*Building Information Modeling*) en Colombia y más allá de diagnósticos superficiales, es particularmente útil ya que identifica causas que a menudo pasan desapercibidas a nivel profesional, falta de apoyo gerencial, resistencia al cambio, pobre cooperación interdisciplinaria, pobre capacitación cruzada, etc. Y el autor no solo las enumera, sino que demuestra cómo juntas erosionan la capacidad del proyecto para mantener la calidad, el costo y el cronograma cuando el BIM (*Building Information Modeling*) se pone en práctica nominalmente (es decir, como una herramienta, no como un proceso).

El resultado es una reflexión desagradable, pero necesaria sobre la arquitectura misma: sin una guía intencional, el BIM (*Building Information Modeling*) no es más que un repositorio de archivos, no un motor de toma de decisiones. Así, el texto promueve objetivos de implementación definidos, una estrategia de capacitación, un “*equipo de gestión BIM y procedimientos de gestión de la información y requisitos de modelado para hacer el procedimiento predecible*” (Salazar K. D., 2023). Se extiende este aprendizaje a cómo está estructurada la arquitectura de datos de la investigación sobre mobiliario urbano circular: Si el interés es convertir residuos textiles post-consumo en mobiliario duradero con eficiencia funcional probada, entonces los datos no pueden ser un anexo posterior.

Se comienza y define desde el principio un “pasaporte digital” o QR (Código de Respuesta Rápida) del producto para agregar origen, composición y porcentaje reciclado y conectar el flujo de información, desde la recolección hasta la fabricación y prueba, hasta la instalación y operación en el espacio público. Y se aborda directamente la dimensión humana del cambio: Se elabora un plan de capacitación (y se aclaran roles para cooperativas y talleres) para la gestión del cambio: “*evitamos rastrear y modelar normas arraigadas solo en el libro de texto y las hacemos parte integral de la práctica diaria*” (Salazar K. D., 2023). por las personas que realmente trabajan y ensamblan los bancos. Con ello, el diseño se facilita y todas las decisiones formales y técnicas están respaldadas por datos; cada punto de datos tiene un sujeto responsable y usos operativos. La investigación interconecta la agenda BIM (*Building Information Modeling*), junto con la economía circular y el espacio público, y contribuye a los debates sobre gestión en arquitectura. Se ofrece un modelo de datos colaborativo (esquema mínimo para el pasaporte digital del producto) que mide la relevancia de estas tipologías: valores de uso (post-ocupación), fallos y mantenimiento y tiempos entre

fallos y reparación, costo total de propiedad y tasa de desvío de residuos. En resumen, se transfiere de BIM (*Building Information Modeling*) para coordinar planes a datos para la gestión del ciclo de vida del producto urbano circular, colocando la toma de decisiones en un segundo plano frente a datos trazables y capacidades instaladas en actores de cadena no tradicionales (recicladores, microfabricantes). El cambio de archivo a indicador, de software a proceso está en línea con el enfoque propuesto por Ramírez Arias y lleva la idea a un nivel superior, el mobiliario urbano modular y desmontable producido utilizando residuos textiles, para un cliente público que quiere conocer detalles sobre el uso en rendimiento. Aquí apunto a avanzar intencionalmente hacia un método de diseño para que el proyecto sea accesible. Lo que significa que la forma y la función cobran vida con condiciones de gestión explícitas: modularidad y diseño para el desmontaje según el estándar de diseño para el desmontaje y la adaptabilidad, trazabilidad técnica a través del pasaporte digital del producto alineado con la configuración europea para el ecodiseño de productos sostenibles, y evaluación ambiental y económica con análisis de ciclo de vida y costo del ciclo de vida.

Al integrar los marcos mencionados desde el inicio del proyecto, los indicadores de verificación como control final ya no son más que criterios de diseño: Costo de producción por unidad, tasa de desvío de residuos textiles, retorno de la inversión y vida útil proyectada con el objetivo de ser cuantificables, auditables y comparables con alternativas típicas.

Traducido brevemente cómo se hace, el diseño pasa de ser un objeto a un sistema manejable: uniones accesibles, piezas reemplazables, tiempos de desmontaje objetivo y hojas de prueba (resistencia mecánica, estabilidad a los rayos ultravioleta y al agua) y protocolos de operación y mantenimiento que delinean roles, frecuencias y repuestos críticos. El proyecto se rige por una matriz de responsable, aprobador- consultado- informado para aclarar decisiones y flujos de información sobre el proceso e incorpora criterios de contratación pública circular (contenido reciclado, diseño para el desmontaje, trazabilidad verificada y evaluación en términos de costo total), que se alinean con los principios de economía circular en la gestión organizacional. Esta arquitectura de procesos y datos reduce la incertidumbre, restringe los problemas típicos (variabilidad de entrada textil, vandalismo, mantenibilidad) y prepara el escenario para la industrialización por lotes con controles de calidad por unidad y por serie. Como estudio académico, se reporta un caso tipo mobiliario de permanencia circular para espacio público integrando decisiones de diseño con resultados cuantificables de sostenibilidad, económicos y de uso, cerrando una de las brechas más frecuentes entre la intención de diseño del proyecto y la ejecución gestionada. La investigación presenta un modelo de datos mínimo interoperable del pasaporte digital de producto (origen, composición, porcentaje reciclado, mantenimiento, fin de vida), indicadores de rendimiento de uso a través de la evaluación post-ocupación y curvas de costo del ciclo de vida comparadas con mobiliario convencional, lo que proporciona evidencia transferible a organismos públicos y práctica profesional. En resumen, el argumento de gestión versus arquitectura se avanza aquí en la dirección de la convergencia metodológica: el diseño se

realiza bajo reglas de gestión interna y se valida en el entorno externo mediante indicadores, con el resultado de que el sistema puede ser verificado y repetido en Bogotá.

3. MARCO DE REFERENCIA

Esta aproximación utiliza dos conceptos muy complejos, hacer el mejor uso posible de los materiales textiles durante el mayor tiempo posible y diseñar para lograr este objetivo de manera sostenible. Una nueva economía textil traza la hoja de ruta: la durabilidad, la reutilización y la reciclabilidad son principios de diseño; ciclos de mayor valor (reutilización, reparación y prefabricación) antes de considerar el final de la vida útil; y *“finalmente un cambio sistémico donde el producto no sale del sistema como residuo, sino que regresa con intención”* (Foundation, 2018). Este marco no es un eslogan, informa decisiones de proyectos tangibles como la materialidad a partir de residuos textiles, la trazabilidad técnica del flujo, la evaluación del ciclo de vida y los criterios de contratación pública circular y sobre todo, apoya indicadores verificables que harán que la propuesta sea auditable (vida útil, contenido reciclado, tasa de desvío, etc.). El informe también proporciona un puente claro, en términos de un caso de gestión con arquitectura; si se diseña modularidad y desmontaje, entonces se apoya el mantenimiento, reemplazo y retorno de materiales, y si se mide el impacto y el costo a lo largo del ciclo de vida, *“movemos el diseño del tablero de dibujo y de regreso al territorio de la toma de decisiones públicas basadas en evidencia”* (Foundation, 2018). Sin embargo, la circularidad no solo ocurre en fábricas o laboratorios; la circularidad tiene lugar en usos y mercados.

La historia de Vinted ilustra cómo una plataforma digital puede extender dramáticamente la vida útil de las prendas, reducir la demanda de nuevos productos y, paradójicamente, *“aumentar la conciencia del usuario sobre el costo ambiental de los textiles al transformarlos en elementos activos de comercio”* (Vinted, 2008). Para el marco de referencia, esto es importante por dos razones: valida la idea de que la circularidad es un conjunto completo de actores (personas, empresas, logística, datos) y no solo otra opción de servicio de reciclaje; y dice que el éxito depende de sistemas de diseño que faciliten la participación como lo hace Vinted con el intercambio y que proporcionen información confiable. Esta lección se puede aplicar a la ciudad, si se articula el punto de recolección, la clasificación de los residuos y la trazabilidad por lotes, los residuos textiles ya no serán una responsabilidad difusa y servirán como insumo para fabricar el mobiliario para la vida.

Esta fusión con principios de economía circular y conocimientos de plataformas conduce a la síntesis propositiva sobre el diseño para ser manejable. En la práctica, se refiere a adoptar el pasaporte digital de producto o QR (Código de Respuesta Rápida) que acompañe a cada artículo desde el momento de la recolección hasta la operación (origen, composición, porcentaje reciclado, mantenimiento, vida terminal), adoptando el diseño para el desmontaje para reparar y recuperar componentes, y cuantificando el rendimiento basado en métricas que alimenten la toma de decisiones públicas: costo de producción por unidad, tasa de desvío de residuos textiles, vida útil proyectada y retorno de la inversión.

Esto significa que *“el discurso de la economía circular se convierte en reglas de proyecto y criterios de contratación y el mobiliario no solo “se ve bien” o “es innovador”, sino que los*

datos establecen que reduce residuos, dura más y hace lo suyo de manera más responsable con el tiempo” (Foundation, 2018).

A nivel operativo de la economía circular textil, la asociación ibérica de reciclaje textil *ASIRTEX* es una plataforma sectorial que describe a las empresas y organismos gubernamentales para organizar, clasificar o valorizar los residuos textiles en España y Portugal. Su idea es tanto técnica como organizativa: compartir estándares de calidad de entrada, organizar la logística de acceso y mantener volúmenes que apoyen la planificación de inversiones y mantengan mercados secundarios. Para los propósitos de esta investigación, *ASIRTEX* propone una hipótesis simple y robusta *“la circularidad se organiza en una red y la red requiere reglas, datos y compromisos específicos para asegurar la transformación material y el logro de la fase de diseño en condiciones óptimas”* (asirtex, s.f.). Clasificado aquí en el contexto de Bogotá D.C., la referencia indica la construcción para establecer la gobernanza de la cadena, con actores bien definidos: Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, Secretaría Distrital de Ambiente, Secretaría Distrital de Hábitat, Instituto de Desarrollo Urbano, cooperativas de reciclaje y microempresas de diseño y fabricación. Estos arreglos de gobernanza son impulsados por *ASIRTEX* y se manifiestan en acuerdos marco (volúmenes mínimos, precio por kilogramo, niveles de residuos), estándares de clasificación (tipo de fibra, humedad, contaminación, color) y protocolos de información (registro de lotes, auditorías, pasaporte digital del producto).

En este sentido, *“la colaboración sectorial deja de ser un aspecto del discurso y se convierte en una condición de diseño para el mobiliario urbano, ya que delimita la calidad y disponibilidad de insumos para la fabricación de componentes de residuos textiles”* (asirtex, s.f.). El aprendizaje finalmente se incorpora en la investigación como reglas de gestión y métricas de verificación. Al referirse a *ASIRTEX*, se derivan indicadores operativos kilogramos recolectados por punto, rendimiento de clasificación, tasa de contaminación, tiempo del ciclo logístico que se correlacionan con indicadores de resultados del proyecto costo de producción por unidad, tasa de desvío de residuos textiles, vida útil proyectada, retorno de inversión para mostrar el desempeño técnico, ambiental y financiero.

Tal síntesis proposicional convierte la referencia europea en una hoja de ruta local, diseñar muebles modulares y desmontables solo puede ser una cuestión práctica si, como enseña *ASIRTEX*, *“existe una cadena de colaboración con responsabilidad específica y datos válidos que permitan que la propuesta sea rastreable y financiable para el sector público de Bogotá”* (asirtex, s.f.). En esa misma dirección, la Plataforma de economía circular para residuos textiles presentada por Vélez, Gaitán, Alturo Cerquera, Cuello Guzmán y Canevá Ruiz plantea una arquitectura de gestión que integra inteligencia artificial, tecnología *blockchain* que es una forma de guardar y compartir información en una base de datos distribuida, donde los registros se agrupan en bloques encadenados entre sí con códigos criptográficos, y finalmente un mercado digital bajo un mismo mérito. Su aporte es tratar recolección, clasificación y transacción no como procesos aislados, sino como un sistema

orquestrado con datos interoperables y auditables, de modo que se haga visible, casi en tiempo real, qué material hay, en qué estado se encuentra y a qué precio se intercambia.

El mensaje fundamental es claro: no hay escalabilidad para la producción de textiles sin datos interoperables, y los datos interoperables permiten integrar y reducir residuos y planificar la capacidad de transformación a lo largo de la cadena de suministro. Para esta aproximación, de alguna manera, ese aprendizaje se convierte en la arquitectura de información del pasaporte digital del producto con campos mínimos (origen, composición y porcentaje reciclado; estado y pretratamientos; fecha, lote y ubicación; precio de transferencia; mantenimiento y fin de vida), y la forma en que estos datos fluyen desde la recolección, fabricación, instalación y operación.

La IA se puede usar para mejorar la clasificación (tipos de mezcla de fibras, para detectar contaminación), *blockchain* permite rastrear e información no repudiable, por ejemplo, contenido reciclado por lote y cadena de custodia. El mercado cierra el ciclo al entrar en contratos de suministro y proporcionar señales de precio para el sistema, lo cual es el requisito previo para que los volúmenes se estabilicen y la circularidad se convierta no solo en algo deseable, sino en una estrategia económicamente sólida. Ese marco no es solo tecnológico; es, sobre todo gerencial. Consistente con la metodología, hacer para ser manejable, la plataforma propuesta por Vélez y compañía y sus colaboradores produce métricas de desempeño que vinculan la información con los fines tangibles del mobiliario permanente, costo por unidad de producción, tasa de desvío de residuos textiles, su ciclo de vida proyectado y retorno de inversión, y métricas operativas (por ejemplo, rendimiento de clasificación, tiempos del ciclo logístico y porcentaje de lotes con pasaportes activos).

Al documentar estos vínculos, la investigación presenta un caso tipo para el espacio público de Bogotá en el que las decisiones de diseño (modularidad, desmontaje, especificaciones de materiales a partir de residuos textiles) están informadas por evidencia verificable y gobernadas por contratos y roles transparentes, avanzando en la investigación sobre la relación entre gestión y arquitectura en proyectos de economía circular.

La investigación de licenciatura de Ros Cáceres (2024) es especialmente atractiva por ayudar a estructurar, desde una perspectiva de ingeniería de procesos, el antes en el material; la forma en que se recoge clasifica, pretrata y transforma el residuo textil en un insumo confiable. No simplemente enumera opciones también sistematiza rutas de clasificación, reciclaje mecánico (trituration, granulacion, formacion) y reciclaje químico (separación de polímeros, disolución selectiva, regeneración de fibras) y relaciona estas opciones con decisiones de control (humedad, contaminación, mezcla de fibras, color) que influyen directamente en el rendimiento y calidad del producto final. Dada esa perspectiva, uno podría ver el mapa operativo de esta investigación como una visión relativamente clara: *“si el producto final deseado del mobiliario urbano es demostrar su rendimiento, primero necesitaría lograr la estabilización de la "calidad de entrada" en forma de reglas de recepción, procesos de prueba rápida, así como registros trazables de cada lote”* (Cáceres, 2024). Desde la

perspectiva de caso, el documento de Ros Cáceres actúa como una lista de verificación técnica, donde las decisiones son a menudo tácitas. Por ejemplo, describe pretratamientos (descontaminación, segregación según tipo de fibra, homogeneización granulométrica), calificaciones de calidad del insumo que coinciden con su lugar de entrega (panel, elemento sólido, porción reemplazable), y ubicaciones de control para la aplicación de pruebas y medición (densidad aparente, absorción, resistencia mecánica inicial, estabilidad contra agua y radiación ultravioleta) y no conformidad (límites de humedad, proporción máxima de mezcla de fibras, niveles aceptables de impurezas). En esta estructura organizativa, se puede unir laboratorio con taller: *“cada lote llega con un estado técnico específico, sigue condiciones de procesamiento establecidas y se libera solo bajo criterios de aceptación de una calidad de producto aceptable (que asegura la fabricabilidad y el rendimiento del servicio)”* (Cáceres, 2024). Por último, situar estos juicios en un sistema de referencia justifica por qué la investigación exige hojas de datos técnicos del material compuesto, condiciones de aceptación por lote y estándares de calidad por los cuales las piezas pueden colocarse en áreas abiertas. Desde una perspectiva empresarial, es decir, pasar de la buena intención a la trazabilidad operativa donde cada pieza de mobiliario tendrá información sobre de dónde proviene en términos de una historia de producción, pretratamiento, reprueba, liberación, esta trazabilidad será llamada pasaporte digital y esa información luego se conectará con los indicadores de proyecto, en este, cada pieza lleva un “pasaporte” que conecta su fabricación con cuatro métricas simples y comparables para decidir bien: el Costo por Unidad (CPU), que es lo que cuesta producir e instalar una pieza (materiales, mano de obra y montaje); la Tasa de Desvío de Residuos Textiles (TDRT), que indica cuántos kilos de textil posconsumo realmente transformamos en mobiliario (kilos incorporados en piezas instaladas sobre kilos recibidos y procesados); la Vida Útil Estimada (VUE), que es el tiempo de servicio esperado según ensayos y seguimiento en sitio (incidencias y mantenimiento); y el Retorno de la Inversión (ROI), que mide la conveniencia económica frente a la banca convencional calculando los ahorros netos en tres años (diferencia entre costos totales de ambas opciones) divididos por la inversión del piloto, multiplicado por 100. Con estas cuatro claves (CPU, TDRT, VUE y ROI) pasamos de la intención a la evidencia: cuánto cuesta, cuánto residuo evitamos disponer, cuánto dura y qué tan rentable es elegir esta solución circular.

En términos de diseño, esto significa cerrar el ciclo entre modularidad/desmontaje y control de calidad, piezas que se pueden reemplazar cuando fallan y ser desarmadas, rastrear el proceso, o regresar a un lugar con especificaciones claramente definidas. Así es como la contribución técnica de Ros Cáceres se convierte en las *“reglas del juego que defienden el rendimiento del mobiliario y la confianza del cliente público”* (Cáceres, 2024).

En política pública, Chile añadió textiles a la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en 2025, un desarrollo histórico para América Latina que implica detener el vertido de moda rápida en el Desierto de Atacama y redirigir la cadena hacia la reparación, reutilización y reciclaje. Así, los textiles se convierten en un artículo prioritario bajo la Ley

No. 20.920, allanando el camino para la vía regulatoria para objetivos específicos y obligaciones de recolección y recuperación; el Gobierno de Chile formalizó esto (24 de junio de 2025) y la resolución exenta No. 3914 (4 de julio de 2025) formalizó la medida. Juntos, estos hitos están respaldados por una historia internacional que se centra en la necesidad de limpiar lo que queda en los vertederos textiles del norte y responsabilizar a importadores y productores en una economía circular.

Para la investigación, el mensaje operativo es que las compras y contratos públicos pueden (y deben) seguir objetivos circulares contenido reciclado, trazabilidad verificable, recuperación al final de la vida útil, evaluaciones de costo del ciclo de vida y estos resultados pueden traducirse en condiciones de licitación distrital respecto al mobiliario urbano.

3.1 Referentes internacionales.

Para fundamentar la investigación en experiencias recientes de negocios, Se reúnen tres referencias que han convertido desechos textiles en productos de diseño; entre ellas, se centra en el caso de Guaype (Ver Figura 2) debido a su cercanía conceptual con el público objetivo. Guaype se presenta explícitamente como un estudio que reduce los desechos textiles mediante la elaboración de muebles compuestos por textiles pre y post-consumo, y crea valor a partir de los desechos a través de una combinación de resistencia y propiedades duraderas del tejido; y la propuesta dice que marcará la diferencia cuando los desechos ya no puedan reciclarse en piezas funcionales o atractivas (sección principal del sitio). Además, afirma que *“tiene un propósito de reutilización y recirculación que se alinea con la economía circular y ha reportado trabajos en la mejora de la resistencia y versatilidad con centros tecnológicos con este material, afirmando así un diseño junto con estándares de rendimiento”* (Guaype, s.f.).

Figura 2. Mobiliario urbano Guaype

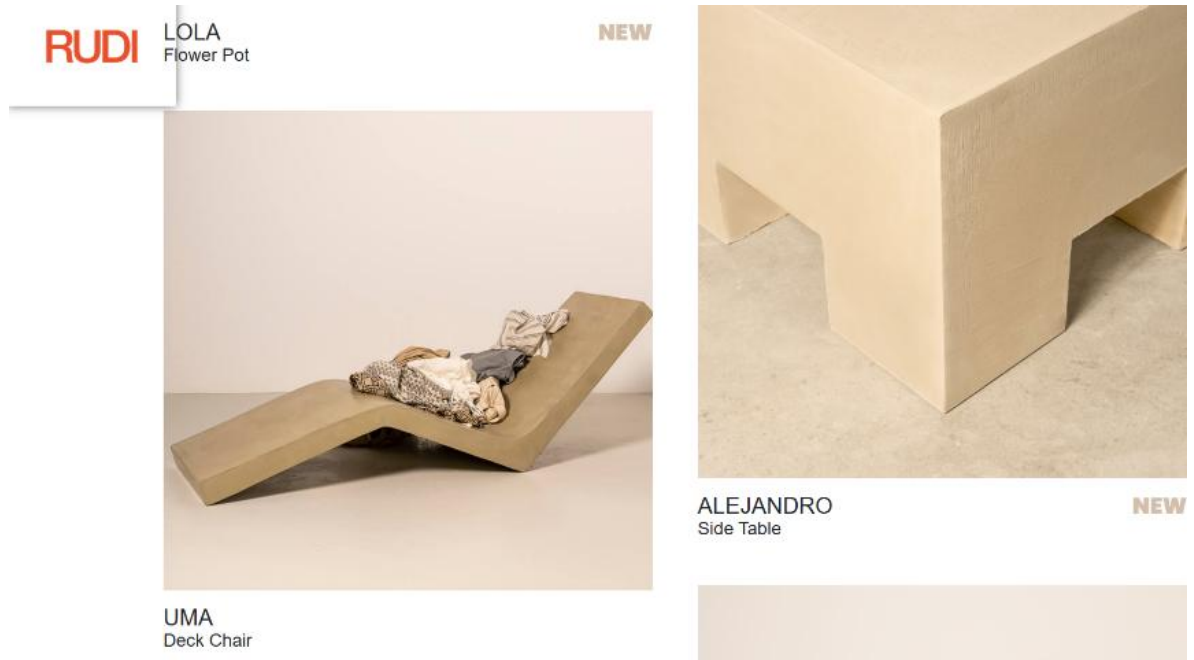


Fuente. Guaype textil circular.

Desde el punto de vista de la investigación, esta historia de negocio valida el enfoque: los desechos textiles como insumo para muebles permanentes pueden manejarse productivamente con calidad, siempre que exista un proceso (y la arquitectura alrededor de los datos). La oferta de Guaype también proporciona un ejemplo de operacionalización de criterios de diseño y gestión: su línea de muebles para negocios retail, una colección que incluye vitrinas, mostradores, sillas y accesorios, demuestra que existen mercados significativos para ese material y que la circularidad puede operar como un motor de diálogo con las necesidades de la marca, los plazos y la personalización. La señal es crítica para Bogotá: dado que el material podría soportar un uso intensivo en el comercio y el montaje temporal, es razonable anticipar su despliegue en el ámbito público de manera comprobable, tolerable, lista para acabados y liberación por lotes antes de la instalación. Por lo tanto, se asignan estas señales de valor a la especificación del compuesto textil rígido, y al servicio de fabricación por lotes en sí: control de calidad por unidad, criterios de no conformidad y documentación técnica con cada pieza (hoja de material, trazabilidad, recomendaciones de montaje y mantenimiento). Por lo tanto, lo que aparece en Guaype como un catálogo y promesa de rendimiento, en la investigación, se convierte en un requisito creíble y métrica en la contratación pública circular. Por último, el caso demuestra que el diseño trata sobre la gestión del flujo, desde la recolección y clasificación que va a la personalización de piezas y su instalación en entornos de alta visibilidad, se necesita redactar una propuesta de los roles, reglas y datos precisamente el corazón del modelo diseño para ser gestionable. En la práctica, esto se manifiesta como un pasaporte de producto digital, que registra origen, composición y porcentaje reciclado, un plan de homologación para verificar resistencia y estabilidad al clima, y tableros de seguimiento que vinculan producción con instalación y operación (vida útil, mantenibilidad, costo total de propiedad). Guaype, al declarar sus objetivos de recirculación y mejoras materiales en asociación con los centros tecnológicos, afirma que *“la circularidad no solo se trata de contar su propia historia, sino que requiere alianzas, estándares y evidencia; el mismo razonamiento está en juego con nosotros para asegurar que el mobiliario urbano hecho de desechos textiles sea rastreable, mantenible y rentable para el sector público de Bogotá.”* (Guaype, s.f.)

RUDI 1944 (Ver Figura 3) Galicia, una empresa que toma desechos textiles que podrían convertirse en muebles y superficies con alto impacto estético, a través de la fabricación local, proyectos de diseño especiales y oferta comercial ya existente para colecciones y piezas para diseño de interiores. Es un comunicador claro en diseño con materia circular, lo que implica evitar que los desechos lleguen al vertedero y en su lugar convertirlos en materiales que sean resilientes, duraderos para construir muebles y otras soluciones constructivas; en otras palabras, *“una propuesta que abarca narrativa de valor, proceso y resultados tangibles en el mercado”* (RUDI 1944, s.f.). Según el documento, este posicionamiento verifica que la circularidad puede llevar a carteras reales, no pilotos, y que el diseño junto con los procesos y los datos puede escalar en contextos locales productivos (como en el caso de Bogotá).

Figura 3. Mobiliario RUDI 1944



Fuente. RUDI 1944.

Este es un tipo de anclaje empresarial que trae dos aprendizajes clave a la mesa para la gestión del diseño en la propuesta. Primero, el producto circular debe cumplir con una narrativa de calidad y una arquitectura de marca que permita su adopción (catálogo, usos, promesas de rendimiento) por parte de usuarios y prescriptores, ya que lo que hace el material es tan importante como, cómo se cuenta para entrar en especificaciones y compras. En segundo lugar, la trazabilidad del material qué residuos se utilizan, cómo se procesan, qué rendimiento ofrece debe integrarse con un modelo de negocio con reglas claras que rijan: pedidos por lotes, tiempos de entrega, garantías y postventa; lo que se necesita para mantener la cadena y la planificación posibles. La evidencia públicamente disponible para RUDI 1944 (líneas de productos, narrativa de sostenibilidad y despliegue industrial en Galicia) destaca esta relación entre la historia del material y la viabilidad en el mercado, y es valiosa para transferir la historia a un esquema de contratación pública y operación urbana con sede en Bogotá. Como resultado, se integran estos aspectos a lo largo de la investigación, a través de un Pasaporte Digital del Producto que no solo proporciona mapas de origen, composición y porcentaje reciclado, sino que también se alinea con el ciclo comercial y operativo: tamaños y medidas, repuestos, mantenimiento programado, estados de garantía, de modo que la trazabilidad técnica dialogue con la experiencia del usuario y la toma de decisiones del cliente institucional. Simultáneamente, se han adoptado prácticas inspiradas en el caso gallego para mantener la calidad por lote (homologaciones, criterios de no conformidad, liberaciones previas a la instalación) y para reportar indicadores que hagan que el mobiliario sea bancable: costo de producción por unidad, vida útil proyectada, tasas de desvío de residuos y retorno de la inversión. En conclusión, la referencia RUDI 1944 es útil para ayudarnos a comprender

mejor cómo se conectan el diseño, la gestión y el mercado, y así cómo *“la promesa de circularidad emerge como una propuesta realizable y escalable en la cadena urbana”* (1944, s.f.)

FabBRICK (Ver Figura 4) es un material innovador y patentado creado por la arquitecta Clarisse Merlet que *“transforma artículos de tela reutilizados en ladrillos y paneles para proyectos de revestimiento y construcción interior mediante el triturado de textiles, aglutinante de base biológica, compresión, secado natural”* (FabBRICK, 2018); la propia comunicación de la empresa indica que cada unidad es única y que existe un canal de especificación formal con muestras y documentación técnica de catálogo y guías de uso para diseñadores (menús *“ÉCHANTILLONS”*, *“BOUTIQUE”*). Este flujo de fabricación de baja energía sin hornos, sin agua, sin tintes añadidos, trabajando sobre el color textil es ampliamente aceptado en la literatura informativa y técnica, fortaleciendo el carácter de reciclaje con el aglutinante de base biológica y la compresión siendo etapas clave del proceso y enfatizando el comportamiento termoacústico del proceso en aplicaciones de diseño interior (revestimiento, piezas únicas).

Figura 4. Mobiliario FabBrick



Fuente. FabBrick

Para la maduración, el itinerario es el siguiente: concepto y prototipos iniciales desde 2016, hasta cierto grado de formalización empresarial años después (la cobertura sitúa la fundación

entre 2018 y 2019), desarrollo facilitado además por la propiedad intelectual en material textil reciclado con aglutinante natural, donde se destacan las características de aislamiento acústico y resistencia al agua de los componentes resultantes *patents*.

Desde la perspectiva de la disertación, este es un punto de referencia importante para la conexión de la arquitectura con la gestión, hay materias primas para la arquitectura y una tubería de especificaciones (muestras, hojas de datos, catálogo), manuales de uso y condiciones comerciales desde el sitio oficial (y en el caso de la construcción, se proporciona al sitio oficial un sistema estándar para lo que se puede pedir, instalar, cómo se mantiene la instalación), facilitando a los compradores tanto públicos como privados, reduciendo la incertidumbre en la adquisición. Y la lección puede aplicarse directamente a Bogotá teniendo en cuenta que el sistema modular y desmontable de muebles debe significar que se requieren hojas de prueba (mecánicas, de intemperie, seguridad en uso) y orientación de instalación y uso; *“la trazabilidad debe asegurarse desde los lotes de residuos hasta el componente instalado a través del pasaporte digital del producto (origen, composición, porcentaje de reciclado, lote, mantenimiento y fin de vida) debe estar al servicio, y la comunicación de rendimiento (mecánico, acústico/térmico, estabilidad dimensional) no podría separarse de la aceptación institucional, por lo que todas las entregas deben ir acompañadas de pautas de aseguramiento y calidad así como de un catálogo que contenga todos los diferentes lotes de especímenes.”* (1944, s.f.)

Juntos, Guaype con RUDI 1944 y FabBRICK sugieren que la progresión de residuos a elementos de mobiliario y construcción es posible cuando el diseño está estrechamente ligado a la gestión de la cadena, los datos y la calidad: Guaype apunta hacia la reutilización y recirculación de muebles de alto uso en grandes entornos comerciales; RUDI 1944 convierte la circularidad en una propuesta comercial a través de la producción local y proyectos a medida y FabBRICK presta su marco documental (muestras, guías, catalogación así como la historia técnica industrial) que da al público la elección del producto. Al integrar tales cuatro características, se puede apoyar el corazón de la investigación para diseñar para ser manejable es decir, ofrecer un producto que incluya hojas técnicas medibles, trazabilidad digital, protocolo de operación y mantenimiento, y probar su rendimiento contra métricas que estén en diálogo con la contratación pública (costo de producción por unidad, vida proyectada, tasa de desvío y retorno de la inversión).

Por eso las referencias empresariales no son solo una chispa: son parte de un marco para enseñarnos cómo hacer que el mobiliario urbano sea circular, trazable, mantenible y bancable para Bogotá.

4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

La pregunta de investigación está impulsada por la siguiente cuestión, ¿En qué medida un modelo de gestión y trazabilidad de costos optimiza la cadena de residuos textiles para producir mobiliario permanente técnica y financieramente viable en el espacio público de Bogotá? La formulación primero reconoce dos cosas. Como ejemplo, *“la literatura reciente y la acción dentro de la economía circular han visto que el valor de los materiales se eleva cuando se organizan flujos estables, especificados y trazables para permitir procesos de transformación repetibles, auditables y financieramente legibles”* (Foundation, 2018). Por el contrario, el entorno del espacio público requiere que cualquier solución de mobiliario sea respondida no solo con respecto a la innovación material sino, lo más importante, en el rendimiento en uso, los costos de operación y mantenimiento, y la compatibilidad con los marcos de contratación pública. En este sentido, la pregunta no es abstracta ya que busca ver en qué medida las formas sistemáticas de organizar personas, procedimientos y datos brutos (modelo de gestión y trazabilidad) afectan los resultados físicos en el campo en comparación con las alternativas convencionales ofrecidas por el distrito.

5. HIPÓTESIS

La hipótesis, formulada en un estudio aplicado y basado en proyectos como una proposición verificable, es la siguiente: si por lotes, las rutas de transformación y la verificación in situ se estandarizan, entonces el mobiliario hecho con residuos textiles puede alcanzar un nivel adecuado de rendimiento con costos controlados. Esto producirá una desviación significativa de residuos. En la lógica causal, sus principios son transparentes. En primer lugar, la estandarización del suministro minimiza la variabilidad de los insumos (mezclas, humedad, contaminación), una cualidad que se sabe explica gran parte del fracaso en los procesos de valorización; dicho de otra manera, la calidad comienza fuera del taller. En segundo lugar, las rutas de transformación de procesos (pretratamiento, trituración, formulación, conformado, curado) con puntos de control por lotes para repetir propiedades básicas y detectar no conformidades pueden llevar a la identificación oportuna de dichas no conformidades. En tercer lugar, a través de la verificación in situ observación, conteos, encuestas cortas y registros de incidentes se conecta el rendimiento técnico con los costos reales de uso y cuidado, permitiendo comparaciones de costos con el mobiliario convencional a lo largo del tiempo.

Dentro de estos límites no se declara ninguna hipótesis; más bien, la hipótesis propuesta se prueba, con el prototipo instalado, los datos ordenados y una ventana de observación suficiente para la extracción de tendencias.

6. OBJETIVO

El objetivo general del proyecto es validar técnica, ambiental y económicamente un sistema de mobiliario urbano utilizando residuos textiles para servir como base para la investigación. Y por diseño, la validación es triple. En cuanto a la tecnología, el mobiliario debe superar pruebas básicas al aire libre (resistencia de la superficie, limpieza, estabilidad en anclajes) mientras sigue siendo estructuralmente consistente en situaciones de alto uso. Desde una perspectiva ambiental, se debe poner énfasis en mostrar la desviación de residuos en volúmenes apropiados y pérdidas de procesamiento de residuos controladas y en establecer la trazabilidad (lote y pieza específica, fecha, fuente general, peso útil). La base económica busca comparar la compra, instalación y mantenimiento durante un período de 2 a 3 años con opciones tradicionales, y transicionar el análisis del precio de adquisición al costo del ciclo de vida (es decir, el costo en línea con las mejores prácticas).

La pregunta requiere prueba de hasta qué punto un modelo organizacional cambia los resultados; la hipótesis sugiere un mecanismo plausible (estandarizar entrada, proceso y verificación en uso), y los objetivos diseñan el experimento aplicable para compararlo. El marco metodológico está respaldado por dos marcos que permiten rigor y transferibilidad, que son el análisis de ciclo de vida como un punto de vista que organiza inventarios y lecturas de impacto y el costo del ciclo de vida como un lenguaje compartido entre diseño y gestión para determinar basado en el rendimiento a lo largo del tiempo.

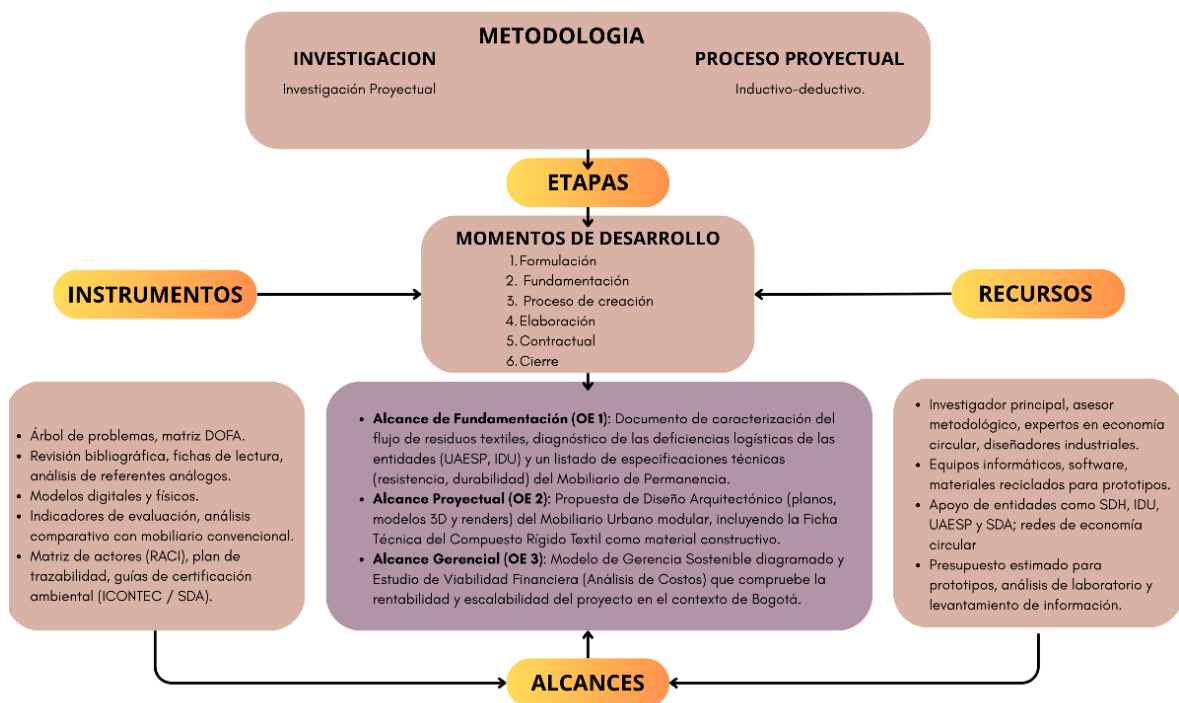
El proyecto no busca probar que un banco reciclado puede hacerse sino la construcción de con datos y documentos una categoría de alternativa circular que le diga a la gente cómo está organizada, cuánto cuesta y qué produce en el espacio público de Bogotá. Es, de hecho, el puente al que la literatura sobre economía circular y gestión de proyectos apela para construir: de la teoría a la prueba accionable.

7. MARCO METODOLÓGICO

El tipo de investigación es aplicada y basada en proyectos, con un enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo).

Se comienza con una revisión crítica y síntesis estado del arte y marco de referencia para situar los principios de la economía circular textil y la gestión del diseño, e integrarlo con un diagnóstico empírico de la cadena de residuos textiles en Bogotá (actores, flujos, calidad de entrada y costos). La verificación no se queda en lo descriptivo, se lleva a cabo a través del diseño y validación de un sistema producto y servicio de mobiliario de permanencia circular, con criterios de desempeño y trazabilidad que permiten contrastar resultados frente a alternativas convencionales. En términos prácticos, esto significa recopilar evidencia mediante entrevistas, datos operativos y costos, transformarla en requisitos de diseño manejables y verificar con indicadores si el modelo reduce residuos, mejora el costo del ciclo de vida y extiende la vida útil del mobiliario en espacios públicos. (Ver Figura 5)

Figura 5. Marco metodológico



Fuente. Elaboración propia.

Este proyecto utiliza solo un estudio de caso instrumental, un caso propiamente dicho Bogotá D.C. en un parque zonal y un corredor peatonal, no examinado por sí mismo, sino porque

arroja luz sobre un problema mayor, que es la estructuración de una cadena de residuos textiles para producir mobiliario de espacio público técnica y económicamente viable. Este enfoque de estudio fue seleccionado para observar el fenómeno en contexto, proporcionar evidencia cuantitativa y cualitativa, y proporcionar un protocolo replicable para entidades públicas que compran, colocan y mantienen mobiliario urbano. El prototipo que se utiliza aquí, en lugar de ser completamente independiente del método como se describió anteriormente, es parte del método el prototipo se diseña, fabrica, instala y evalúa como un método de producción de conocimiento situado o lo que la literatura denomina "*investigación a través del diseño*" comunicando decisiones del proyecto en lugar de abstracciones con mediciones y percepciones del mundo real.

El estudio se ubica en Bogotá D.C. y adopta un diseño de caso instrumental único, limitado a dos escenarios de uso urbano intensivo el primero, un parque zonal y el segundo un corredor peatonal. La selección se basa en tres razones; primero, ambos soportan dinámicas de permanencia y tránsito que requieren mobiliario con buen desempeño en condiciones reales (exposición al sol, lluvia, desgaste por uso). Segundo, permiten observar diferentes patrones de interacción: el parque como espacio de permanencia (sentarse, conversar, leer) y el corredor como espacio de paso y microestancias (espera breve, apoyo), lo que amplía la validez del piloto. Tercero, constituyen plataformas institucionales viables para coordinar permisos e instalación con entidades distritales, condición clave para un estudio aplicado que busca evidencia transferible a la contratación pública (IDU/SDH/UAESP/SDA).

Bajo una lógica de investigación basada en proyectos, la ubicación no es solo un "*dónde*" físico, sino un laboratorio urbano controlado donde el prototipo puede ser instalado, monitoreado y retroalimentar decisiones de diseño y gestión.

El parque zonal se utiliza para validar mobiliario de permanencia (bancas y mesas) en rutinas de uso prolongado, allí es importante medir el confort percibido, el tiempo de permanencia, la limpieza y la resistencia de la superficie a los elementos.

El corredor peatonal permite observar la resistencia a impactos, rayones, suciedad de hollín y contacto repetido, así como evaluar anclajes y seguridad en áreas de alto tráfico. En ambos casos, se documenta la línea base (conteos, incidentes, estado físico del lugar) y el antes y el después con registros fotográficos y observacionales, de modo que el desempeño del mobiliario hecho con residuos textiles se compare con condiciones preexistentes y con alternativas convencionales disponibles en la ciudad.

Este marco requiere la combinación de técnicas (entrevista, observación, registros operativos, costos) y la triangulación de resultados para mantener relevante la validez y transferibilidad de lo aprendido. El método se segmenta en cuatro fases operativas basadas en una lógica de embudo, formulación y fundamento; el diagnóstico empírico; el diseño fabricación instalación del piloto; y la evaluación en uso y síntesis de orientación. Cada fase tiene un propósito bien definido, actividades, entradas y salidas, criterios de calidad, entre otros, que no solo resultan en resultados, sino que también sirven como un 'paquete'

reutilizable que el caso contribuye no solo con resultados sino también con un instrumento metodológico reutilizable para el sector público al concluir. (Ver Figura 6)

Figura 6. Resultados de investigación

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

1. La industria textil colombiana no recicla la ropa posconsumo ya que no está dispuesta a pagar **el costo logístico**. Prefiere adquirir fibra posconsumo ya clasificada por un intermediario o enfocarse en residuos preconsumo limpios.
2.
 - **97.8%** de residuos textiles posconsumo que ingresan a vertederos de basura.
 - **174.411 toneladas/año** de residuos textiles posconsumo.
 - **90.3%** de hilos y fibras son importadas para el consumo nacional.
3. El reciclaje textil en Bogotá no prospera debido a la **carencia de infraestructura**, sumada a la desconfianza de la ciudadanía que percibe la ropa usada como "**vieja o de baja calidad**".
4. Los emprendimientos evidencian la **viabilidad y el potencial** económico de la Economía Circular textil en Latinoamérica, al demostrar que la ropa descartada puede ser transformada con éxito en productos de **alto valor agregado**.

Fuente. Elaboración propia.

7.1 Fase 1.

Formulación y fundamento. Esta fase alinea el problema con el estado del arte y traduce la literatura en preguntas y suposiciones verificables. Se divide en tres revisiones, a saber, literatura sobre economía circular textil, diseño para la durabilidad y gestión de productos en uso, con especial énfasis en la necesidad de mantener los materiales en ciclos de mayor valor (reutilización, reparación, refabricación), pero "*diseño para permitir el cuidado y retorno*" (Foundation, 2018). Al mismo tiempo, se establecen la pregunta de investigación, hipótesis y objetivos; se definen indicadores mínimos por dimensión (ambiental, social, económica y regulatoria), y se construyen algunos instrumentos piloto: formatos de recepción por lotes, hojas de proceso, listas de verificación de instalación, encuestas breves de intercepción y estructura simple para registrar costos reales (compra, instalación, mantenimiento únicamente). Además, aprovechan las mejores prácticas normativas para ofrecer pautas para el diseño metodológico, así como para servir como base técnica: ISO 14044 para organizar inventarios e interpretaciones ambientales (LCA); ISO 15686-5 para que las alternativas puedan compararse por su costo del ciclo de vida; e ISO 20887 para asegurar que la solución del proyecto apoye el cuidado, reemplazo y retorno de componentes. Criterios de calidad, el proyecto debe tener una definición clara, trazabilidad documental en instrumentos y una prueba muy corta en campo para actualizar preguntas y registros.

7.2 Fase 2.

Diagnóstico empírico (cadena textil y línea base del sitio). Hay dos capas paralelas del diagnóstico. Mapeando los actores (cooperativas, talleres, operadores), flujos de recolección y pretratamiento, puntos de entrada (mezclas de fibras, humedad, contaminación) y costos asociados en la cadena de suministro, los autores integran los datos de entrevistas semiestructuradas con registros operativos (pesajes, pérdidas, tiempos). Se busca pasar de un diagrama hipotético a una contabilidad temprana que especifique por qué la valorización es más costosa u obstructiva. Aquí, los aprendizajes de documentos de fallos de gestión de proyectos que son necesarios para la sistematización tipológica sistemática para informar riesgos y establecer controles son relevantes. La línea base del sitio incluye números (personas por hora), duración de la estancia, incidentes visibles (suciedad, daños, vandalismo) y una caracterización fotográfica antes de realizar la intervención; se introducen criterios normativos locales de instalación (dimensiones, accesibilidad, ubicación). Criterios de calidad, que son los datos fechados, consistentes, comparables; debe tener un impacto bajo en las instalaciones públicas tanto como sea posible; y una nota de campo que una observaciones y elecciones de diseño prácticas.

7.3 Fase 3.

Diseño, fabricación, instalación del piloto. Según el diagnóstico, se presenta un sistema producto y servicio que incluye tipologías (por ejemplo, banco por mesa), receta de materiales (como porcentaje de textil y aglutinante o masa), proceso (pretratamiento, trituración, mezcla, moldeo, curado) y punto de control por lote (humedad, densidad, no conformidad). Las elecciones no apuntan al acabado ideal, sino más bien a la mínima reproducibilidad y posible cuidado en uso. Las pruebas básicas en casos donde se obtiene acceso incluyen absorción de agua superficial, resistencia superficial y exposición a radiación simulada o natural para evaluar el comportamiento del material en el entorno exterior con referencia a evidencia ambiental.

Cada pieza está marcada con código de lote y fecha; se registran una hoja de producto (materiales, medidas, cuidado) y una lista de verificación de instalación (anclajes, nivelación, radios seguros). La instalación en el parque y corredor es oficial con un registro, georreferenciación y fotografías. Estándares de calidad: control de proceso por lote, registro de no conformidad y condiciones de seguridad en taller y sitio. En el espíritu de investigación a través del diseño, el prototipo instalado también es un material de investigación en bruto y no solo un demostrador estético.

7.4 Fase 4.

Evaluación en uso y síntesis de directrices. Esta fase cierra el ciclo, utilizando los datos contextuales hasta 6-12 meses. Surgen cuatro familias de indicadores

anteriormente vistas, ambiental, con enfoque en la desviación de residuos (toneladas/año así como kg por pieza) y residuos de proceso; social, involucrando conteos y duración de la estancia con encuestas de intercepción de 3-5 ítems (comodidad, seguridad, estética, confianza en material recuperado); económico, con una comparación de 3 años entre la serie piloto y un banco convencional (compra, instalación y mantenimiento); y regulatorio, para verificar el cumplimiento con las directrices de espacio público y documentación mínima por pieza (código, lote, fecha, mantenimiento). La salida se representa a través de estadísticas descriptivas, integración cualitativa y se organiza en un informe de rendimiento con tendencias antes y después y trimestrales. La fase termina con una síntesis del contrato y el proceso operativo de la siguiente manera: especificaciones de entrada por lote, documentos necesarios del proveedor, criterios de instalación, plan para mantener el cronograma y formulario para la comparación de costos para el horizonte. Los criterios de calidad, incluye triangulación (múltiples fuentes, múltiples métodos), consistencia temporal de las mediciones, claridad de supuestos y limitaciones. El diseño metodológico se sustenta en tres principios operativos, dentro de las cuatro etapas del estudio.

Primero, trazabilidad simple: cada lote y cada uno de ellos deja un rastro (fecha, origen general, peso útil, cuidado realizado) una condición mínima para auditar la circularidad y ganar confianza en la contratación pública.

Segundo, calidad en lo esencial: pocas pruebas y métricas, pero relevantes para la toma de decisiones rendimiento en uso, costos a lo largo del tiempo y cumplimiento normativo y no protocolos costosos que no existirían a escala.

Tercero, transferibilidad: todo lo aprendido se empaqueta y es reutilizable (plantillas, listas de verificación, hojas), de modo que el estudio de caso se convierte en un manual breve sobre cómo se puede organizar una cadena circular para terminar en muebles permanentes.

Esta naturaleza triple caso en contexto, prototipo como instrumento y síntesis en reglas claras es una respuesta a la insistencia de la literatura en un movimiento del discurso a la evidencia para la acción en la economía circular y la gestión de proyectos. Esta dimensión también responde a una pregunta práctica: ¿el sistema convierte los residuos textiles en materia prima útil y el mobiliario una vez instalado se comporta adecuadamente en el entorno? Tres variables se operacionalizan con indicadores simples, medibles en el campo y en laboratorio básico, para responder con evidencia: Desvío de residuos textiles, pérdida de proceso, rendimiento al aire libre.

La lógica sigue dos principios extraídos de la literatura: a saber: trazabilidad del flujo para cuantificar el valor creado a partir de la creación de valor ambiental (Foundation,

2018). Y consistencia metodológica de las mediciones y el registro para promover interpretaciones comparativas a lo largo del tiempo.

El desvío de residuos textiles trata de la definición, cantidad de residuos textiles post-consumo que no termina en disposición final porque se incorpora (directa o indirectamente) en el proceso de fabricación de muebles. Los Indicadores o toneladas por año desviadas a la cadena de transformación (t por año) o Kilogramos de textil recuperado por pieza (kg por pieza), lo que permite la normalización por tipología y comparación de series. El Cálculo y seguimiento es el desvío anual se calcula como el peso útil total por lote aceptado (peso al recibir menos rechazos/pérdidas de proceso). El kg/pieza a nivel de producto se obtiene distribuyendo el peso útil del lote entre las piezas efectivamente fabricadas con ese lote (hoja de lote es igual a hoja de pieza). Las fórmulas guía o t/año desviado = Σ (peso útil de lotes aceptados) / 1,000. o kg/pieza = (peso útil del lote) / (piezas producidas dentro de ese lote). La Frecuencia es el consolidado mensual y anual (corte de lote a auditar). La Fuente de datos es el registro de recepción por lote (pesaje, humedad, rechazos), registros sobre el proceso y hoja de trazabilidad por pieza (código, lote, fecha). El uso analítico es una medida que no solo asegura que el beneficio ambiental de la intervención sea visible (cantidad de residuos que deja de ir al vertedero), justifica la relevancia del modelo y proporciona una línea de datos para informes de circularidad. También se utiliza para compararse con condiciones de referencia (no operativas) o con otras alternativas de gestión de residuos. Pérdida de proceso, ¿Qué es? La proporción de material de entrada perdido durante la recuperación desde la recepción (es decir, limpieza, eliminación de elementos no textiles, secado, trituración y tamizado). El Indicador de pérdida por lote (%). El cálculo y registro o pérdida por lote (%) = $1 - (\text{peso útil después del pretratamiento} / \text{peso al recibir}) \times 100$. La medición por lote muestra cuellos de botella (humedad, elementos extraños, mezcla de fibras, por ejemplo) e informa adaptaciones a la especificación de entrada (criterios de aceptación) o prácticas de pretratamiento.

La Frecuencia es el consolidado por lote y mensualmente. La fuente de datos es el registro de recepción (peso bruto), hoja de pretratamiento (peso útil) y registro de rechazo/no conformidad.

El uso analítico es la merma es un indicador de rendimiento de eficiencia que juega un papel clave en el costo y el rendimiento ambiental, menos merma = más desvío neto utilizando la misma logística. En términos de discusión técnica, es útil para priorizar intervenciones (como campañas de recolección limpia o redirigir recursos hacia el secado/almacenamiento).

El rendimiento al aire libre es la definición de rendimiento del mobiliario en condiciones reales al aire libre: rendimiento en resistencia superficial e impactos menores, sensibilidad a la humedad/luvia, estabilidad a la radiación solar, mantenibilidad y longevidad. Los indicadores o Incidentes técnicos por trimestre (número de eventos que afectan la integridad o apariencia: delaminaciones, grietas, deformaciones, decoloración severa, aflojamiento de juntas y manchas no removibles) o pruebas preliminares de materiales (por ejemplo, muestras representativas por lote o serie) para la interpretación del rendimiento observado se toma en cuenta la absorción de agua por inmersión, acondicionamiento (por ejemplo, norma de referencia para plásticos ISO 62 con fines metodológicos). La exposición a UV/estabilidad del color y características (por ejemplo, prueba de cámara de xenón correspondiente a ISO 4892-2, según sea aplicable, o según lo indicado en un protocolo estandarizado para exposición natural).

La resistencia superficial/impacto ligero (registro con método repetible y umbral de aceptación establecido en las hojas técnicas). El Cálculo y registro o incidentes se registran (fecha, tipo, severidad, acción, tiempo de respuesta); las tasas se informan trimestralmente según la ubicación/tipo de uso. o Las pruebas se registran en hojas con muestra, método, resultado y criterios de aceptación; la intención principal no es, como dicen, certificar el material, sino dar contexto técnico para ilustrar cómo se comportan en el campo y ajustar la receta/detalle en consecuencia.

La frecuencia son los incidentes, mensualmente con corte trimestral, se realizan pruebas por lote representativo o antes de la serie; la exposición natural puede acumularse en ventanas de 3 a 6 meses para contrastar con el laboratorio. La fuente de datos es el registro de mantenimiento y operación; hojas de prueba y listas de verificación de inspección in situ. El uso analítico también puede ser el bloque que vincula la materialidad y el diseño con las operaciones y el cuidado. Una mayor tasa de incidentes puede indicar ajustes en acabados, bordes, anclajes o estrategias de limpieza. La lectura conjunta con los costos a lo largo del tiempo (mantenimiento) guía decisiones sobre la escala y la contratación pública.

Gobernanza de los datos, objetivos y umbrales habla de la fiabilidad de los datos que depende simple y consistentemente del registro, por ejemplo, para cada lote y pieza con código, fecha y peso; para cada intervención en el terreno (tiempo) y con quién fue la parte responsable. Evitar usar alta variabilidad en un piloto para establecer metas; más bien, se deben sugerir umbrales de decisión, por ejemplo, "si la merma > X%, reevaluar especificación de entrada y pretratamiento"; "si los incidentes trimestrales > Y por pieza, activar mejora de detalle/acabado". La forma en que se gestionan los indicadores refleja tanto el modelo de ciclo de vida (donde se organizan

inventarios, se interpretan impactos y se retroalimentan mejoras) como la idea de aprendizaje iterativo incrustado en el análisis de casos aplicados.

Triangulación e informes, habla sobre la variable ambiental no es una unidad en sí misma; se interpreta junto con el uso (más tiempo probablemente resultará en más desgaste superficial), costo de mantenimiento (las ocurrencias frecuentes aumentan los costos totales) y cumplimiento (las decisiones de ubicación reducen vandalismo e incidentes). Así, el informe de resultados necesita ser triangulado: mostrar curvas de desviación (t/año y kg/pieza), tablas de merma por lote y tasas de incidentes con fotos y notas de mantenimiento que muestren qué decisiones se tomaron y qué mejoras se sugieren para la próxima serie. Así, la dimensión ambiental se convierte en un insumo operativo para el diseño, la adquisición y la operación, cumpliendo el objetivo de pasar del discurso hacia la evidencia.

7.5 Población y muestra.

La población y la muestra se definen para dar cuenta de las características aplicadas y proyectivas del estudio que necesitan material real, entornos urbanos en uso y los actores que operan el espacio público. Se implementa un enfoque de muestreo deliberado y conveniente con criterios explícitos, teniendo en cuenta un único estudio de caso instrumental, elegido para permitir la observación del fenómeno en contexto, produciendo evidencia transferible y alimentando un protocolo replicable. El muestreo se analiza en cuatro frentes: material; sitios; usuarios; actores institucionales, lo que permite la triangulación a través de la cadena de suministro, el rendimiento en uso y la viabilidad de implementación. Material (lote de residuos textiles post-consumo). La población de referencia son los flujos de residuos textiles post-consumo urbanos en Bogotá a través de cooperativas, asociaciones de recicladores y esquemas de recolección. Se aplica un muestreo de conveniencia con especificación de entrada baja ya que el objetivo no es calcular los parámetros de población de los residuos totales, sino confirmar las condiciones del proceso y del producto utilizando el material que corresponde a la cadena real (Baptista, 2018). Los criterios de inclusión por lote son: entrega formal por una organización reconocida; fecha y peso registrados al momento de la entrega; declaración de condición básica (seco y limpio); aceptación de inspección visual (elementos extraños, humedad visible).

7.6 Criterios de exclusión.

Material biocontaminado, saturación de humedad que impida el secado en condiciones razonables, o una presencia abrumadora de un componente no textil. Ese tamaño de muestra es iterativo y opera bajo la lógica de saturación operativa (los lotes de pedidos pueden enviarse y procesarse hasta estabilizar pérdidas, recetas y propiedades mínimas del material, y los datos (código, peso usado y pérdida) de cada lote se anotan por lote para la trazabilidad en cada prototipo para el seguimiento del prototipo. Es una consideración de validez

ecológica, que es más importante que la representatividad estadística estricta: pruebas experimentales con material en bruto realmente circulante en lugar de representatividad estadística rigurosa, lo cual es típico y también esperado en un estudio de caso aplicado.

Sitios (un parque zonal y una calle peatonal). Espacio y población: la población de referencia son los escenarios públicos de alto tráfico gestionados por el distrito. Se seleccionan dos sitios con muestreo cuidadoso y criterial, un parque zonal que enfatiza las rutinas de permanencia (sentarse, hablar, leer) y un corredor peatonal con flujos de tránsito ininterrumpidos y micro-estancias (espera breve) ambos que tienen factibilidad de permisos y sistemas de limpieza y vigilancia establecidos. Establecen un rango de interacciones a observar mientras se expone el prototipo a requisitos competitivo, limpieza, mantenibilidad; desgaste por uso; exposición a lluvia y sol; y potencial vandalismo. Se creó una línea base antes de la instalación, incluyendo conteos, tiempos de permanencia, la condición física del mobiliario existente e incidentes, sirviendo como una comparación de antes y después para la implementación.

7.7 Usuarios (transeúntes y personas que permanecen).

Los usuarios correspondientes son aquellos que usan o frecuentan los sitios durante las horas diurnas. Se utiliza un muestreo de intercepción para encuestas cortas (en este caso 3 a 5 ítems, escala Likert, ítem abierto) y para la medición pautada del uso (tanto conteo como tiempos de permanencia). El muestreo de intercepción es aplicable ya que es fácil de usar durante las horas de campo y útil para obtener perspectivas situadas en el entorno urbano cuando se gestiona la diversidad temporal (mañana, mediodía, tarde, día de semana comparado con fin de semana) y se monitorea la tasa de respuesta. Se recopilan al menos de 30 a 50 encuestas para cada sitio como guía operativa y se administran durante tres ventanas de tiempo en dos días diferentes, lo que puede ser adecuado para descripciones más exhaustivas y hallazgos de antes-después.

Criterios de inclusión: >18 años, asistencia efectiva al sitio (uso o tránsito), consentimiento informado verbal. Criterios de exclusión: menores sin tutor, muestra de afectación visible, negativa expresa a participar. Las encuestas son anónimas, no capturan información sensible y duran menos de 2 minutos para evitar sesgos de interrupción. Actores institucionales [como técnicos de agencias distritales y operadores]. La población de interés consiste en miembros profesionales del Instituto de Desarrollo Urbano, Secretaría Distrital de Hábitat, Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, Secretaría Distrital de Ambiente y operadores y contratistas asociados con el control de parques y corredores. Se emplea un muestreo intencional con entrevistas semiestructuradas para verificar las necesidades de instalación, documentación y mantenimiento, así como para abordar consideraciones contractuales (qué preguntar al proveedor, qué informar, con qué frecuencia). El número de entrevistas se

determina por un proceso de saturación temática (3-6 entrevistas críticas suelen ser suficientes para que el grupo se ponga de acuerdo sobre los requisitos y dolores operativos). Las entrevistas se registran en matrices temáticas (necesidades, riesgos, métricas, frecuencia de mantenimiento) e integradas en el diseño de listas de verificación y directrices para el modelo. Esta relación entre evidencia técnica y gobernanza refleja el objetivo de crear protocolos reproducibles para la contratación pública.

Rigor y ética transversal, donde todas las submuestras comparten características de transparencia y trazabilidad: formatos de recepción de lotes, hojas de proceso con puntos de control y listas de verificación de instalación; consentimiento informado verbal, anonimato y protección de datos en archivos cifrados; autorización de notas por uso agregado de información en entrevistas y derechos de revisión de extractos. La calidad del muestreo se justifica por la triangulación de material real, uso real, requisitos institucionales y la adherencia al diseño del caso el objetivo no es la representatividad estadística de la población, sino la validez práctica para la toma de decisiones en situaciones reales.

Finalmente, la selección por conveniencia, criterios no impide la comparación y el refinamiento, los tamaños de muestra y los criterios pueden ampliarse en rondas posteriores (después de que se valide el protocolo) y el formato de registro sigue siendo aquel con el que se puede construir y aprender conocimiento.

Las técnicas e instrumentos donde los métodos e instrumentos del estudio se establecieron para monitorear el material y controlar el proceso de transformación, documentar este producto en su entorno y determinar la efectividad del uso y los costos de rendimiento. Se entiende que la lógica es sencilla, cada decisión de diseño debe contener evidencia verificable (Clark, 2017), cada resultado debe ser triangulado con al menos otra fuente o método. Los conjuntos instrumentales se reportan en detalle de la siguiente manera, cadena de suministro para la calidad y trazabilidad de la entrada se emplean formatos de recepción de lotes que incluyen campos obligatorios que serían fecha, proveedor y cooperativa, peso bruto, humedad (medición simple), rechazos y peso útil. Estos formatos se acompañan de registros fotográficos del contenido y estado del lote y acuerdos de entrega (condiciones mínimas, como limpieza básica, prohibición de biocontaminantes, tiempos de recepción), que reducen la variabilidad y mitigan los riesgos de seguridad. *“La pérdida por lote se estima de manera estandarizada para que la retroalimentación sobre la especificación de entrada (aceptar o rechazar) esté en línea con el enfoque de inventario y trazabilidad defendido por los marcos de economía circular y análisis de ciclo de vida”*(Foundation, 2018) Este paquete mueve la entrada a datos operativos para que lo que se necesite sea información sobre costos así como el rendimiento de los materiales. El proceso y material donde en el taller, se utilizan hojas de control para trituración (tamaño de partícula), mezcla (tiempos y receta con porcentaje de textil/agente aglutinante/aditivo), moldeo y curado (temperatura y tiempo) para cada una de esas etapas.

Cualquier variación se registra en informes de no conformidad con acciones correctivas. Se proporcionan hojas de prueba básicas que explican comportamientos al aire libre cuando los recursos lo permiten: por ejemplo, absorción de agua (guía ISO 62), exposición a radiación (guía ISO 4892-2) y pruebas básicas de resistencia superficial/impacto, con umbrales de aceptación determinados en la hoja técnica. La intención no es esa prueba comercial para certificar el material para su uso, sino validar la receta y registrar decisiones, decisiones de proceso y documentar aprendizajes de una forma que pueda reproducirse. *“Este control de lotes se alinea con estrategias de mejora continua encontradas en procesos de valorización textil, como se describe en la literatura técnica”* (Cáceres, 2024). El producto y sitio, esta hoja proporciona una visión general específica del producto (materiales, medidas, cuidado, código y lote) antes de la instalación.

Se utiliza una lista de verificación de instalación (dimensiones, accesibilidad, ubicación, radios/bordes seguros, tipo de anclaje) y registro (georreferenciación y fotografía) para confirmar el cumplimiento.

Por último, se proporciona un plan de mantenimiento con procedimientos y períodos (limpieza, inspección, ajuste) consistentes con el costo del ciclo de vida, la expectativa de que, con el tiempo, se cuidará bien para reducir tanto los reemplazos como los costos. Ese bloque instrumental fundamenta la solución en un concepto de operatividad: no se trata solo de instalar, sino de instalar con trazabilidad y con una guía de cuidado realista para los operadores del espacio público. Se evaluación en uso con el rendimiento se mide con cuatro instrumentos complementarios, conteos (personas/hora) y observación de actividades (tiempo de permanencia, micro-usos), encuestas de intercepción muy breves (3-5 ítems Likert sobre comodidad, seguridad, estética y confianza en el material recuperado) y un registro de incidentes con tiempos de respuesta (limpieza, reparación, reemplazo). Los conteos y observaciones conducen a series similares antes y después de la instalación; las encuestas añaden percepción situada con un bajo costo de administración; el registro ilustra la realidad operativa del día a día. La combinación mejora la credibilidad al triangular métodos y fuentes, un principio importante en estudios de caso aplicados y diseño de investigación in situ cuando se lleva a cabo dentro de un contexto.

La economía se utiliza para convertir el rendimiento en decisiones de inversión, el marco de costos se implementa utilizando tres elementos por escenario compra, instalación y mantenimiento (al menos durante 3 años, con suposiciones explícitas sobre la frecuencia de limpieza, inspecciones y reparaciones). Este análisis se mostrará en forma de comparación entre el diseño de muebles circulares y el banco de referencia común en la ciudad. La estructura se basa en el costo del ciclo de vida, trasladando su atención del precio inicial a los costos a lo largo del tiempo; buenas prácticas en la adquisición y operación de activos urbanos). Este instrumento económico es lo que llama cerrar el círculo metodológico reúne lo que sucede en el taller y en el sitio con el lenguaje presupuestario de las entidades públicas.

La gobernanza de datos, calidad y ética. Hay tres garantías para todos los instrumentos, primero, trazabilidad donde cada lote o pieza tiene un código, y cada medición está fechada y atribuida. Segundo, piloto y ajuste, las encuestas y listas de verificación se prueban en una etapa temprana (semana 1–2) para resolver ambigüedades y tiempos de aplicación.

Tercero, ética de campo donde las encuestas son anónimas debido al consentimiento verbal y la falta de datos sensibles; las entrevistas institucionales se documentan con permiso y uso agregado de datos. Combinado con este arsenal de metodologías e instrumentos, el estudio de caso se convierte en un sistema de aprendizaje donde *“cada nuevo dato recopilado informa tanto el rediseño, las operaciones y el costo, abordando el objetivo de convertirse en una fuente de información que se pueda operar”* (Foundation, 2018). Procedimientos utilizados en estos procedimientos por método.

Fase 1. Formulación y fundamento.

La primera etapa organiza el punto de partida: convertir la intuición de oportunidad (residuos textiles en muebles permanentes) en preguntas, suposiciones e instrumentos manipulables. Se realiza una revisión documental sobre economía textil circular, diseño para la durabilidad y gestión de productos en uso con el propósito de resaltar principios operativos (incluyendo materiales para ciclos de mayor valor; *“facilitando la reparación y el retorno; privilegiando mediciones simples y comparables) que se consideran “reglas del juego” para el resto del proceso”* (Foundation, 2018). Usando este marco, se definen indicadores mínimos por nivel (ambiental, social, económico y regulatorio) y se desarrollan plantillas de registro, formatos de recepción de lotes, hojas de proceso (trituración, mezcla, moldeo y curado), listas de verificación de instalación, hojas de piezas y encuestas de intercepción. Además, se formalizan los acuerdos con los miembros de la cooperativa y el taller (condiciones de entrega, franjas horarias, condiciones aceptables) al mismo tiempo, para que esto sea un rastro rastreable de entrada de principio a fin (fecha, peso, condición). Se programa un piloto de instrumentos (1–2 semanas) para modificar preguntas, tiempos y campo, como se recomienda en las buenas prácticas de investigación mixta: probar, corregir, documentar.

Cierre de fase: procedimientos de instrumentos, indicadores y rendición de cuentas, con criterios de calidad claros (consistencia, integridad y firma).

Fase 2. Diagnóstico empírico. (Ver Figura 7)

Esta fase desciende al campo y al taller para evaluar la realidad de la cadena y el sitio antes de asumir un papel. Se realizan la recepción de lotes y preclasificación (pesaje, humedad simple, registros fotográficos, descarte de elementos extraños, secado y limpieza básica) en la cadena, pruebas exploratorias de mezcla y curado para identificar sensibilidades (tamaño de partículas, proporciones, tiempos), y estimación de contracción de lotes para determinar cuellos de botella y cambiar especificaciones de entrada. Se define una receta base (porcentajes, parámetros de proceso y umbrales de aceptación) basada en estos hallazgos, y se documentan las no conformidades seguidas de acciones correctivas. Simultáneamente,

también se establece una línea base en el sitio, incluyendo conteos (personas por hora), tiempos de permanencia, incidentes observados (suciedad, daños, vandalismo) y caracterización fotográfica con vistas fijas. El argumento es que lo que implican los "*números iniciales*" no es solo una suposición, sino un predictor del futuro, qué cambios se atribuyen más fácilmente a la participación.

Figura 7. Unidades de análisis



Fuente. Elaboración propia.

Fin de fase: mapa de cadena de operación para representar costos y contracción, y hoja de sitio con trazas preliminares.

Fase 3. Diseño, fabricación, instalación.

Un sistema producto-servicio se convierte en un producto con el diagnóstico. En el diseño, se definirán tipologías (como banco o mesa), dimensiones, radios, con detalles para ayudar al cuidado y limpieza, y materiales y uniones que sean adecuados para el entorno. En la fabricación, se realiza una serie piloto en la etapa de lote bajo control de proceso: hojas de trituración (granulometría), mezcla (receta, tiempos), moldeo y curado (temperatura y tiempo), con registros de no conformidades. Se realizan pruebas simples de materiales para interpretar el rendimiento después de la exposición a los elementos (como guía metodológica, absorción de agua y exposición a la radiación) y se generan hojas de producto con el cuidado adecuado, si es aplicable

Para la instalación, se aplica una lista de verificación de regulación (dimensiones, accesibilidad, ubicación y anclajes), se crea un informe utilizando georreferenciación e imágenes, y cada parte se marca con un código/lote y, opcionalmente, un código QR (Código de Respuesta Rápida) que conecta a su hoja de trazabilidad (Vélez et al., 2024). Criterios de cierre: artículos instalados y completamente documentados; el personal conoce la rutina de cuidado; y una línea activa de reporte de incidentes.

Fase 4. En un estudio de uso y síntesis de directrices se realiza la evaluación del estado actual e interpretación de las directrices establecidas. La fase final es crucial para la verificación, observación en el mundo real del prototipo durante 6-12 meses. Se proponen y planifican intervalos de medición basados en la semana 0, mes 3-6 y mes 6-12 con cuatro familias de datos integradas; ambiental (desviación de residuos, toneladas/año y kg/pieza; pérdida por lote; incidentes técnicos por trimestre), social (asistencia, duración de la estancia, cuestionarios de intercepción sobre comodidad, seguridad, estética y confianza), económica (tabla de costos: compra, instalación y mantenimiento; comparación de 3 años con la banca convencional); y regulatoria (cumplimiento y documentación por pieza). La investigación incluye: síntesis estadística descriptiva y cualitativa (temas de entrevistas, observación), recopilación de datos para confirmar las tendencias antes-después y trimestrales; triangulación (múltiples fuentes/métodos).

Los hallazgos se utilizan para compilar informes de rendimiento y principalmente para generar directrices para la contratación y operación: entradas mínimas por lote (limpieza, humedad, mezcla), documentación a ser proporcionada por el proveedor (hoja por pieza), requisitos de instalación (ubicación, anclajes, radios), cronograma de mantenimiento (frecuencia de trabajo, personal adecuado, tiempos de respuesta) y registros de evaluación comparativa por costo de ciclo de vida. Primero, una propuesta de escalado aclara qué se retiene, qué cambia y las capacidades necesarias para propagarse en un distrito diferente. A lo largo de las cuatro fases, tres hilos clave guían el proyecto.

El primero es la trazabilidad simple: *“cada lote y cada pieza necesita suficiente rastro para auditar la circularidad y el rendimiento, que es un requisito central en los marcos de economía circular”* (Foundation, 2018). Segundo, calidad pragmática, un número limitado de pruebas, pero relevantes para decisiones rendimiento, costos a lo largo del tiempo, cumplimiento por lo que mínima instrumentación técnica y baja transferibilidad. Tercero, transferibilidad institucional, todo viene en formatos reutilizables (plantillas, listas de verificación, hojas), ya que nadie realmente necesita demostrar que es viable en el caso, pero hay un protocolo replicable para usar en la reducción de la incertidumbre técnica y contractual en ese caso. En consecuencia, el enfoque va un nivel más profundo que hablar; crea evidencia operativa, nombrando diseño, gestión y evaluación pública.

Datos cuantitativos, el estudio emplea una combinación de datos cuantitativos y cualitativos, mientras que los datos cualitativos se realizan en un diseño de método mixto convergente, que resulta en el procesamiento concurrente de los datos cuantitativos y cualitativos y el análisis por separado y luego integrado para probar la hipótesis y responder al objetivo abordando el rendimiento ambiental, social, económico y regulatorio a través del marco de toma de decisiones único. Resumen, es cuantitativo en forma de medidas descriptivas, antes-después y comparativas.

La parte cuantitativa se desglosa en tres secciones.

1. Estadísticas descriptivas de operación: se presentan estadísticas de tendencia central (media/mediana) y dispersión (desviación estándar, rangos intercuartílicos) tanto para la asistencia (personas/hora) como para la duración de la estancia, por sitio y franja horaria y período (semana 0, mes 3-6, mes 6-12). Las tasas por pieza (eventos/pieza/trimestre) para incidentes técnicos se informan trimestralmente y se presentan con histogramas o gráficos de Pareto que clasifican las causas frecuentes.
2. Circularidad y eficiencia: la desviación de residuos se muestra en toneladas/año y kg/pieza, series acumulativas (para cada lote) y la pérdida de proceso se estima por porcentaje por lote y se resume en tablas (mínimo, máximo, mediana) para identificar cuellos de botella. Esta contabilidad también se relaciona con la lógica de inventario y aspectos de trazabilidad del análisis del ciclo de vida.
3. Costos y comparación inter-alternativa: se construye una comparación de 3 años (mobiliario piloto vs. banca convencional) con tres elementos y compra, instalación y mantenimiento según el enfoque de costo del ciclo de vida. Los valores presentes (limpieza, frecuencia de inspección, tasas de reemplazo, correcciones de incidentes) se presentan con supuestos explícitos, y se incluyen análisis de sensibilidad para los supuestos más influyentes, como la frecuencia de mantenimiento.

La conclusión no es simplemente una opción es más barata sino más bien cuándo una alternativa es más poderosa que la otra, en línea con ISO 15686-5. Se utilizan pruebas no paramétricas (Wilcoxon/Mann-Whitney para medianas) en comparaciones antes-después (línea base vs. seguimiento) cuando la distribución lo requiere; donde el muestreo es pequeño (como se puede observar con algunos estudios aplicados), se prefieren intervalos de confianza y gráficos de cambio (gráficos de espagueti) a inferencias, manteniendo la sensibilidad interpretativa del estudio de caso. Se registran reglas de limpieza (valores atípicos, faltantes, duplicados) y se mantienen registros de transformación (auditable).

Cualitativo es el análisis temático de entrevistas y observación. La calidad de la herramienta cualitativa incluye entrevistas semiestructuradas con equipos técnicos que trabajan con entidades distritales y operadores, así como encuestas de intercepción (pregunta abierta final), y observación sistemática (notas de campo). El análisis adopta una trayectoria de análisis temático-reflexiva:

Familiarización (lectura y memorización), 2. Codificación inicial (códigos abiertos capturando necesidades, riesgos, facilitadores de instalación, mantenimiento, percepción del usuario), 3. Agrupación en temas (por dimensión: por ejemplo, cuidado y limpieza, seguridad y vandalismo, documentación y trazabilidad, aceptación y uso estético), 4. Revisión temática y definición y selección de citas de referencia apropiadas y matrices de resumen asociando cada tema con implicaciones de diseño y gestión). Se establece una pista de auditoría; se aplican estrategias de credibilidad: triangulación con datos cuantitativos, contraste de casos negativos (como en situaciones cuando el mobiliario no respondió como se esperaba), y retroalimentación oportuna de los hallazgos a informantes institucionales para posibles pruebas de plausibilidad, la integración que es la triangulación y muestras conjuntas.

Hay dos niveles de integración, el nivel de indicador, por ejemplo, si la tasa de incidencia aumenta en el corredor peatonal, se valida cruzando con notas de campo (eventos de choque y rozamiento, suciedad acumulada) y con la percepción del usuario (comodidad y seguridad) para tomar decisiones sobre cambios de detalle (bordes, texturas, anclajes) o rutinas de cuidado (limpieza, ajuste). Si la pérdida de un lote es alta, se triangula con entrevistas a cooperativas para identificar cambios en la especificación de insumos (seco y limpio) o en el pretratamiento (secado y tamizaje). El nivel de decisión pública, cuando se crean muestras conjuntas (tablas o gráficos integrados) para representar costos durante 3 años, uso y percepción, incidentes y cumplimiento en una perspectiva para ayudar en las recomendaciones para la adquisición y operación pública.

El objetivo es articular evidencia en reglas: en qué debe insistir el proveedor (documentación por pieza, control de lotes), cómo instalar (criterios normativos), cómo mantener (frecuencias y tiempos de respuesta) y cómo medir (tablero de seguimiento). La prueba de la hipótesis e informe. Según los criterios experimentales, la hipótesis si el suministro se estandariza a través de lotes, mediante transformación y verificación in situ, entonces el mobiliario con residuos textiles (Ver Figura 8) logra un rendimiento adecuado y costos controlados, produciendo una desviación significativa se compara:

Ambiental, que es la tendencia al alza de la desviación (t/año; kg/pieza), pérdidas de lote limitadas.

Técnico u operacional, es decir la tasa de incidencia estable o decreciente y tiempos de respuesta dentro de límites razonables para la operación pública.

Económico se propone un costo a 3 años igual o menor que el banco convencional bajo supuestos explícitos.

Regulatorio, es el cumplimiento de instalación y trazabilidad por pieza (hoja, lote, cuidado). Y si los patrones se superponen, se confirmará la prueba operativa de la hipótesis en el contexto con las restricciones de la instancia, mientras que los datos divergentes se presentarán (por ejemplo, buena desviación, pero costos mucho más altos), se harán sugerencias para la mejora (realizando ajustes a la receta, limpiando la colección, detallando el diseño) y los criterios bajo los cuales el modelo se vuelve viable.

Ética, calidad y gobernanza de los datos, donde todos los análisis mantienen el anonimato en encuestas y entrevistas y utilizan datos operativos agregados; se documenta un diccionario de datos y flujo de versiones. Esto garantiza la reproducibilidad en su análisis. Los criterios para la calidad del análisis incluyen triangulación, consistencia temporal (mismos intervalos de tiempo y también cortes), y también transparencia de supuestos (tasas de mantenimiento y periodicidades realizadas en la comparación económica). En línea con la economía circular, los análisis ofrecen retroalimentación útil para el próximo ciclo: mejorar la especificación de insumos; cambiar recetas y acabados para ajustar; optimizar rutinas de cuidado; y afinar las pautas de contratación.

Calidad, validez y fiabilidad. La calidad del estudio incluye verificar y adaptar y documentar. Así, se realiza un piloto de instrumentos durante la primera semana con encuestas de intercepción, conteos y formatos de registro (lotes, proceso, instalación). El piloto tiene como objetivo ambos: aprender si las preguntas se entienden (tiempo de aplicación, ambigüedades, orden), y observar cómo se mueven los registros operativos dentro del taller y en el sitio. Al hacer una pregunta, se aplican microajustes (redacción, escalas, secuencia) y las instrucciones se repiten en consecuencia para estandarizar quién pregunta, dónde, cuándo y de qué manera se toma el registro.

Figura 8. Prototipo 1 mobiliario urbano



Fuente. Elaboración propia.

Este proceso mejora la validez de contenido, lo que se mide corresponde a lo que les importa a ellos, y fortalece la fiabilidad, cuando alguien más usa el instrumento, obtendrán medidas similares. Para el material, la fiabilidad se mantiene mediante el control de lotes. Cada entrega de residuos textiles llega completa con criterios específicos para la aceptación (limpieza básica, humedad permitida y descarte de sustancias extrañas), pesaje en la recepción y pretratamiento de residuos (secado, trituración, tamizado) causando la traza visible de peso útil y pérdida. Esa rutina produce las propiedades en el material compuesto que pueden repetirse, ya que reduce la variabilidad de entrada y registra las desviaciones con los informes de no conformidad y acciones correctivas. Cuando los recursos están disponibles, se aplican pruebas básicas (absorción de agua según ISO 62; exposición a radiación de xenón según ISO 4892-2), con el objetivo no tanto de certificar sino de contextualizar el comportamiento al aire libre y facilitar la toma de decisiones técnicas. Esto, por lo tanto, elimina la dependencia de la experiencia de taller y se solidifica en prácticas repetibles, en línea con la lógica de inventario y control que es fundamental para el análisis

del ciclo de vida. La validez interna del caso se mejora mediante la triangulación de fuentes y métodos. Y para cada descubrimiento clave, se busca al menos una verificación independiente: los registros de campo (tasas de flujo, tiempos de permanencia, incidentes) se comparan con las percepciones del usuario (encuestas breves) y entrevistas con equipos técnicos sobre mantenibilidad y requisitos de instalación. Los datos técnicos (tasas de incidentes y pérdidas de lotes) se comparan posteriormente con hojas técnicas (receta, curado, anclajes) y fotografías georreferenciadas, que muestran la situación real en el sitio.

Esta integración de evidencia cualitativa y cuantitativa reduce sesgos, permite explicar contradicciones y ofrece profundidad de interpretación antes y después de los cambios, un criterio de calidad crítico tanto para estudios de caso como para diseños mixtos.

La trazabilidad documental es el cuarto pilar donde cada pieza instalada lleva un código que vincula su lote de origen, hoja de fabricación (receta, fecha, no conformidades) e historial de intervenciones (limpieza, reparaciones, reemplazos) en un libro de registro. Esta cadena de evidencia proporciona pruebas para auditorías, previene la pérdida de información y proporciona los medios para correlacionar el comportamiento de uso con las circunstancias de entrada y procesamiento. *“Cuando es posible, se incluye un código QR (Código de Respuesta Rápida) para conectar la pieza con una hoja resumen para el operador de acuerdo con propuestas recientes para pasaportes digitales de productos para cadenas circulares”* (Salazar K. D., 2023). Como tal, la trazabilidad también permite la validez externa (transferibilidad), si alguien más quiere replicar, puede ver qué se hizo, con qué entrada y con qué resultado. Se mantiene la calidad de la transparencia analítica. Finalmente, desde un punto de vista cuantitativo, se informan las reglas de limpieza de datos (tratamiento de valores atípicos, datos faltantes, tratamiento de duplicados) y se favorecen los intervalos de confianza y visualizaciones de cambios en los casos de muestras pequeñas para asegurar que las inferencias se minimicen y las cifras sean útiles en contexto.

Cualitativamente, se mantiene un registro de decisiones (rastros de auditoría) sobre la codificación y generación de temas; se solicitan casos negativos que contradigan el paradigma general; y, siempre que sea posible, se realiza un breve retorno a los informantes institucionales para validar la plausibilidad. Estas prácticas convergen hacia la credibilidad, confiabilidad y conformabilidad, todos estándares fundamentales del rigor cualitativo. Finalmente, la calidad del estudio incorpora aspectos de ética y gobernanza de datos: obtener el consentimiento informado verbal y el anonimato de los participantes de la encuesta, restringir la recopilación de información personal y mantener archivos en repositorios controlados por versiones. Se propone el diseño de un diccionario de datos y un mapa de flujo (quién captura, dónde se almacena, quién accede) para que otra unidad técnica pueda copiar el protocolo. En conjunto, el piloto del instrumento, el control de lotes, la triangulación y la trazabilidad no son solo formalidades, sino la manera en que esta investigación transforma la innovación material en evidencia válida y accionable para la contratación pública y la operación de espacios públicos. En otras palabras: la calidad metodológica es la infraestructura no vista que promueve el paso de buen intento a procedimiento replicable.

Cronograma macro.

(referencia 24 semanas) El cronograma consta de cuatro segmentos que conectan conocimiento, prototipo y evidencia en uso.

La lógica es intencionalmente iterativa y al final de cada segmento, se tiene un hito de calidad (es decir, puerta) que mueve lo aprendido hacia la siguiente etapa con trazabilidad y criterios claros. Por lo tanto, previene el desperdicio de tiempo haciendo por hacer para cimentar el aprendizaje operativo para un caso transferible a la contratación pública y operación de espacios públicos.

Semanas 1–4: base, acuerdos y línea de base.

La base metodológica se construye en el primer segmento. Las primeras 2 semanas llenan los vacíos: revisión de literatura dirigida y marcos (economía circular textil; pautas de operación y mantenimiento; principios de diseño para apoyar el cuidado y retorno), establecimiento de criterios de variables e índices por grado de dimensiones (ambiental, social, económico, regulatorio), y cierre de los instrumentos (formatos de recepción de lotes, hojas de proceso, listas de verificación de instalación, encuestas de intercepción y libro de registro de incidentes).

Durante la Semana 3, se firman acuerdos operativos con cooperativas o talleres sobre las condiciones de entrega, ventanas de tiempo, criterios de aceptación, y con entidades distritales para permisos y coordinación de instalación. El piloto del instrumento y la línea de base del sitio se llevan a cabo en la Semana 4 las tasas de flujo, tiempos de permanencia, registro fotográfico georreferenciado, eventos pasados y verificación de condiciones regulatorias locales. El último hito de esta sección es un expediente de inicio que incluye un protocolo de medición y trazabilidad, matrices de indicadores con metas y acuerdos de decisión acordados, y ajustes documentados *post-piloto*.

Semanas 5–10: pruebas de materiales y receta base; fabricación del primer lote.

Se pasa del papel al taller. Las semanas 5-6 reciben residuos textiles en bruto en formatos de recepción (pesaje, humedad, rechazos) y realizan pequeñas pruebas de proceso, granulometría de trituración, proporciones de mezcla, tiempo de curado, condición y registros iniciales de no conformidad. La calidad debe ser pragmática, se utilizan muy pocas pruebas, pero para explicar el rendimiento al aire libre, cuando sea posible, se aplican una serie de procesos básicos (absorción de agua según ISO 62, exposición a radiación según ISO 4892-2, etc.) para la interpretación de recetas y descripción de la toma de decisiones, sin buscar certificación formal en esta etapa.

Para las semanas 7-8, se elabora la receta base y se escala a producción piloto según lotes controlados (hojas de trituración, mezcla, curado, residuos por lote y trazabilidad con códigos).

Semanas 9-10 se fabrican piezas terminadas (banco, mesa por tipología), se preparan las fichas de producto (materiales, cuidado, lote, fecha), se finaliza el plan de mantenimiento. El hito del lote piloto es la fase de liberación del lote piloto, con receta y parámetros y control de lote trazable, y se completa la lista de verificación de instalación para el campo (ISO 14044, 2006).

Semanas 11-12 se propone la instalación piloto; puesta en marcha. Durante estas dos semanas, se pasa del taller al ámbito público donde se reservan permisos y ventanas de intervención con administradores de parques y corredores; la instalación se realiza con un registro, georreferenciación y documentación fotográfica; y cada pieza lleva un código o lote y cuando es posible un código QR (Código de Respuesta Rápida) que lleva a su hoja de trazabilidad y cuidado. Los criterios normativos (dimensiones, radios seguros, accesibilidad, anclajes) se verifican con una lista de verificación de cumplimiento firmada por el equipo técnico.

En la semana 12, el mobiliario entra en servicio, lo que permite esta comparación antes y después con la medición de referencia. Un hito es la comisión de las partes instaladas, documentación completada y una línea de acción de incidentes y respuesta en funcionamiento.

Semanas 13-24, el monitoreo en uso, mantenimiento programado y consolidación de resultados. El tramo más largo recoge evidencia a través de tres cortes que sería mes 3-4, mes 5-6 y mes 6-12 (este último puede extenderse más o menos de 24 semanas dependiendo del rango de estudios de la investigación). Para cada corte, se completa un conjunto de medidas con un paquete integrado de mediciones, conteos más tiempos de permanencia (misma metodología más franjas horarias), encuestas de intercepción de 3-5 ítems que son comodidad, seguridad, apariencia, confianza en material recuperado, registro de incidentes, tiempo de respuesta y actualizaciones de costos reales de limpiezas, reparaciones y reemplazos. Concurrentemente, se recopilan y comparan indicadores ambientales t/año, kg/pie a desviada; residuos por lote, y tendencias de incidentes técnicos por pieza/trimestre se registran y comparan con condiciones de proceso (receta, curado, anclajes) para cerrar el ciclo de diseño, uso, ajuste.

El proceso de mantenimiento programado acordado se completa, seguido de documentación individualizada de cada pieza (fecha, tipo y parte responsable). El hito intermedio (aproximadamente semana 18) es un informe parcial tratando de afinar rutinas o resaltar casos si surgen contingencias (por ejemplo, decoloración acelerada o aflojamiento de juntas). El último hito (semana 24) es el informe de rendimiento y síntesis de directrices, comparación de 3 años entre mobiliario piloto y banco convencional compra, instalación y mantenimiento; triangulación de resultados ambientales, sociales, económicos; y recomendaciones de

contratación (documentación por pieza, especificación de entrada de lote, criterios de instalación y plan de mantenimiento), con una propuesta para escalar (sitios, lotes, proveedores).

Gestión de riesgos y reservas donde para cada parte, el cronograma agrega reservas de tiempo para permitir la variabilidad normal del contexto: retrasos en permisos, variabilidad de calidad de lotes, ajustes post piloto de instrumentos, etc. La regla es clara, no avanzar desde la puerta excepto bajo calidad mínima (instrumentos validados; receta base con control de lote; lista de verificación de instalación firmada; protocolo de seguimiento claro). Esta disciplina temporal, influenciada por las mejores prácticas de diseños mixtos y estudios de caso exhaustivos, hace que el resultado no sea meramente una instalación, sino un caso documentado, trazable y replicable.

Recursos y propósitos.

El estudio de caso tiene como objetivo pasar de la imaginación a la evidencia en uso a través de un equipo central, un grupo de apoyo de alianzas con roles y funciones claras y la dotación de recursos de elementos cruciales que facilitarán la continuación dentro de la cadena de suministro hasta la instalación del taller y el seguimiento. La idea operativa es sencilla, cada operación debe tener un enlace a qué, cuándo y de qué manera se hizo, y cada recurso debe sostener el ciclo desde el lote recibido hasta el componente instalado y mantenido (en línea con un diseño multidisciplinario y estudio de caso centrado en la validez operativa y la replicación: Creswell & Plano Clark).

Equipo central.

Consolida el diseño de investigación, instrumentos (formatos de lote, listas de verificación, encuestas) y calidad de datos (control de versiones, diccionario de datos, cronograma). En un diseño de investigación, es necesario trabajar con fuentes de datos que puedan tener un enfoque claro en sus implicaciones para estudios futuros. Acuerdos con un requisito de decisiones documentadas en taller y en sitio, y métricas recopiladas simultáneamente durante los mismos tiempos, para que se pueda realizar un análisis antes y después (Clark, 2017).

Diseño.

Procesa resultados de diagnóstico en especificaciones de producto (radios, juntas, acabados, ergonomía contextual), crea planos y fichas de producto, e incluye pautas de instalación y cuidado. Lo que implica esa tarea es, diseñar para ser operable, es decir, que lo que se imaginó pueda ser producido, instalado y mantenido en la realidad, siguiendo la lógica de transferencia e investigación proyectiva.

Producción.

Maneja el control de lotes (pesaje, humedad, residuos), hojas de proceso (trituración, mezcla, moldeo, curado) y registros de no conformidad con acciones correctivas. Donde el equipo está disponible, coordina pruebas básicas (absorción de agua; exposición a radiación) para contextualizar el rendimiento al aire libre y evita alcanzar certificaciones formales a través de la fase piloto.

Instalación.

Realiza el trabajo en sitio con un registro y georreferenciación, utiliza lista de verificación normativa dimensiones, Accesibilidad, Anclajes y etiqueta cada pieza con código/lote y QR (Código de Respuesta Rápida) a hoja de trazabilidad, según corresponda. *“Es esencial para la comparación con mobiliario convencional y para el cumplimiento documental con entidades públicas”* (CVN, 2024).

Evaluación y mantenimiento donde se opera un plan de seguimiento (conteos, encuestas, incidentes, tiempos de respuesta), consolida costos reales y crea informes parciales y finales. Su papel asegura la caja negra del uso real qué se rompe, cuándo, cómo y cuánto está involucrado en costos. A menudo se menciona que este es un insumo central para el análisis de costos del ciclo de vida.

Aliados.

La red de aliados permite cerrar el ciclo y anclar el piloto a dinámicas reales, Cooperativas de reciclaje que suministran lotes de residuo textil con acuerdos de entrega (limpieza básica, ventanas horarias, separación de elementos ajenos), estos acuerdos reducen merma y mejoran la calidad de entrada, condición directa para fabricar con eficiencia. Taller de transformación que aporta infraestructura y oficio (trituración, mezclado, moldeo, curado y almacenamiento temporal). Debe adoptar los formatos de control por lote y proceso, y aceptar auditorías internas de la coordinación metodológica. Los laboratorios o Universidades son un soporte para ensayos básicos (muestras representativas, protocolo simple, ficha de resultados) y discusión de protocolos, lo suficiente para interpretar desempeño y orientar ajustes en receta o detalle (Ros Cáceres, 2024). El operador de parque o corredor es el que gestiona permisos, ventanas de trabajo y rutinas de cuidado (limpieza e inspecciones), además de canalizar reportes de incidencias y tiempos de respuesta. Funciona como cliente u operador que valida si el producto es mantenible en condiciones reales.

A nivel de gobernanza, se recomienda un acuerdo marco tipo RACI responsable, aprobador, consultado, informado que evite ambigüedades, por ejemplo, la coordinación aprueba cambios de receta, producción implementa, laboratorio consulta sobre efectos, operador es informado sobre impactos en cuidado. Esta claridad alinea decisiones técnicas con responsabilidades de operación.

Recursos críticos.

Los recursos se agrupan en cuatro bloques:

Espacio y equipos de proceso o sea el área ventilada para acopio y pretratamiento, triturador o guillotina para reducción de tamaño, mezcladora o dispositivo de homogeneización, moldes y sistema de curado (natural o controlado); estantería para curado o almacenamiento. Estos recursos sostienen la repetibilidad de propiedades y la reducción de merma.

Instrumentación básica, se necesita una báscula calibrada; medidor simple de humedad; herramientas para instalación (taladro percutor, llaves de torsión, anclajes); plantillas de instalación y elementos de seguridad (EPP). Allí donde sea posible, acceso a cámara de luz/UV o convenio para una exposición natural estandarizada.

Sistemas de registro son las ya mencionadas hojas (papel o digital) para lote y proceso de repositorio con control de versiones y resguardo teniendo en ella la plantilla de *checklist* normativo y acta de instalación, las fichas de pieza con campos mínimos con lote, fecha, receta resumida, cuidados y el QR (Código de Respuesta Rápida) opcional que se verá en línea con propuestas de pasaporte digital del producto. Finalmente, un tablero simple o hoja de cálculo que integra desvío de residuo, merma, incidencias y costos.

Insumos de mantenimiento que incluye Kits de limpieza, repintado si aplica, tornillería de repuesto y lubricantes. Contar con estos insumos desde el inicio permite tiempos de respuesta razonables y fortalece el comparativo económico a 3 años. En términos de capacidades, el recurso más estratégico es la disciplina documental donde dice que cada lote, proceso, pieza e intervención deje evidencia suficiente para auditar y aprender. Este enfoque convierte al piloto en un sistema de aprendizaje lo que se mide se puede mejorar y alinea el proyecto con buenas prácticas de economía circular (inventariar flujos, mantener valor en el tiempo) y de investigación aplicada (triangulación y transferibilidad).

En síntesis, roles claros más aliados alineados más recursos adecuados no son un fin administrativo: son la estructura mínima que vuelve el diseño operable, trazable y replicable en el espacio público.

Riesgos y mitigaciones.

Gestionar riesgos, en un piloto que convierte residuo textil en mobiliario de permanencia para espacio público, no es un anexo administrativo, es la condición para que el caso sea operable, trazable y replicable por eso a continuación se sintetizan los cuatro frentes críticos y sus estrategias de mitigación así también articulando procedimientos medibles con evidencia técnica y gobernanza documental.

Variabilidad del insumo (lotes de residuo textil)

Donde existen los riesgos de los lotes que ingresan con composiciones, humedad y niveles de contaminación distintos; esa variabilidad altera la receta, la merma y el desempeño del material compuesto. En la mitigación es importante implementar una especificación por lote con criterios de aceptación mínimos (seco o limpio, descarte de elementos ajenos, ventana de humedad admitida) pesaje en la recepción, registro fotográfico y códigos trazables donde se debe aplicar pretratamientos simples como el secado, triturado, tamizado con hojas de proceso y calcular merma por lote para ajustar la receta. Este control transforma un flujo incierto en dato operativo, condición imprescindible para estabilizar propiedades en investigación aplicada.

Como incentivo, se propone una bonificación por calidad, es decir, precio o prioridad de compra a quienes entreguen en rango, típica de esquemas de economía circular orientados a mejorar la calidad de entrada donde la racionalidad es doble por un lado reducir la variabilidad a la fuente y por otro lado documentar cada desviación con acta de no conformidad y acción correctiva, reforzando la confiabilidad del proceso.

Desempeño en exterior (intemperie y uso).

Su riesgo parte de piezas sometidas a humedad, radiación solar y abrasión pueden mostrar degradación prematura si la receta o el acabado no son adecuados. La mitigación, antes de producir la serie piloto, ejecutar ensayos básicos con muestras representativas para informar la decisión de receta y detalles, comenzando por la absorción de agua (guía metodológica ISO 62) para evaluar necesidad de sellado o modificación de matriz; la exposición a radiación tipo xenón (guía ISO 4892-2) para observar estabilidad dimensional y superficial; y pruebas simples de resistencia superficial y de impacto leve que orienten radios, espesores o texturas de protección. Estas pruebas no buscan certificar en esta fase, sino anticipar fallas y definir ajustes de detalle (sellantes, colorantes, geometrías) antes de liberar la serie.

La decisión de diseño debe anclarse en un costo del ciclo de vida no solo en el costo inicial, un acabado que reduce intervenciones de mantenimiento paga su sobrecosto en el tiempo. Se tiene que documentar receta, curado y acabado en fichas de producto que permitirá correlacionar comportamiento en sitio con condiciones de fabricación.

Incidencias y vandalismo (operación en espacio público).

Su riesgo parte de anclajes insuficientes, aristas vulnerables o ausencia de canales de reporte prolongan tiempos de inoperatividad y elevan costos. Con mitigación de anclajes adecuados dimensionados al soporte real en concreto adoquín, verificados con un *checklist* normativo de instalación; el mantenimiento programado por limpieza e inspección, con frecuencias predefinidas y tiempos de respuesta comprometidos; y la placa informativa con canal de reporte o sea teléfono o QR (Código de Respuesta Rápida) que acerque a ciudadanía y operador, acelerando la detección de incidencias. En la bitácora se registran eventos por pieza y trimestre y se calculan tasas para priorizar mejoras o sea refuerzos en zonas de mayor abrasión. Integrar el seguimiento de incidencias al comparativo a 3 años permite mostrar, con números, cómo decisiones de detalle reducen el costo total frente a una banca convencional (ISO 15686-5, 2017). Esta triada de anclaje, rutina y canal convierte el riesgo difuso del espacio público en un ciclo de mejora con datos.

Permisos y contratación (marco institucional).

Puede presentar riesgo de demoras o rechazos por incompletitud documental, ambigüedad de responsabilidades o falta de equivalencias técnicas frente a manuales de espacio público, con mitigación de construir un *checklist* normativo desde el arranque (dimensiones, accesibilidad, radios o filos, ubicaciones permitidas, anclajes, señalización), y acompañarlo con una guía de documentación técnica para compras piloto de fichas de material por lote o sea receta, curado, fecha, trazabilidad por pieza con su código y QR (Código de Respuesta Rápida) de manera opcional, plan de mantenimiento y acta de instalación con georreferencia. Este paquete de evidencia facilita la evaluación por parte del operador y alinea la decisión con criterios de desempeño en el tiempo y trazabilidad ambos centrales en marcos de economía circular y planeación del ciclo de vida.

En el plano de gestión, clarificar un esquema RACI (responsable, aprobador, consultado, informado) evita vacíos: quién aprueba cambios de receta, quién instala, quién responde por mantenimiento y quién custodia registros.

Cierre: riesgo como aprendizaje estructurado.

El enfoque transversal es tratar cada riesgo como hipótesis operativa que se prueba, mide y ajusta. Por eso, la mitigación incluye el piloto de instrumentos la primera semana con ajuste de encuestas, aforos y formatos, control por lote con umbrales claros, triangulación de fuentes de registros de campo, fichas técnicas, entrevistas y trazabilidad documental de cada pieza e intervención. En conjunto, estas prácticas elevan la validez interna que es lo que cambia y puede atribuirse a decisiones del proyecto y la transferibilidad que sería otro operador que puede replicar el protocolo en condiciones similares.

Dicho simple, la innovación material solo será pública si es auditada, mantenible y comprensible para quien la ópera. Este plan de riesgos convierte esa convicción en procedimientos verificables.

Criterios de cierre y éxito

Este proyecto solo cierra cuando puede demostrar, con evidencia ordenada y trazable, que el mobiliario (Ver Figura 9) de permanencia hecho a partir de residuo textil funciona en la vida real y que el camino para lograrlo es replicable por otros equipos. Por eso, los criterios de éxito se organizan en cinco dimensiones integradas ambiental, social, económica, regulatoria y de gestión que se miden contra una línea base y se reportan con instrumentos coherentes con el diseño mixto del estudio (encuestas, aforos, bitácoras, fichas técnicas, cuadros de costos), y se interpretan mediante triangulación. Más que un semáforo aislado por tema, se propone un tablero único que en una sola vista relacione resultados, supuestos y trazabilidad de cada pieza.

Figura 9. Prototipo 2 mobiliario urbano



Fuente. Elaboración propia.

Puntos finales para tener en cuenta:

Ambiental con el desvío acumulado de residuo textil y merma controlada. El éxito ambiental se observa en dos capas complementarias.

Primero, el desvío acumulado de residuo textil (toneladas por año y kilogramos por pieza) registrado lote a lote desde la recepción hasta la pieza instalada, cada lote entra con peso bruto, pretratamientos y merma documentada, y cada pieza instalada hereda esa contabilidad mediante un código único.

Segundo, la merma controlada por lote con el objetivo de que no es que la merma sea cero, sino que sea visible, acotada y mejorable conforme se estabiliza la especificación de entrada de seco a limpio, tamaño de partícula y la receta de mezcla. Para efectos de cierre, se considera exitoso cuando el desvío acumulado muestra una tendencia positiva y cuando la merma converge en rangos previsibles (con variación explicada por tipo de lote y pretratamiento), de modo que el operador público pueda planear abastecimiento y costos. Este enfoque reconoce el principio de mantener materiales en su mayor valor de uso y de medir con trazabilidad simple y emplea el razonamiento de inventario propio del análisis de ciclo de vida.

Social, con el incremento de uso y confianza ciudadana respecto a la línea base. La dimensión social se evalúa con dos instrumentos que se refuerzan mutuamente donde, por un lado, aforos y tiempos de permanencia en franjas comparables (antes y después) que permitan constatar si el mobiliario, en su ubicación, invita a usar el espacio, más personas que lo emplean y mayor tiempo promedio sentado o estacionado son señales de adopción. Y donde por otro, encuestas intercepto de 3 a 5 ítems (confort, seguridad percibida, estética, confianza en material recuperado) y una pregunta abierta que recoja comentarios breves. El cierre social se logra cuando, en los cortes de mes 3 a 6 y mes 6 a 12, se aprecia un incremento sostenido frente a la línea base en uso y en valoración, o cuando la evidencia mixta (observación más encuestas) muestra aceptación positiva con incidentes puntuales documentados.

Dado que se trata de un estudio de caso con tamaños muestrales moderados, la interpretación prioriza tendencias y visualizaciones de cambio sobre inferencias de significancia estricta, anclándose en la lógica de validez ecológica y triangulación.

Económica, donde se evidencia de costos controlados frente a alternativa convencional a 3 años.

Desde la perspectiva del operador público, el éxito económico no es solo barato al comprar, sino razonable al mantener donde se adopta un comparativo de costo del ciclo de vida a 3 años entre el mobiliario piloto y una banca convencional de referencia, con tres rubros que serían compra, instalación y mantenimiento que conlleva limpieza, inspecciones, reparaciones y eventuales sustituciones, incluyendo supuestos explícitos sobre frecuencias y tiempos de respuesta. El criterio de cierre es doble, donde el costo total del piloto resulta igual o inferior al de la alternativa convencional bajo supuestos realistas o si el costo total es similar, la incertidumbre operativa es menor por ejemplo menos eventos de falla, tiempos de respuesta más cortos, lo que justifica su elección por riesgo reducido. En ambos casos, se incorpora un análisis de sensibilidad para variables influyentes (frecuencia de mantenimiento, precios de insumos), conforme a ISO 15686-5 sobre costo del ciclo de vida. El énfasis está en traducir el desempeño técnico y social en lenguaje presupuestal, clave para decisiones de contratación.

Regulatoria o cumplimiento de instalación y documentación por pieza.

No hay éxito público sin cumplimiento, esta dimensión verifica dos condiciones. La primera es el ajuste a lineamientos de espacio público en la instalación por dimensiones, radios o filos, accesibilidad, distancias a flujos, tipo de anclaje; todo constatado con *checklist* firmado, acta de instalación y georreferenciación. La segunda es la trazabilidad documental por pieza, done cada unidad instalada debe contar con ficha de producto (materiales, cuidados, lote, fecha), historial de intervenciones (limpieza, ajustes, reparaciones) y opcionalmente código QR (Código de Respuesta Rápida) que conecte a una ficha resumida para el operador y auditoría. El cierre regulatorio se acredita cuando el conjunto de piezas del piloto cumple *checklist* y cuando la documentación por pieza es completa, accesible y consistente, en línea con los principios emergentes del pasaporte digital del producto. Además de asegurar legalidad, este paquete reduce ambigüedades de responsabilidad y acelera la gestión de incidencias.

Gestión, paquete replicable (formatos, lecciones, lineamientos).

El criterio de cierre más estratégico es que el piloto no termine en un “*one-off*” sino en un paquete replicable. Esto incluye formatos reusables (recepción por lote, hojas de proceso, *checklist* de instalación, fichas de pieza, encuestas intercepto, bitácora de incidencias), un documento de lecciones aprendidas con decisiones clave y sus efectos (cómo la humedad de entrada afectó la merma; qué radio redujo mejor el daño superficial), y los lineamientos operativos y de contratación que indiquen qué pedir a proveedores (especificación mínima de entrada, trazabilidad por lote/pieza, plan de mantenimiento), cómo evaluar propuestas (costo de ciclo de vida, plan de seguimiento) y cómo organizar roles (matriz RACI).

“El cierre de gestión se logra cuando otra dependencia u operador puede tomar el paquete y aplicarlo con mínima tutoría, condición esencial de transferibilidad en estudios de caso y de integración en diseños mixtos” (Clark, 2017).

Integración y umbral de decisión.

Para declarar el éxito global, los cinco criterios se sintetizan en un informe de cierre con “*joint displays*” que son tablas y gráficos integrados que muestren, para el mismo periodo, desvío y merma ambiental, uso y percepción (social), costo total a 3 años en este caso económico, cumplimiento y trazabilidad (regulatorio) y paquete de replicación (gestión). La regla es conservadora, si cuatro de cinco dimensiones mejoran frente a la línea base y la quinta no empeora sustantivamente o bien tiene plan de mejora explícito, puede declararse validación operativa de la hipótesis en el contexto del caso. Si alguna dimensión clave falla

es decir tiene costos muy superiores sin compensaciones claras en uso o confiabilidad, el resultado se reporta como parcial con recomendaciones de ajuste (receta, especificación de entrada, ubicación, rutinas de mantenimiento) y una condición de éxito para futuros ciclos. Esta lógica de cierre razonado evita triunfalismos y mantiene la transparencia de supuestos, estándar de calidad analítica recomendado en investigación aplicada.

Ética y comunicación pública.

El cierre incorpora un apartado de ética y gobernanza de datos de anonimato en encuestas y entrevistas, resguardo en repositorios con control de versiones, y un resumen público no técnico que explique en lenguaje ciudadano qué se logró, qué falta y cómo reportar incidencias (canal visible en cada pieza). Este gesto no es cosmético, también consolida confianza y convierte a los usuarios en aliados del cuidado, reforzando la sostenibilidad social y operativa del mobiliario.

En síntesis, el éxito aquí no es “*poner bancas nuevas*”, sino probar con datos que un residuo problemático puede convertirse en activo urbano y que el método para lograrlo queda listo para escalar. Cuando las cinco dimensiones muestran rumbo claro y el paquete replicable está completo, el proyecto no solo cierra: abre una ruta de política pública y contratación para que Bogotá avance de piloto a programa. (Ver Figura 10).

Figura 10. Propuesta de diseño paisajístico



Fuente. Elaboración propia.

8. CONCLUSIÓN

Esta investigación demostró que el residuo textil posconsumo puede pasar de pasivo ambiental a activo urbano cuando se lo trata como un flujo medible y gestionable. Al acopiar por lotes trazables, pretratar con criterios simples y fabricar mobiliario de permanencia pensado para condiciones reales de Bogotá, se comprueba que el diseño no es solo forma, es un sistema que articula materialidad, operación y evidencia. La comparación contra la línea base mostró que el desvío de residuos es cuantificable, la merma puede acotarse y el desempeño en sitio se puede seguir con instrumentos claros (aforos, encuestas, bitácoras e informes de costos).

En paralelo, el piloto evidenció que la confianza ciudadana y la mantenibilidad importan tanto como la resistencia del material. Cada pieza instalada con ficha técnica, registro de origen y canal de reporte convirtió la sostenibilidad en práctica cotidiana, el uso más informado, rutinas de cuidado posibles y decisiones públicas basadas en datos. Económicamente, el comparativo a tres años permitió razonar más allá del precio inicial y hablar de costos totales de propiedad, sobre cuándo conviene, dónde ajustar receta o detalle, y cómo programar mantenimiento para reducir incertidumbre operativa.

El resultado final es una ruta replicable para entidades y operadores del espacio público, formatos reutilizables, lecciones aprendidas y lineamientos de contratación que facilitan pasar de “probar” a “adoptar”. ¿Para qué sirve? Para orientar compras y operación con criterios verificables; ¿para quién? Para las dependencias distritales, las cooperativas y talleres que formalizan su rol en la cadena circular, y, sobre todo, para la ciudadanía que habita parques y corredores. Si Bogotá decide escalar este protocolo, no solo instalará nuevas bancas: consolidará una manera de gobernar materiales, costos y cuidados que transforma problemas en valor compartido.

9. BIBLIOGRAFÍA

ASIRTEX <https://www.asirtex.org>

Bogotá, (2022) Red Moda Circular: la gran apuesta de Bogotá para disminuir residuos textiles <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/red-moda-circular-como-disminuir-los-residuos-textiles-en-bogota>

Caceres, Rosario (2024) Estudio y Optimización de la gestión de Residuos Textiles <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/95255/fichero/TFG-5255+Ros+C%C3%A1ceres.pdf>

CGR Bogotá <https://www.cgr-bogota.com/nosotros/>

Ciculose <https://circulo.se/en/contact/>

Defensoría Del Espacio Público, Bogotá <https://www.dadep.gov.co/noticias/bogota-ya-cuenta-con-una-guia-sobre-el-cuidado-del-mobiliario-urbano-de-la-ciudad>

Ellen MacArthur Foundation (2017) <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/a-new-textiles-economy>

FabBrick <https://www.fab-brick.com/en/pi%C3%A8ces-uniques>

Fuertes, Katerine. (2023). GESTIÓN BIM DEL EDIFICIO CHANUL ROL LÍDER ARQUITECTURA.

Gómez, Laura (2021) <https://www.uaesp.gov.co/noticias/bogota-tiene-primer-mobiliario-urbano-hecho-materiales-100-reciclables>

Guaype <https://guaype.com/>

Mejía, Alejandra. (2021). Fallos en gerencia de proyectos: cinco casos de estudio en Colombia. 1 edición.

Rojas, Fernando (2024) *La destrucción del espacio público* <https://elpais.com/america-colombia/2024-10-17/la-destruccion-del-espacio-publico.html>

RUDI 1944 <https://rudi.eco/pages/como-lo-hacemos>

Secretaría de Planeación <https://www.sdp.gov.co/transparencia/informacion-interes/glosario/mobiliario-urbano>

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos <https://www.uaesp.gov.co/especiales/relleno/>

Velez, Julian (2024) Plataforma de Economía Circular para Residuos Textiles https://repositorio.cun.edu.co/bitstream/handle/cun/9996/VelezJulian_2024_EconomiaCircularTextiles.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vinted <https://www.vinted.es/catalog/2050-clothing>

Vasquez, Sharit. (2021) Aplicación del sistema fast track en la gerencia y supervisión de la ampliación de un centro comercial. <https://repositorio.upn.edu.pe/item/8216f66e-cb44-472d-a591-c89d039f5804>