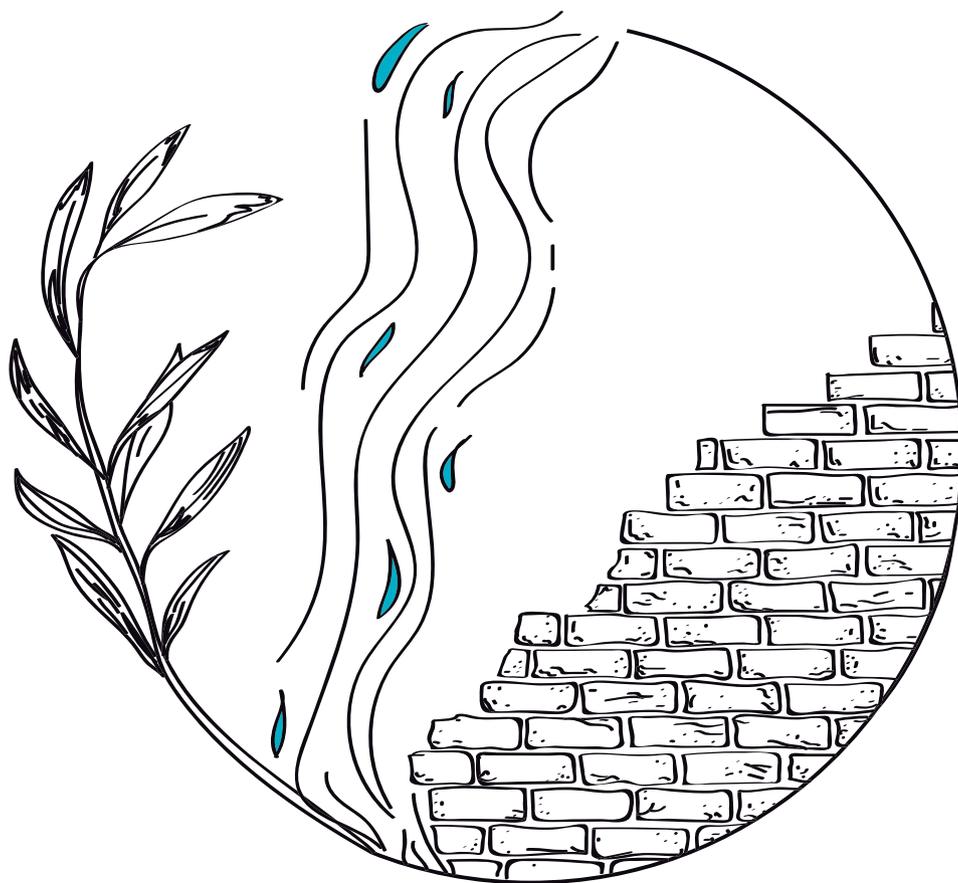


CICLOS

PERSPECTIVAS SOSTENIBLES
DE LA CONSTRUCCIÓN
EN ECUADOR



GUÍA ESTRATÉGICA

Este documento fue financiado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por encargo del Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) del Gobierno Federal de Alemania en el marco del Programa Ciudades Intermedias Sostenibles (CIS).

Las ideas y las opiniones contenidas en esta guía son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no representan la posición de Mutualista Pichincha, CAMICON o de GIZ.

Publicado por:

**Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit GIZ - GmbH**
Whymper N28-39 y Orellana
Quito - Ecuador
giz-ecuador@giz.de
www.giz.de

Christiane Danne- Directora Residente - GIZ
Dorothea Kallenberger- Coordinadora del Programa
Ciudades Intermedias Sostenibles - GIZ

Autoría
Arq. Juan Diego López
juandiego_lopez@outlook.com

Ilustración
Mario Arias
Arq. Juan Diego López

Diseño editorial
Alejandro Bermeo

Diseño gráfico
Andrés Casale

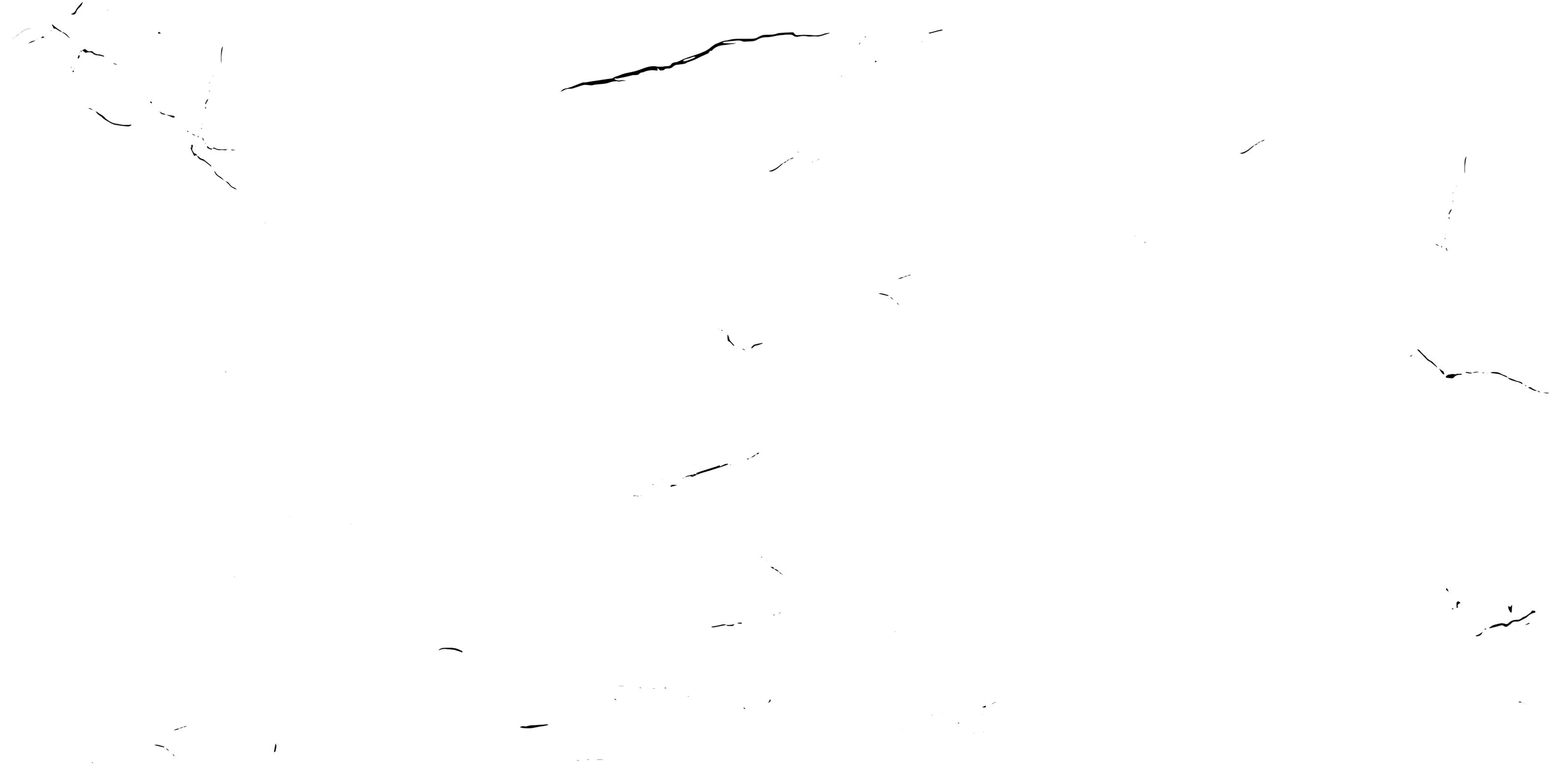
La reproducción y uso de los contenidos de la presente publicación son libres mientras se reconozca su origen.

© Arq. Juan Diego López, Quito, 2019

El uso de un lenguaje que no discrimine ni marque diferencias entre hombres y mujeres es una de las preocupaciones de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Sin embargo, su utilización en nuestra lengua plantea soluciones muy distintas, sobre las que los lingüistas aún no han conseguido acuerdo.

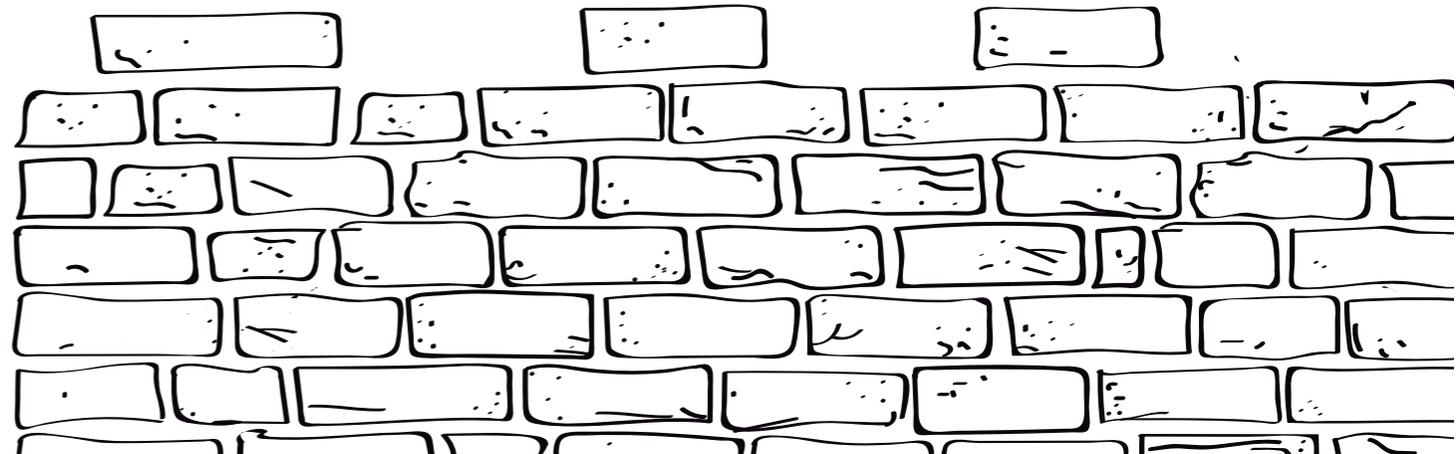
En tal sentido y con el fin de evitar la sobrecarga gráfica que supondría utilizar en español o/a - os/as para marcar la existencia de ambos sexos, se ha optado por utilizar el clásico masculino genérico, en el entendido de que todas las menciones en tal género **representan siempre a hombres y mujeres, y abarcan claramente ambos sexos.**





Guía estratégica

Prácticas y consideraciones
en cinco áreas fundamentales
de la construcción.
Enfocadas en trazar e
inspirar nuevos caminos
hacia la sostenibilidad.



ALBAÑILERÍA



La mayor influencia positiva que se puede tener desde la albañilería es generando procesos ambientalmente responsables en obra.

Una práctica importante al iniciar la construcción es elaborar un manual de procedimientos, específico para cada obra, que enumere todas las acciones que se deberán tomar para reducir la contaminación producida en la construcción, este manual deberá actualizarse y evaluarse en función del avance de la obra.



• Piscinas de sedimentación de hormigón

• **Reconocimiento de especies vegetales**

Afectar lo menos posible los árboles y plantas durante el proceso de limpieza del terreno, tratando de conservar o trasplantar las más representativas.

• **Designación de sectores de acopio**

Escoger lugares que minimicen los recorridos, tanto de vehículos como de personal de obra.

• **Protección de tierra negra**

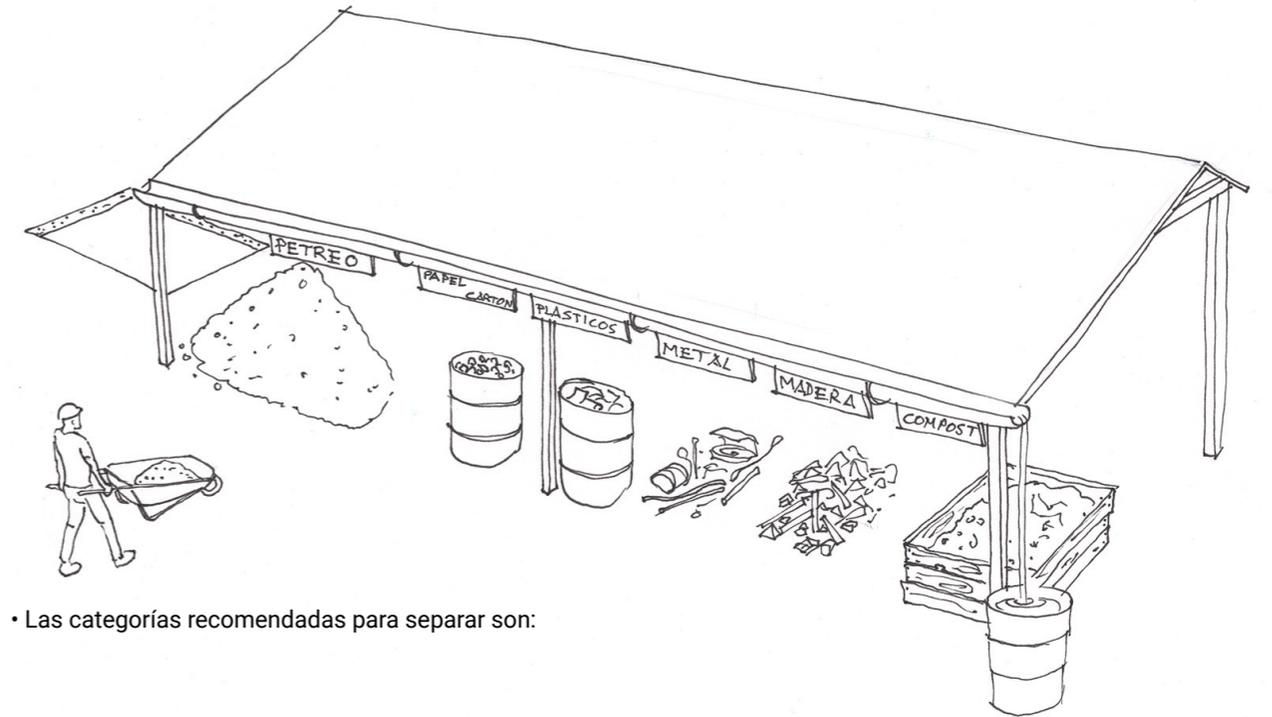
Preservar en forma separada la capa de tierra fértil obtenida durante el movimiento de tierras. Esta deberá ser cubierta, para evitar la pérdida de fertilidad y el escurrimiento de la misma, por efectos de la lluvia y el viento.

• **Tratamiento de residuos de hormigón en pequeñas piscinas de sedimentación**

Evita el taponamiento de sistemas de alcantarillado. Los sobrantes del hormigón deberán ser utilizados para rellenos, como hormigón pobre, en pavimentos o caminería de la misma obra.

• **Uso de bateas o tanques metálicos**

La preparación de aditivos, morteros, así como cualquier manejo de líquidos contaminantes, deberá hacerse sobre bateas o tanques metálicos, para evitar que estos materiales entren en contacto con el suelo natural. De esta manera se evita la posible contaminación de fuentes de agua subterráneas.



• Las categorías recomendadas para separar son:

Material pétreo Papel/cartón Plásticos Metales Madera Biodegradables

• **Manejo de escombros**

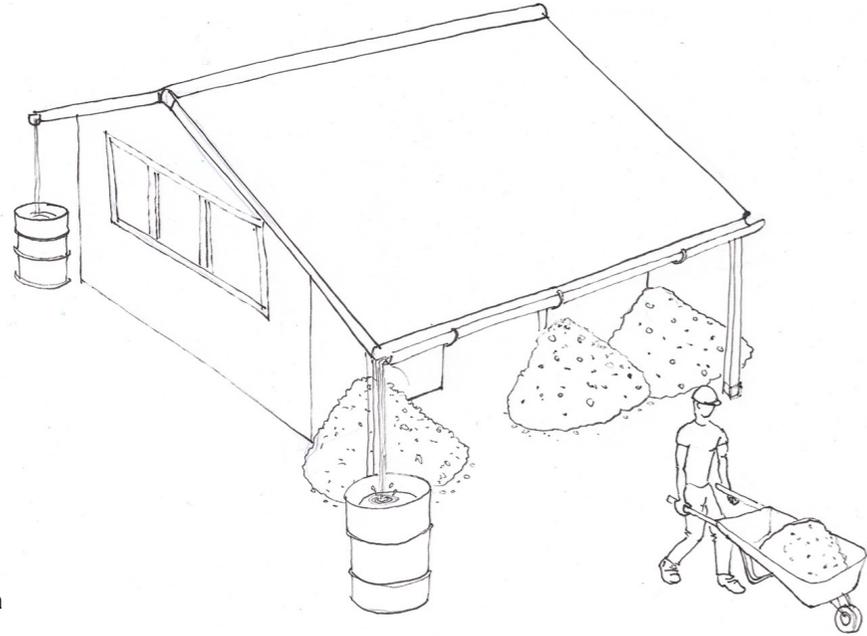
Para reducir la contaminación que genera la construcción, se tiene que iniciar por diferenciar los tipos de escombros, de acuerdo a su degradabilidad y la posible reutilización de cada uno de ellos. En ningún caso deberán mezclarse con tierra negra y suelo natural.

• **Separación por categorías de material**

Esto genera oportunidades de reducción de desperdicio, facilitando la reutilización y el reciclaje del material.

• **Manejo del polvo generado en la construcción**

Los caminos dentro de la obra, que no están compactados por ripio, asfalto u hormigón, deberán ser regados frecuentemente, para evitar que se produzca polvo, que afecta a los trabajadores y a los vecinos de la obra, así mismo los taludes que permanezcan en tierra, deberán estar cubiertos, para garantizar la estabilidad de los mismos, manteniendo el grado de humedad adecuado, hasta que reciban el acabado final.



• Acopio de agua lluvia

• **Acopio de agua lluvia**

Tenerlo significa un gran ahorro de agua potable. También hay que tener mucha precaución con el agua lluvia, para que no pase por la obra arrastrando residuos tóxicos o contaminantes a zanjas, sistemas de alcantarillado, etc., con agua contaminada.

• **Uso del agua en obra**

Debe optimizarse en todo momento, se debe tener una llave de paso general, así como en cada área de trabajo y usar llave de gatillo en las puntas de cada manguera, para evitar el derrame de agua. Al final de cada jornada se debe vaciar los recipientes que contengan aguas estancadas, para evitar la proliferación de insectos y prevenir enfermedades.

• **Revisar periódicamente las pérdidas de agua en las instalaciones sanitarias provisionales de la obra**

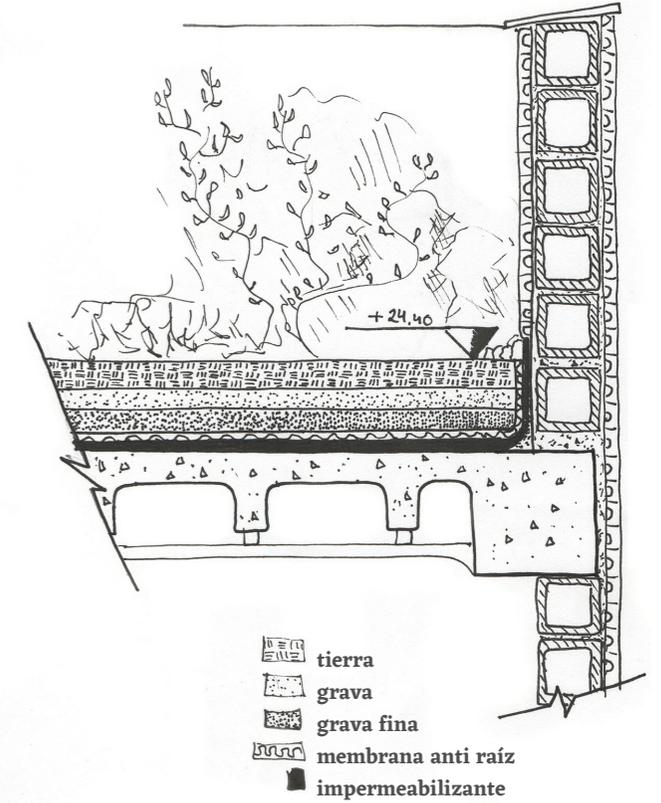
• **Potenciar y recuperar técnicas de construcción ancestrales como el adobe o bahareque**

El potencial actual de estas técnicas es más visible en áreas sub-urbanas y rurales, donde la escala de las construcciones es menor. Ejemplos como el muro portante de adobe reforzado, utilizado por Al Borde arquitectos, en la "Casa en fragmentos", ubicada en Conocoto, reivindica una técnica muy amigable con el ambiente y la potencia con mayor resistencia a la tracción, al incorporar un sistema de hierro armado.

• **Inclusión de áreas verdes en el espacio construido**

Estos espacios ayudan a la reducción de la temperatura media, así como a la captación de gases efecto invernadero. Son una herramienta clave para mejorar el entorno urbano, puesto que proveen espacios para la biodiversidad. Una de estas herramientas, terrazas jardín, han sido planteadas desde el modernismo por Le Corbusier.

Como lo plantea el Arq. Andrés López, con más de 30 años de experiencia construyendo edificios con terrazas verdes; sí bien es cierto que los requerimientos materiales para la impermeabilización de losas, son en muchos casos dependientes del petróleo, las terrazas ajardinadas son grandes opciones, no solo para aislamiento y eficiencia térmica de losas y captación de carbono, sino para algo mucho más importante, la provisión de espacios para biodiversidad en entornos urbanos.¹⁸



• Detalle constructivo de terraza verde



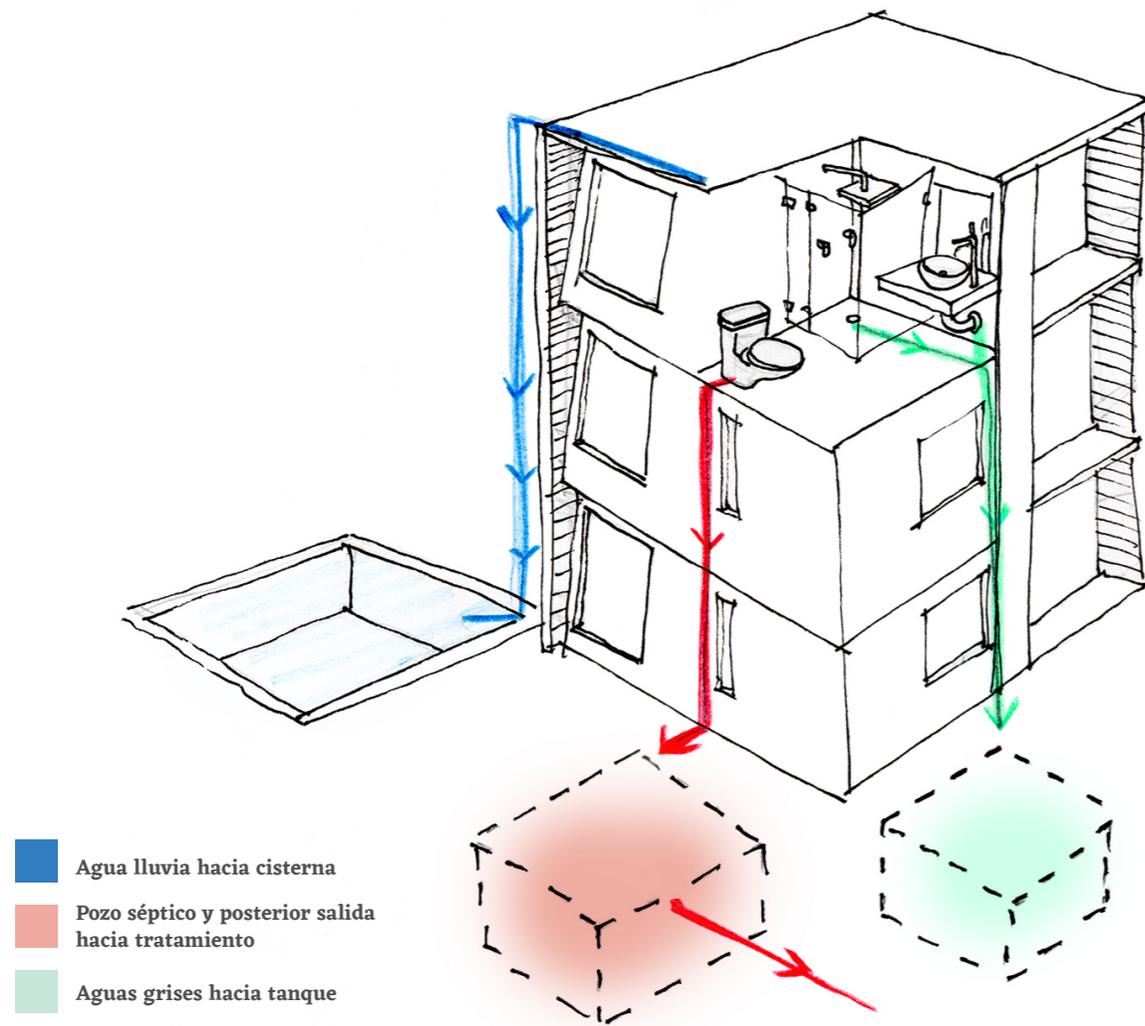
PLOMERÍA

A close-up photograph of a red-handled valve on a pipe. The valve handle is a bright red, multi-lobed shape. The pipe is dark and has a mesh filter attached to it. The background is blurred, showing other pipes and a blue-painted metal surface.

La diversidad de climas y regiones presentes en el Ecuador genera condiciones muy particulares en cada proyecto. Desde la plomería, es esencial tener muy claro la disponibilidad de agua dulce y potable, así como las épocas de lluvia y sequía en la región y sector donde se implante la construcción.

Desde este conocimiento se pueden establecer prácticas importantes, como la recolección de agua lluvia, teniendo en cuenta que las precipitaciones en la Amazonía pueden llegar a más de 5000 mm anuales, mientras que en sectores de la Sierra y partes de la Costa, los años secos pueden estar en 200 mm en un año.

La plomería juega un rol determinante en la construcción sostenible, de acuerdo a la eficiencia de sus instalaciones y estrategias claras de recolección, ahorro y tratamiento de agua, se puede realmente apuntar al bienestar de los habitantes y del medio ambiente.



• Separación de caudales de agua

• Recolección de agua lluvia

Se debe almacenar en cisternas separadas de la acometida municipal, ya que al caer, el agua lluvia va lavando impurezas presentes en la atmósfera, superficies de contacto y tuberías.

Es totalmente utilizable para sanitarios y riego, sin embargo para consumo humano debe pasar un proceso de filtrado.

La cisterna o tanque utilizado para aguas lluvia, debe tener la capacidad acorde a la región del proyecto. Es esencial que exista una válvula superior de desagüe, en el caso de llegar al límite de capacidad en épocas de lluvia muy extensas

• Consumo eficiente

Una estrategia sencilla para la reducción del consumo de agua, es la utilización de artefactos de uso eficiente, ejemplos como reductores de flujo de agua pueden reducir hasta un 60% de su uso.

• Evitar fugas de agua

Recomendación primordial en las instalaciones. Una avería que genere pérdida de una gota de agua por segundo, puede llegar a ser más de 4 litros diarios perdidos. Idealmente deberán utilizarse tuberías de cobre, acero inoxidable o tuberías de PP-R (Polipropileno), polímero que en el proceso de instalación, se une con los accesorios, por fusión a altas temperaturas, lo que le convierte en una tubería con cero fugas. Todos estos materiales pueden venir de reciclaje.

• Bombas de agua

Se tiene que contar siempre con una bomba y un motor cuya potencia sea la adecuada para que ambos trabajen a su máxima eficiencia. Si existe diferencias, por un lado habría un gasto innecesario de energía y por otro se podría generar daños en una de las partes.

• Evitar sobrecargas con arrancadores a tensión reducida

En equipos que tengan motores que realizan un número elevado de arranques, es indispensable utilizar arrancadores a tensión reducida, para evitar sobrecargas al iniciar la operación.

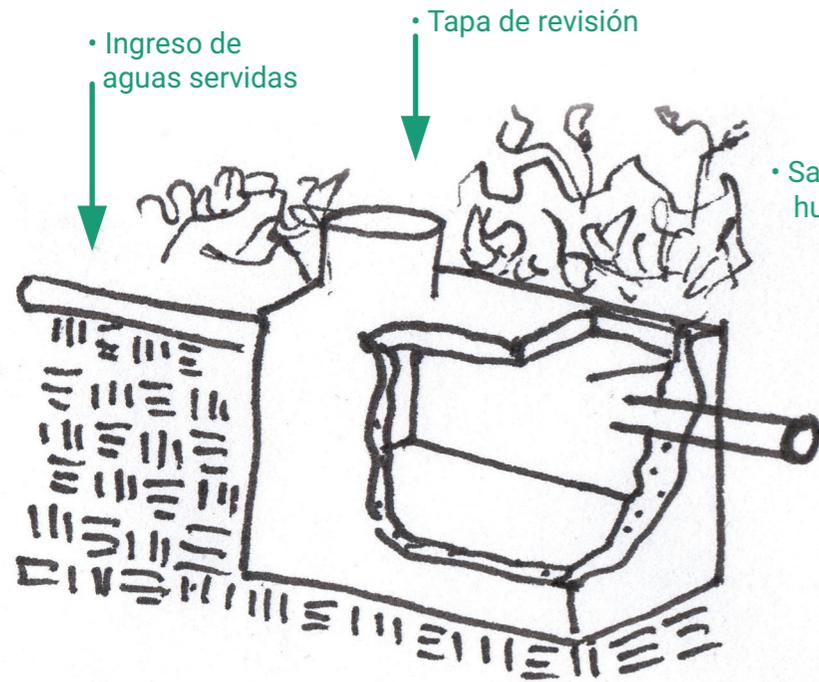
• Recorridos eficientes

En las instalaciones, se debe lograr recorridos eficientes y modulados para la utilización del material mínimo indispensable.

• Reutilización de aguas grises

Para poder realizarla, se genera una separación del caudal de ducha y lavabo en el baño y el caudal de cocina e inodoros por otro.

La incorporación del caudal de lavandería, está sujeta al uso de detergentes amigables con el ambiente.

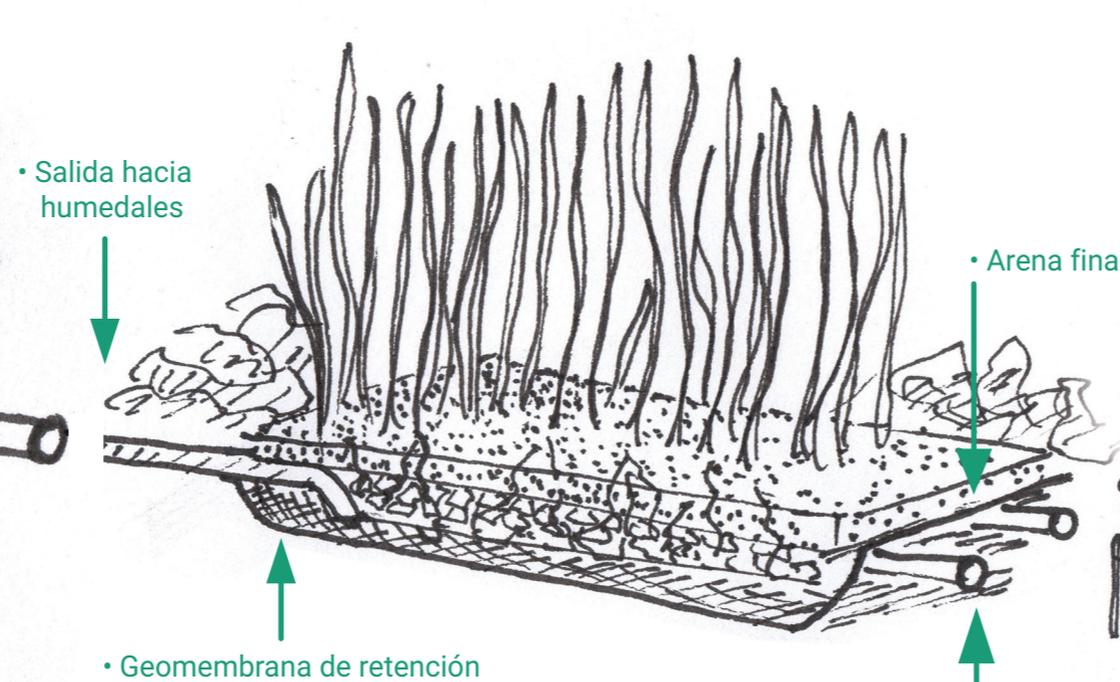


Pozo séptico

• Tratamiento de aguas servidas

Es un paso esencial para la subsistencia de los sistemas urbanos.

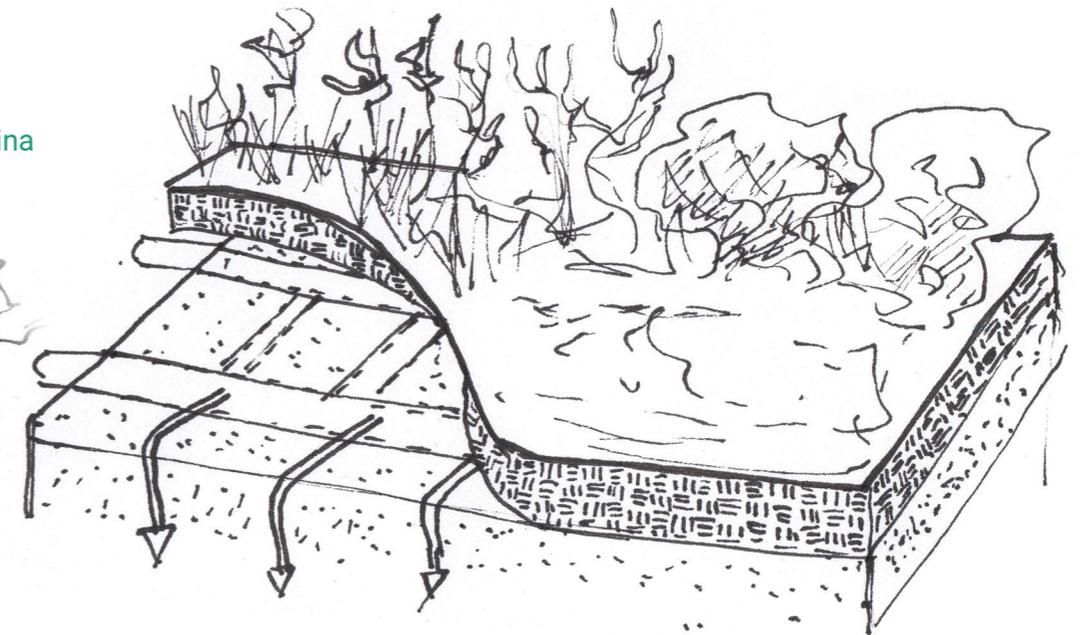
Después de una separación de sólidos, el tratamiento se divide en tres fases:



Plantas acuáticas como el junco

1. La fase primaria se encarga de reducir las partículas suspendidas en el agua. Se utilizan técnicas como sedimentación, flotación, así como la regulación el PH.

2. La fase secundaria se encarga de eliminar gran parte de la materia orgánica. Pueden darse en procesos aeróbicos como anaeróbicos. Procesos aeróbicos más utilizados son filtros verdes donde de manera natural los cultivos vegetales tienen la capacidad de absorción.



Red para filtrado de aguas residuales

3. La fase terciaria se encarga de eliminar la presencia de bacterias. Esta fase se la hace cuando se pretende reutilizar el agua para riego o incluso consumo humano. Se la puede hacer por diversos métodos, entre ellos aplicar radiación UV, cloración o filtros de arena y gravilla fina.

ELECTRICIDAD

The image features three Edison-style light bulbs hanging from black cords against a dark background. The central bulb is in sharp focus and is illuminated, showing its internal filament. The two bulbs on either side are out of focus. The background is filled with numerous soft, out-of-focus light spots, creating a bokeh effect.

La relación que existe entre los diversos oficios de la construcción es muy evidente al momento de medir la eficiencia energética de un espacio construido. Por poner un ejemplo, la dependencia de la energía eléctrica para confort térmico, o la iluminación durante el día, dependerá mucho del diseño arquitectónico y la calidad de la construcción. En Ecuador, gracias a la ubicación geográfica, no hay inviernos extremos, por lo que el uso de calefacción, muchas veces dependiente de combustión de leña, se limita a regiones altas del páramo andino.

En la Costa y Amazonía, en ciertas épocas del año, hay temperaturas muy altas, lo que ha generado una tendencia al uso de aire acondicionado lo que implica un alto consumo de energía, esto se podría evitar con un diseño comprensivo de las condiciones climáticas.

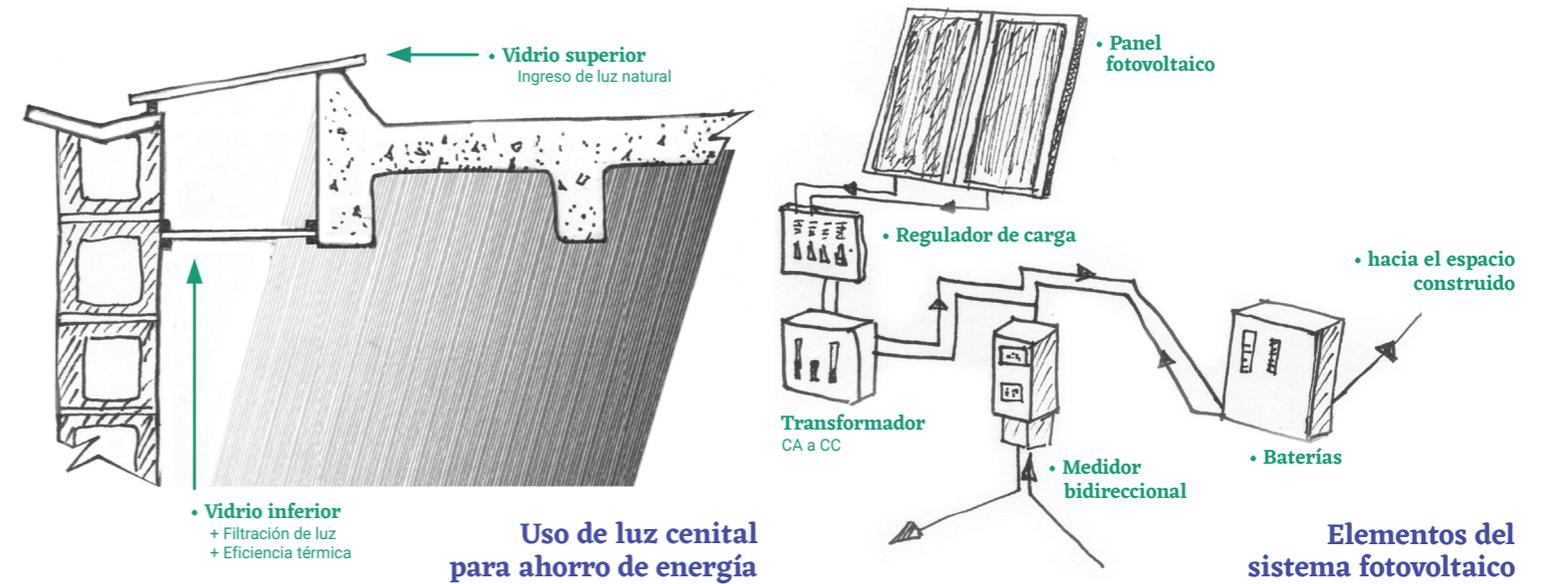
La tecnología debe ser tomada siempre como un complemento a un buen diseño y la mayor contribución desde la electricidad, debe ser buscar eficiencia en las instalaciones y la reducción en el uso de materiales.

Es necesaria la comprensión de los siguientes puntos para un enfoque sostenible:

- La conductividad eléctrica es la capacidad de un material para permitir el paso de la corriente eléctrica y la unidad de medida es el Siemens por metro y se abrevia S/m . En cuanto al campo de instalaciones eléctricas, se debe empezar por considerar el mejor conductor de electricidad. Los mejores conductores son el oro, la plata, el aluminio y cobre.
- El oro y la plata, son materiales menos abundantes que el cobre y aluminio, por lo tanto más costosos. El material más utilizado en las redes internas de las edificaciones, es el cobre. El aluminio es utilizado para conducciones de alta tensión y largas distancias, para lo cual se necesita conductores de mayor diámetro.

- Es muy importante que la sección de los distintos cables conductores, sean las adecuadas, para la carga que van a tener, pues al hacer diámetros inferiores a lo que deberían, se calientan y al trabajar a temperaturas superiores a las usuales, causan pérdidas por calentamiento y riesgo de cortocircuitos o incendios.

Este calentamiento puede también ser causado, por empalmes y conexiones mal efectuadas o flojas, que muchas veces se originan en los contactos, barras y bornes, de los tableros de breakers.



Uso de luz cenital para ahorro de energía

Elementos del sistema fotovoltaico

• **Iluminación natural: una manera de ahorrar energía**

Es importante considerar el ahorro de energía que se puede obtener a través de la utilización de iluminación natural. Al optar por iluminación cenital, es recomendable filtrarla y direccionarla hacia paredes que actúen como difusor en el área construida.

• **Mantenerse informado sobre la tecnología disponible**

Con la nueva tecnología existente al momento, en informática, en las nuevas edificaciones, especialmente de oficinas y de instituciones públicas y privadas, es indispensable que se adopten sistemas inteligentes de control integral de todo el edificio, en ámbitos, tales como energía eléctrica, ventilación, bombas, ascensores, grupos electrógenos, etc.

• **Paneles solares**

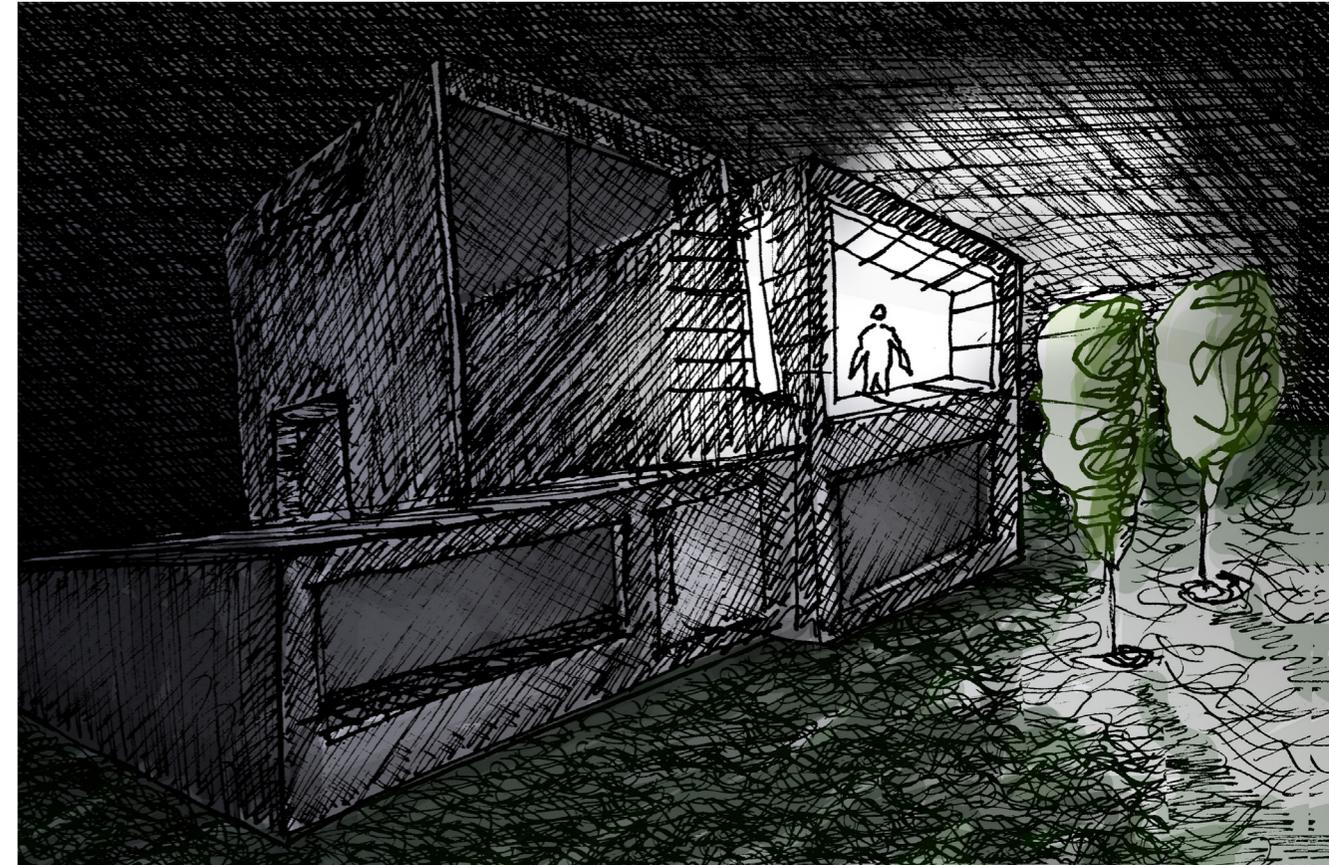
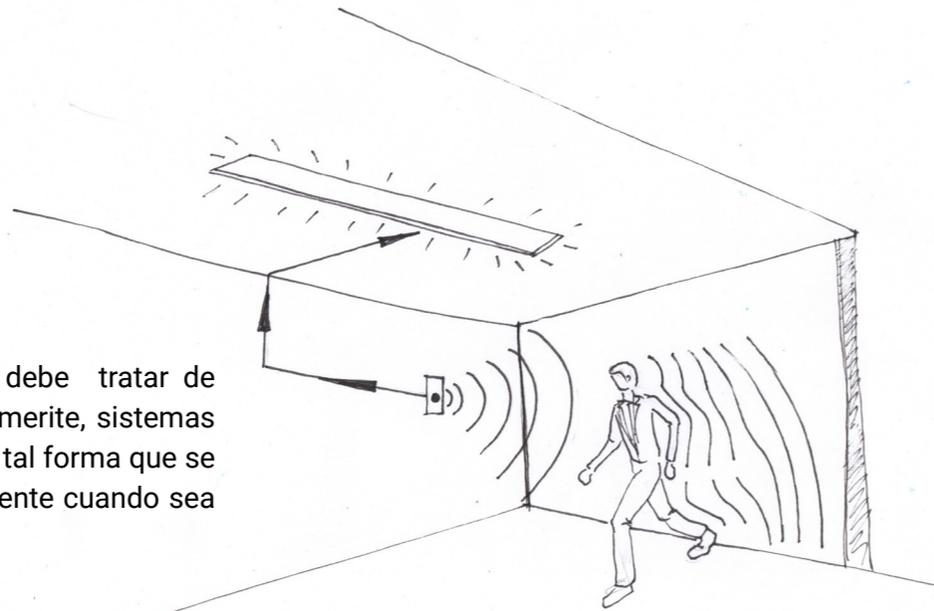
Los sistemas de paneles solares para generación eléctrica, tienen un costo inicial elevado, sin embargo hoy en día es posible alimentar a redes eléctricas municipales y recibir compensación económica.

• **Iluminación LED: más eficiente, más económica**

Una forma de ahorro de energía en la iluminación, ha sido el sustituir los focos incandescentes, por lámparas fluorescentes y últimamente se ha desarrollado mucho la tecnología LED, que proporciona una gran iluminación, con muy alta eficiencia; en construcciones nuevas se deberá considerar ese tipo de focos y reflectores. Si bien su costo inicial es más alto, su rendimiento lo compensa.

- **Sensores de movimiento**

En diversas construcciones se debe tratar de utilizar, en áreas que su uso amerite, sistemas con sensores de movimiento, de tal forma que se enciendan las lámparas, únicamente cuando sea necesario.



- **Iluminación por sectores**

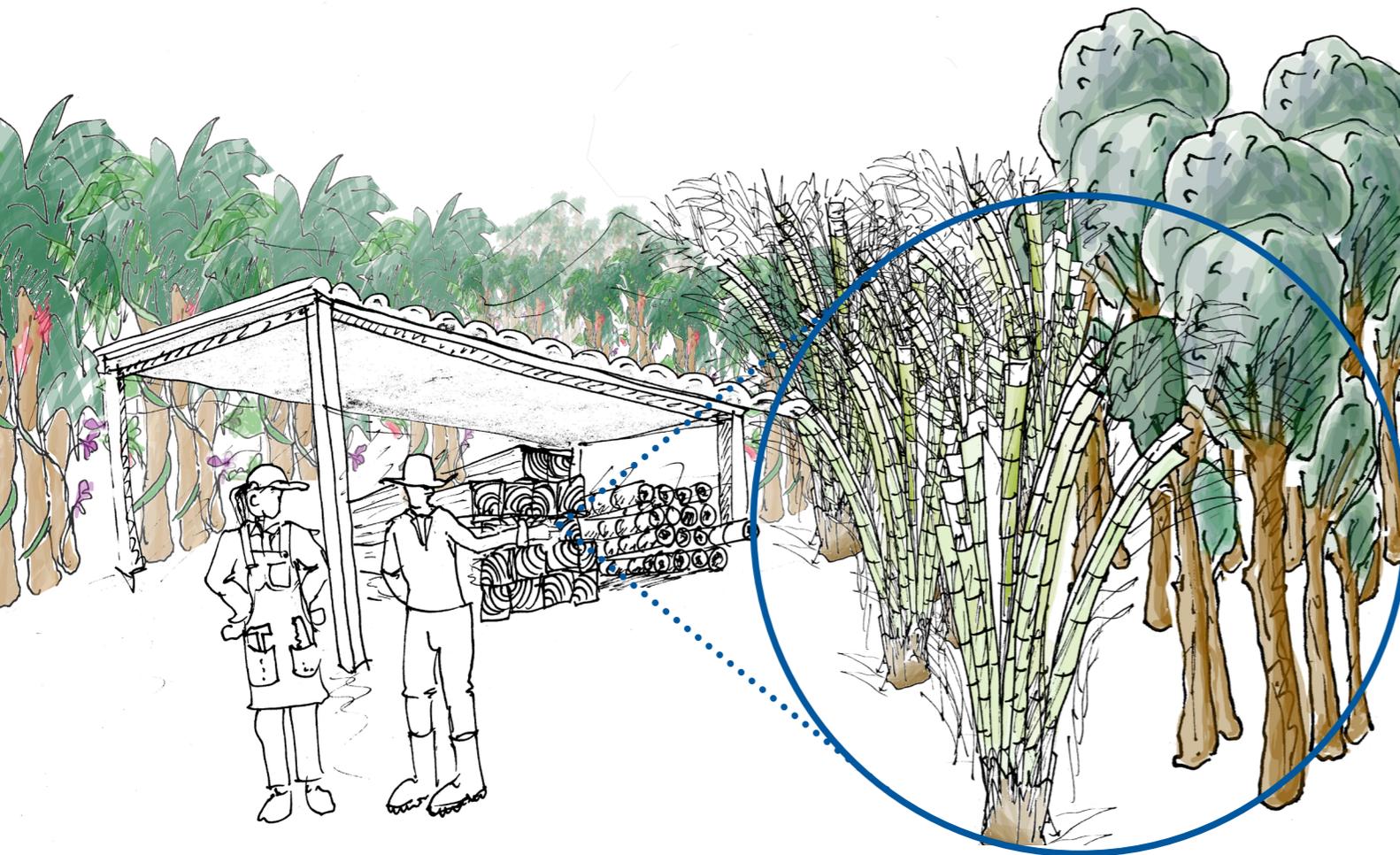
Al diseñar los circuitos eléctricos, hacerlos de tal forma, que se limite su encendido, a las áreas requeridas. Que con un solo interruptor, no se prendan varios ambientes, sino tener varias opciones para encender y apagar distintos sectores.

CARPINTERÍA



Las oportunidades más grandes de la construcción en el Ecuador las tiene la carpintería. Gran parte de las construcciones a lo largo del desarrollo urbano reciente en el país, se han basado en mampostería y estructuras de hormigón armado. La riqueza orgánica de los suelos, la variedad de climas y el alto índice de pluviosidad, generan las condiciones ideales para la siembra de árboles, bambú y caña guadua. La producción de madera desde fuentes renovables, debe ser la prioridad y de esta manera tecnificar y especializar a este sector productivo.

En rasgos generales las prácticas de carpintería deben considerar los siguientes puntos.



- **Trabajar con madera de fuentes renovables**

Verificar que las fuentes de madera con las que se trabaja, sean de bosques renovables y de una gestión sostenible. Asegurarse que no vengan de bosques primarios o bosques en recuperación.

- **El uso de madera de tala ilegal es penado por Ley**

En Ecuador es común la utilización de madera de bosques primarios y la comúnmente llamada tabla de monte.

A causa de la excesiva tala, las maderas como chanul, bálsamo y mascarey se encuentran en peligro de extinción y su uso debería ser restringido.

- **Optimización modular de la madera**

Ayuda a evitar desperdicios y hacer uso de la mayor cantidad del material disponible, al igual que el uso de aglomerados que aprovechan materiales remanentes.

- **Uso estructural de la madera**

Técnicas como la madera laminada cruzada o CLT por sus siglas en inglés, convierte a la madera en uno de los mejores elementos estructurales, en relación a su eficiencia mecánica y ambiental.

- **Tratamientos a la madera**

Es necesario reducir el uso de barnices y pegamentos que sean altos en COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles). Es preferible el uso de barnices de base acuosa.

- **Controlar la humedad**

Es importante preservar la madera en espacios con baja humedad, la curación adecuada de la madera es esencial para sus óptimas funciones mecánicas y su larga duración.

- **Aislar el suelo natural del espacio de trabajo**

De esta manera, los residuos contaminantes no se filtran hacia la tierra y subsuelo, especialmente al trabajar con disolventes, barnices y pegamentos.

- **Separar los residuos**

La separación de residuos en los talleres es necesaria para la reutilización de materiales y la gestión de residuos peligrosos, que deberán ser fácilmente identificables.

- **Apagar los equipos**

En procesos de obra es muy importante controlar el consumo energético, con especial atención a la maquinaria que no esté en uso.



• Casas emergentes de bambú en la costa ecuatoriana después del terremoto de 2016

Desde la carpintería es crucial la continua capacitación e innovación, tanto en técnicas constructivas, como en el uso de nuevos materiales. El recuperar, tecnificar y popularizar el uso de la caña guadua y bambú plantea nuevos horizontes con enfoque sostenible a este oficio.

• **El bambú en la construcción sostenible**

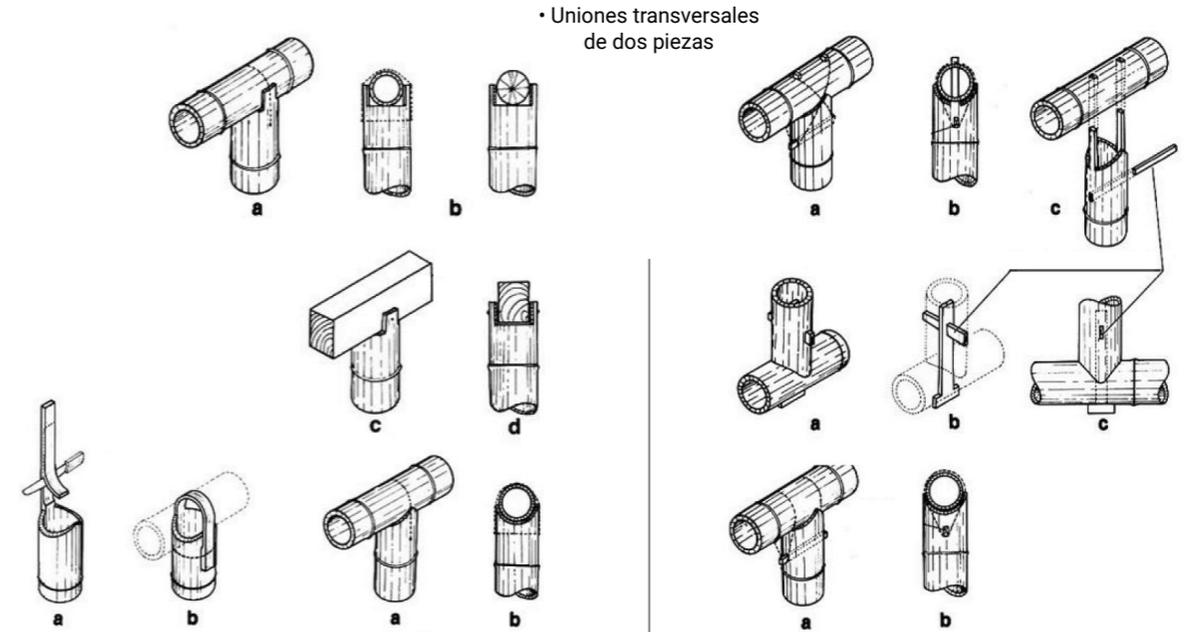
En la construcción sostenible lo ideal es la utilización de materiales con una huella de carbono positiva, como bambú, caña guadua y madera de fuentes renovables. El bambú y caña guadua, son buenas opciones de materiales, que se han utilizado a lo largo de las civilizaciones humanas. Es un material abundante en zonas tropicales, de

ciclos de crecimiento más corto que los árboles y que pueden ser utilizados como estructura, techos o cerramientos.

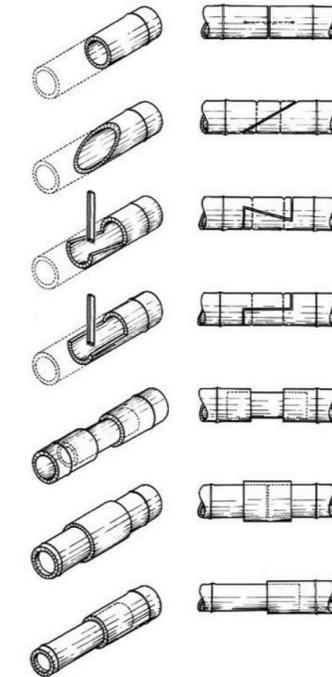
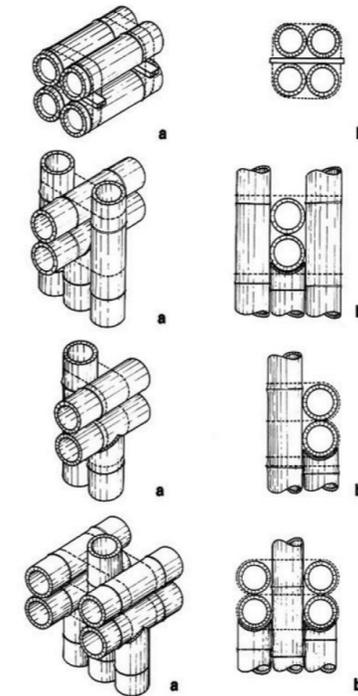
Como se ha podido observar con el proyecto CAEMBA (Casas Emergentes de Bambú), proyecto que surge después del terremoto del año 2016, la utilización del bambú es muy versátil, de fácil reproducción y muy aplicable a mayores escalas.

• **Cortar el bambú según la luna**

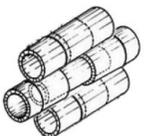
Es necesario cortar el bambú en temporadas de luna menguante, de esta manera la savia se mantiene baja y la humedad en el producto final es reducida.



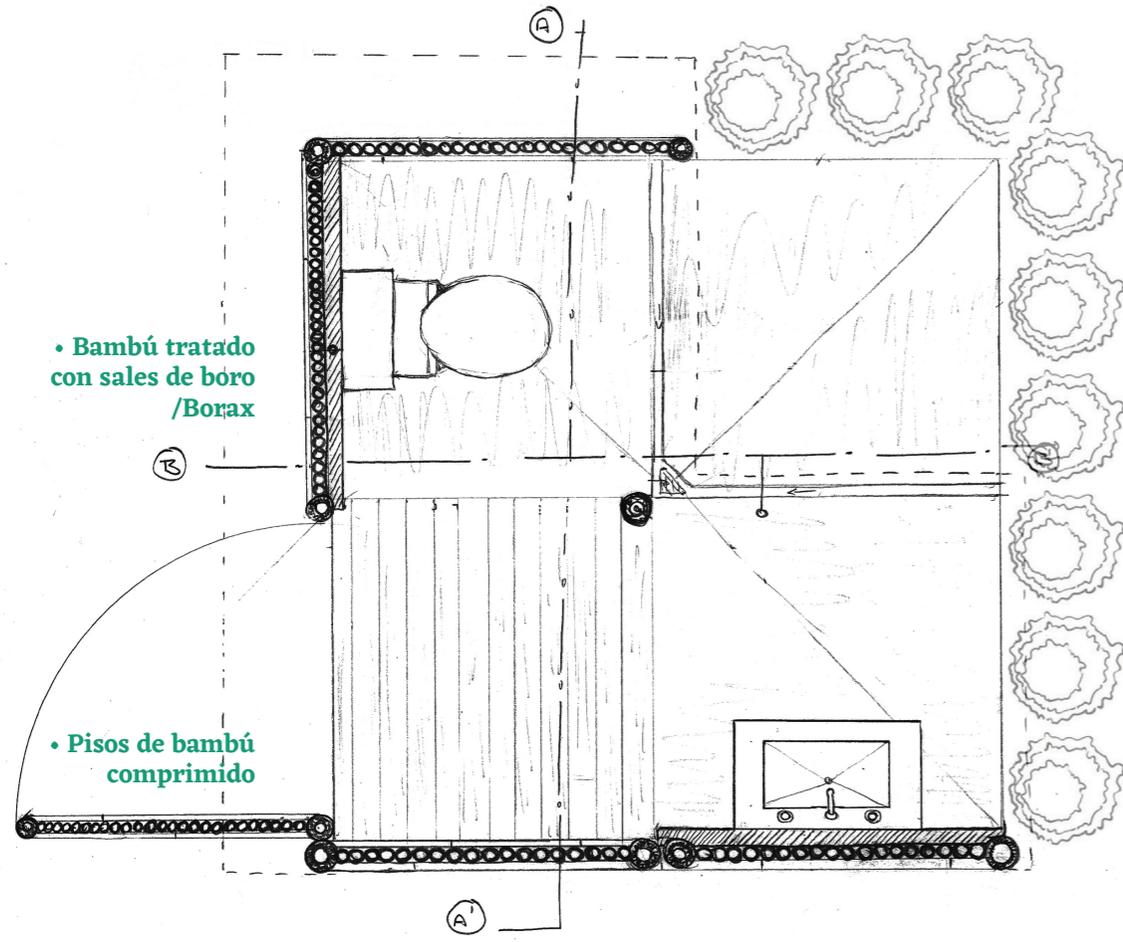
• **Uniones estructurales compuestas**



• **Extensiones**

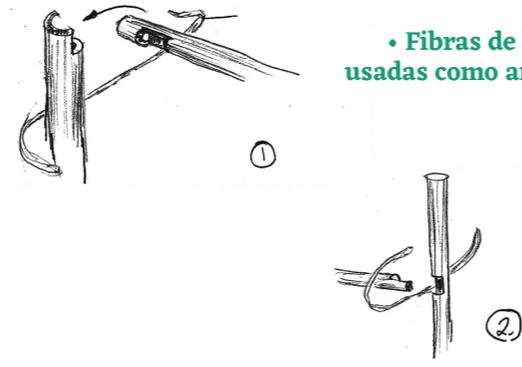


• Es importante ocupar refuerzos laterales en las uniones



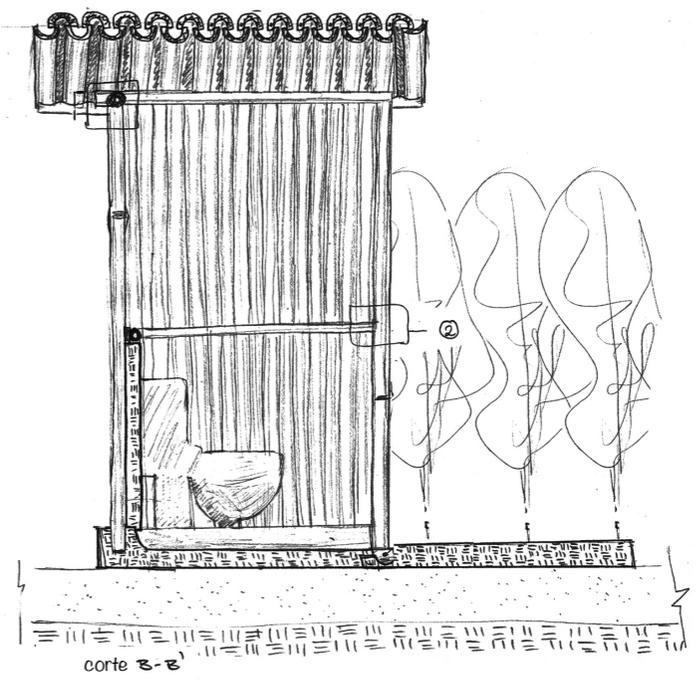
• Bambú tratado con sales de boro / Borax

• Pisos de bambú comprimido

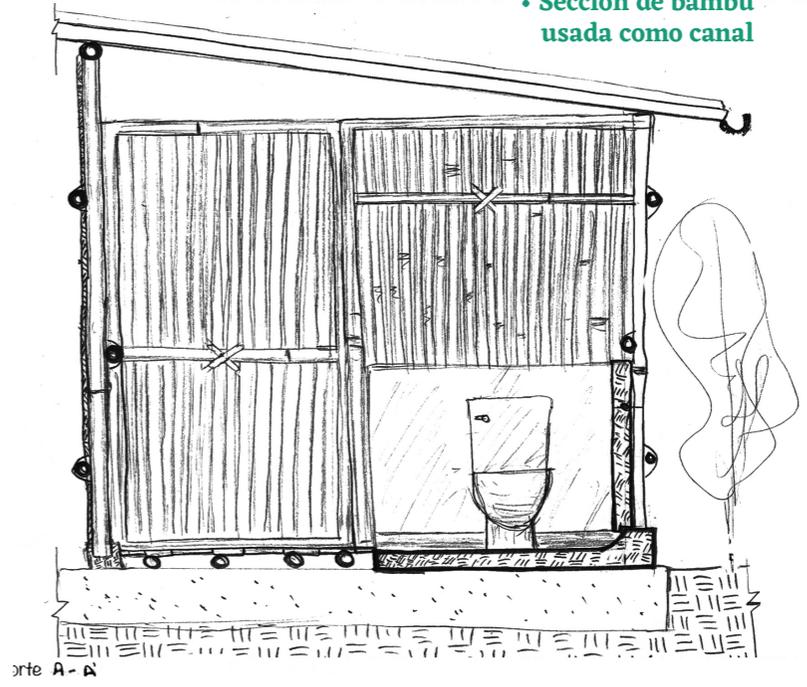


• Fibras de bambú usadas como amarres

Algunos usos del bambú en la construcción



• Sección de bambú usada como canal



METALMECÁNICA

A welder wearing a yellow protective suit and a dark welding mask is focused on their work. They are using a tool to work on a metal piece, which is held in a vise. A large, bright spray of orange sparks is being emitted from the point of contact, illuminating the scene. The background is dark, making the sparks and the welder's gear stand out.

Uno de los aspectos de sostenibilidad más rescatables de la metalmecánica, es que sus fuentes de materiales son totalmente reciclables. Por poner un ejemplo, el acero es el producto más reciclado en el planeta, esto representa una ventaja muy significativa frente a muchos otros materiales, aun cuando el proceso de reciclaje tiene altos requerimientos energéticos y de transporte.

Desde todos los oficios, es importante entender el concepto ecológico de las tres "R", que ha evolucionado hacia cinco o incluso siete acciones. En este análisis podemos reflexionar acerca de cinco: Reducir, Reparar, Recuperar, Reutilizar y Reciclar. El oficio más propicio para abarcar todos estos conceptos, es la metalmecánica. Las propiedades de los metales hacen que sean materiales muy eficientes mecánicamente y versátiles a la vez.

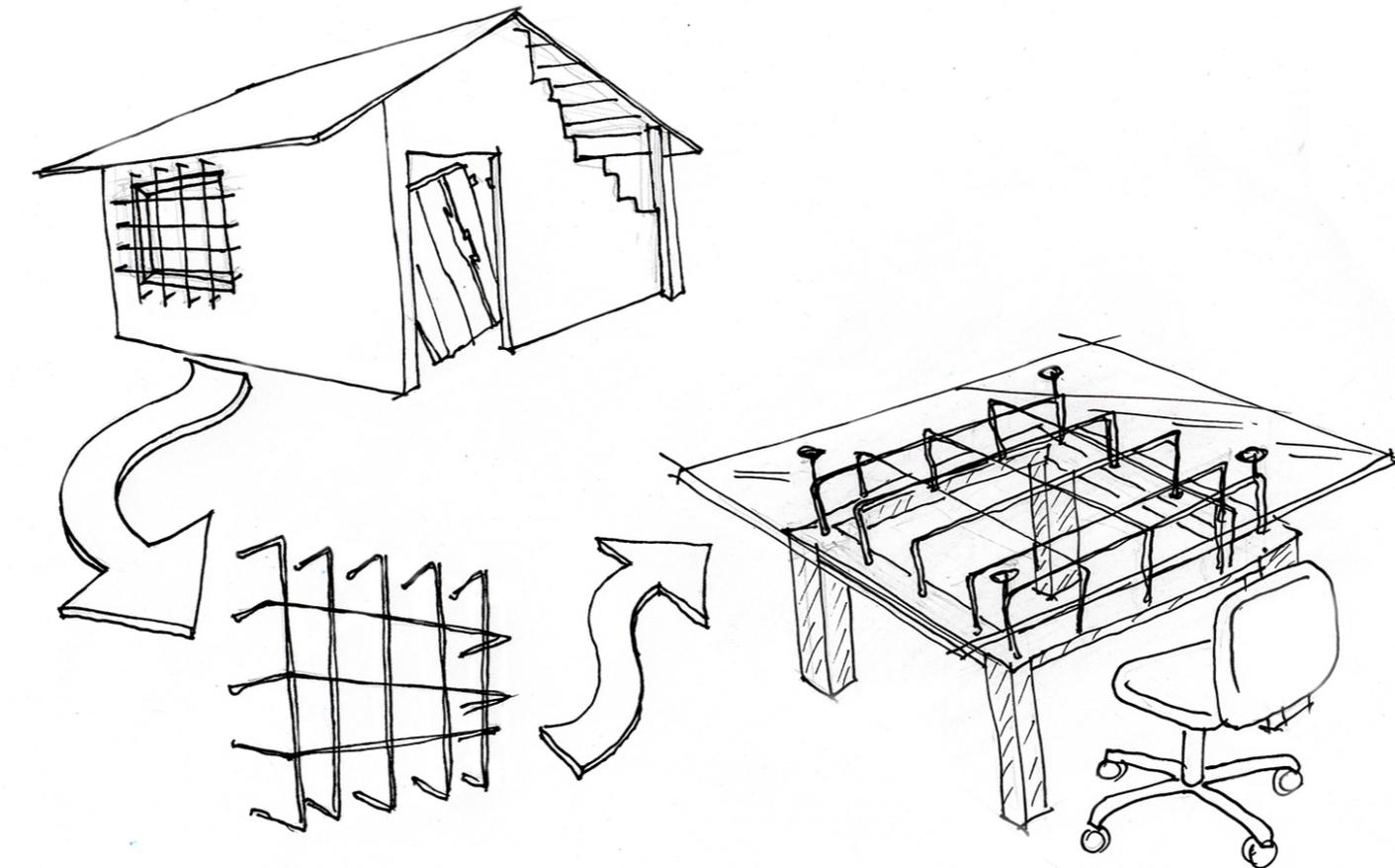
Para optimizar los resultados se debería considerar las prácticas y recomendaciones descritas a continuación:

1• Reducción de materiales utilizados

Es importante dimensionar las piezas metálicas a usarse de acuerdo a los requerimientos estructurales. El sobre-dimensionamiento de los elementos estructurales, genera desperdicio, así como un sub-dimensionamiento puede ser extremadamente peligroso, en casos de cargas extremas o movimientos telúricos.

2• Reparación de estructuras y elementos metálicos

En primer lugar, evitar la oxidación de los metales con tratamientos previos como el galvanizado. Si ya existe un proceso de oxidación y no se ha comprometido las cualidades mecánicas, es posible utilizar neutralizadores de óxido o también llamados fijadores de óxido, que como su nombre indica, neutralizan la acción corrosiva sobre el metal, después se puede volver a aplicar pinturas o tratamientos antioxidantes. Si el proceso de oxidación ha avanzado, se utilizan productos desoxidantes que limpian la superficie oxidada. En último caso, si se han comprometido



las capacidades mecánicas de algún elemento estructural, es muy factible reemplazar solo la parte afectada y de esta manera reparar el sistema.

3• Recuperación de metales

Otro factor imprescindible en este oficio. Los depósitos de chatarra pueden contener materiales valiosos y totalmente utilizables, este es un proceso que debe darse previo a la fundición para reciclaje.

4• Reutilizar elementos metálicos

Recuperación de diversos elementos que pueden ser estructurales, de fontanería, ventanería, etc.

5• Reciclar los metales, en especial el acero, es una de sus principales ventajas

En obra es muy importante la separación de estos elementos para destinarlos a comerciantes de chatarra para su fundición y transformación.

• Planificar es importante

Los procesos constructivos con metal, deben ser muy claros, para obtener las ventajas de dichos materiales con una menor afectación al medio ambiente y la salud de trabajadores y los ocupantes de los espacios construidos.

• Consumo eficiente de energía

Al depender de maquinaria eléctrica y mecánica, se debe encender dichos equipos solo cuando sea necesario.

• Mantenimiento continuo

La revisión y mantenimiento de dichos equipos debe ser continuo y al efectuarlo se debe evitar la contaminación de aguas y tierra con lubricantes, disolventes, etc.

- **Controlar el uso de químicos contaminantes**

Productos como: anticorrosivos, desoxidantes y neutralizadores de óxido, deben limitarse al uso exclusivamente necesario. Cada vez existen más opciones biodegradables actualmente presentes en el mercado ecuatoriano.

- **Atención con el espacio de trabajo**

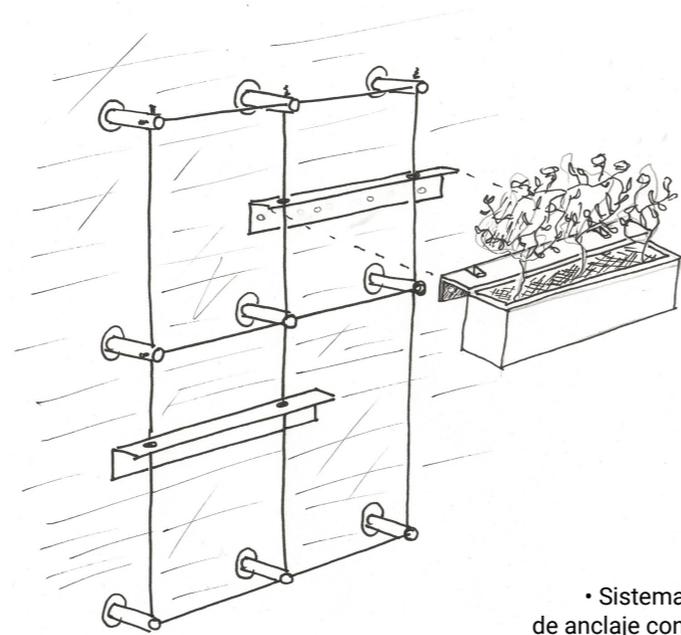
El trabajo de corte debe ser realizado preferiblemente en ambientes cerrados, donde no existan corrientes fuertes de aire. En estos procesos se generan residuos, muchas veces microscópicos, que afectan tanto al ambiente, como a las personas en obra, depositándose en el suelo, lo que hace más fácil manejarlos.

Las virutas y restos metálicos pueden estar mezclados con aceites solubles refrigerantes o lubricantes. Estas pueden ser utilizadas para reciclaje, con un proceso previo de limpieza por centrifugación.

- **Utilizar protección de vías respiratorias**

La protección personal, al realizar trabajos de soldadura, debe evitar la inhalación del humo generado, este contiene gases peligrosos como anhídrido carbónico y óxido nítrico, que inhalados en cantidades altas, puede llegar a ser mortal.

Por la generación de estos gases y partículas metálicas, es necesario realizar la soldadura con criterios claros de dimensionamiento y con los electrodos adecuados para cada metal, función y método.



• Sistema de anclaje con cables para muro verde

- **Versatilidad de uso**

La versatilidad que ofrecen los metales, permite generar estructuras muy resistentes y livianas. El uso de cables como elementos estructurales de tensión, permite una variedad de usos, desde estructuras de mayor escala como puentes, hasta elementos arquitectónicos como jardines verticales.



- **Las ventajas de la tecnología de corte**

Como el Arq. Carlos Hidalgo, director del taller de metalmecánica **Proyectil** afirma; el aprovechar tecnologías de corte CNC (Control Numérico Computarizado) de plasma, láser, etc., ayuda a optimizar el uso de materiales y acelera los procesos de fabricación.

Además, Hidalgo destaca que, los procesos digitales de corte ayudan a cuidar la salud de los obreros, ya que al trabajar de esta manera se puede evitar la inhalación de humo.¹⁹

