



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

Tesis de Pregrado – Ingeniería Civil

VIVIENDA DE INTERES SOCIAL SOSTENIBLE

Arq. / Ing. Civil Esteban Martínez Lozada

Asesor: PhD. Diego Echeverry Campos



GREEN
loop



Por una
vivienda digna
para Colombia



Premio Corona Pro Hábitat

Convocatoria Profesional 2007

Arquitectura,
Diseño Industrial
e Ingeniería

Apertura al día Miércoles de junio
Inscripciones hasta el 30 de abril de 2007
Cierre y entrega de propuestas: 1 de junio de 2007

Información adicional en el sitio
www.corona.com.co
Teléfono: 476 5000 y 476 5001
Correo electrónico: corona@corona.com.co

corona

TRABAJO ELEGIDO 2007

PREMIO CORONA PRO - HABITAT

Convocatoria Nacional

2do Puesto – Cali. Septiembre 2008

Arq. / Ing. Civil Esteban Martínez Lozada

Asesor: PhD. Diego Echeverry Campos



GREEN
loop



NECESIDADES A ATENDER

- Necesidad por parte de la Academia de cambiar su enfoque hacia la renovación de tendencias actuales en el campo de la construcción.
- Oportunidad del sector para proveer vivienda realmente digna.
- Costo debe ser menor al generado por medio de los métodos usuales.
- Búsqueda de respuesta tanto para el déficit de vivienda, como al déficit cualitativo de vivienda existente.
- Proveer un adecuado entorno urbano.



Sector de invasión de Ciudad Porfía



GREEN
loop



Modulación – Vivienda de interés social sostenible

OBJETIVOS

- Generar y normalizar un sistema de construcción basado en el material desarrollado en la Universidad de los Andes (Polímero de alta densidad reciclado, reforzado con fibra de guadua).
- Simplificar y agilizar la construcción de vivienda de interés social.
- Asegurar adaptación de componentes con un mínimo de modificaciones.
- Generar flexibilidad en diseños de casas y edificios utilizando componentes normalizados.
- Definición de sistema que permita generar un adecuado entorno urbano.



Figura 1. Manzana típica de la Ciudadela Colsubsidio, Bogotá



GREEN
loop



Modulación – Vivienda de interés social sostenible

ANTECEDENTES – APLICACIÓN DE MATERIALES POTENCIALMENTE RECICLABLES EN LA CONSTRUCCION DE VIS (Acevedo – Majana, 2007)

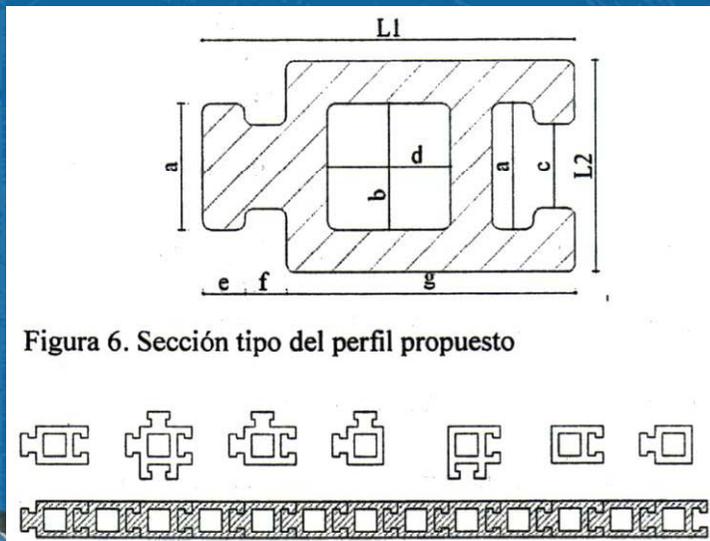
- Solución para el problema de vivienda y ambiental.
- Material con bondades mecánicas y disponibilidad suficiente para ser materia prima, considerado como desecho.
- Compuesto desarrollado se adapta a exigencias estéticas y estructurales de una vivienda. (PEAD + Fibra de vidrio y agente coadyudante).
- Extiende vida útil de relleno sanitario y reduce en un 25% el costo de manejo de residuos.
- Logran controlar el CREEP por medio de la implementación de fibras de refuerzo y aditivos.
- Costos ligeramente elevados. Se sugiere reemplazar fibra de refuerzo (Fibra de vidrio).

No MEZCLA	%PEAD	%FG	%AA	ESFUERZOS FALLA				MODULOS	
				TENSION (Mpa)	FLEXION (Mpa)	COMPRESI -ON (Mpa)	CORTANTE (Mpa)	FLEXION (Mpa)	COMPRESION (Mpa)
1	40%	30%	30%	28.30	57.80	34.6	37.14	2241.00	1105.02
2	60%	20%	20%	25.93	47.40	29.2	35.8	1529.00	968.2
3	80%	10%	10%	22.90	42.83	23.8	31.33	1053.00	859.5



ANTECEDENTES – APLICACIÓN DE MATERIALES POTENCIALMENTE RECICLABLES EN LA CONSTRUCCION DE VIS (Linares, 2007)

- Continua investigación y desarrollo de material iniciado por Acevedo y Majana.
- Reemplaza la fibra de vidrio por fibras de guadua y otro agente coadyudante.
- Se reducen considerablemente los costos, obteniendo beneficios muy similares por la utilización de PEAD reciclado.
- Se explora idea de sistema constructivo por adición de elementos



Sección tipo del perfil propuesto - tesis Linares.



GREEN
loop



MATERIAL A UTILIZAR

- Uno de los plásticos más comunes que se produce masivamente a nivel mundial.
- Polimerización del etileno a bajas presiones, y a 70°C en presencia de catalizadores se obtiene PEAD (0.935 – 0.975 g/cm³).
- Altas fuerzas intermoleculares, bajo nivel de ramificaciones y alta densidad.
 - Resistente a bajas temperaturas
 - Alta resistencia a compresión y a Tensión.
 - Baja densidad en comparación con otros materiales de construcción y metales.
 - No es tóxico
 - Presenta deformaciones a largo plazo bajo carga continua (Creep).



GREEN
loop



Modulación – Vivienda de interés social sostenible

MATERIAL A UTILIZAR

- Material desarrollado - mezcla entre Polietileno de alta densidad y fibras de guadua (Wood-Plastic Composites).
- Plástico reforzado.

Características mecánicas

PROPIEDAD	VALOR	
Modulo de elasticidad - E	2000 - 2200	Mpa
Resistencia a Tensión	14 - 25	Mpa
Resistencia a Compresión	24 - 34	Mpa
Resistencia al corte	32 - 37	Mpa

Propiedades mecánicas esperadas del material desarrollado en la tesis de Linares.

“En el relleno sanitario de Doña Juana se detectó que el 45% de estos residuos corresponden a plásticos, y el 53% de los plásticos está compuesto por el polietileno de alta densidad”.

Acevedo, F y E. Majana, Aplicaciones de material reciclado para al construcción de vivienda de interés social, Tesis de Magister, Departamento de Ing. Civil y Ambiental, Univ. De los Andes.



GREEN
loop



Modulación – Vivienda de interés social sostenible

DIMENSIONES DEL SISTEMA PROPUESTO

- Cada medida debe ser divisible por un coeficiente común.
- La correcta elección de dimensiones es dada por una cuidadosa selección de la serie matemática mas favorable.
- Serie modelo (Unión de una serie Fibonacci y una serie doble).
- Familia o grupo de dimensiones relacionadas de la siguiente manera:
 1. La mayor medida fabricable.
 2. Familia de medidas con proporción estricta entre si ($1/2$, $1/3$ y $2/3$).

GRUPO DE DIMENSIONES (cms)

Modulo Básico	Mayor Medida	$1/2$	$1/3$	$2/3$
10	60	30	20	40

- Paneles de 10 cms de ancho y de 20, 30, 40 y 60 cms de lado, conforman el sistema.
- Permite realizar cualquier medida estandarizada por el módulo básico (10 cms).

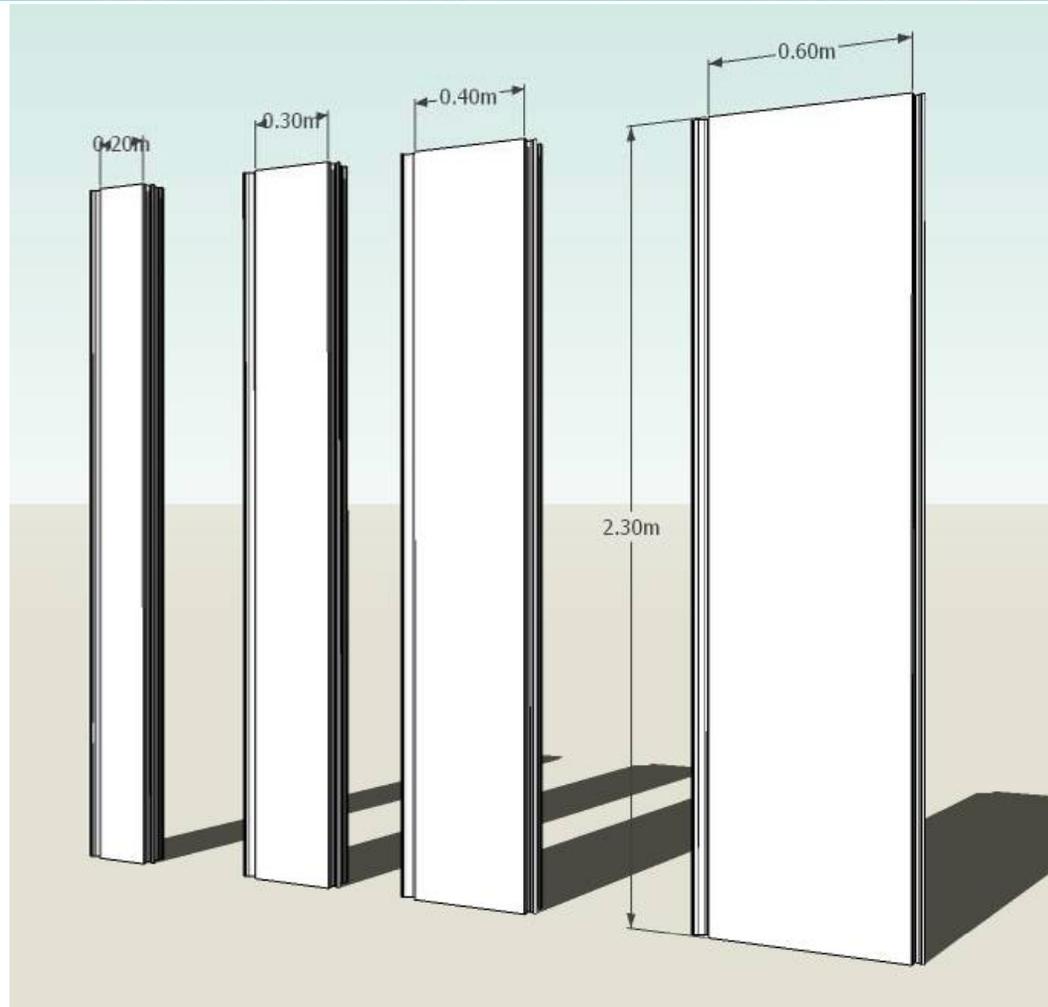


GREEN
loop



Modulación – Vivienda de interés social sostenible

SISTEMA - PANELIZACION



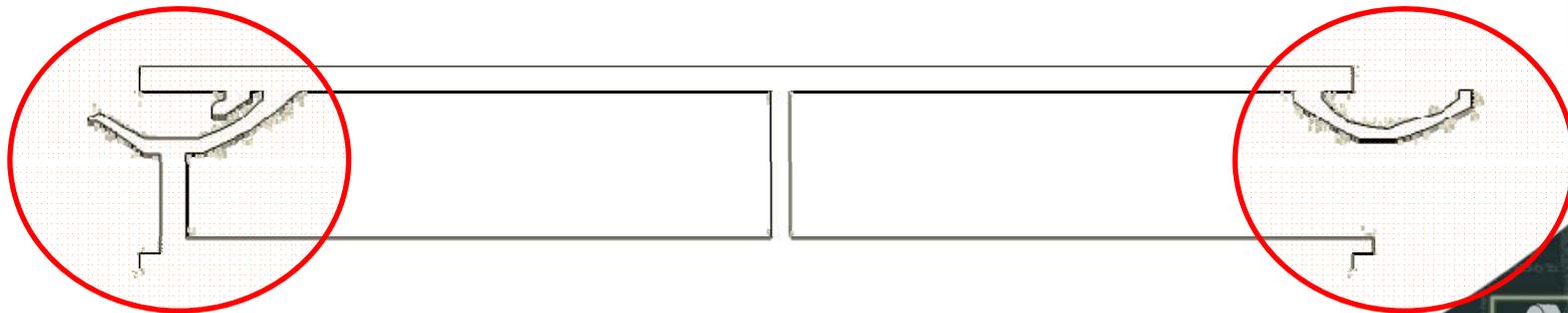
GREEN
loop



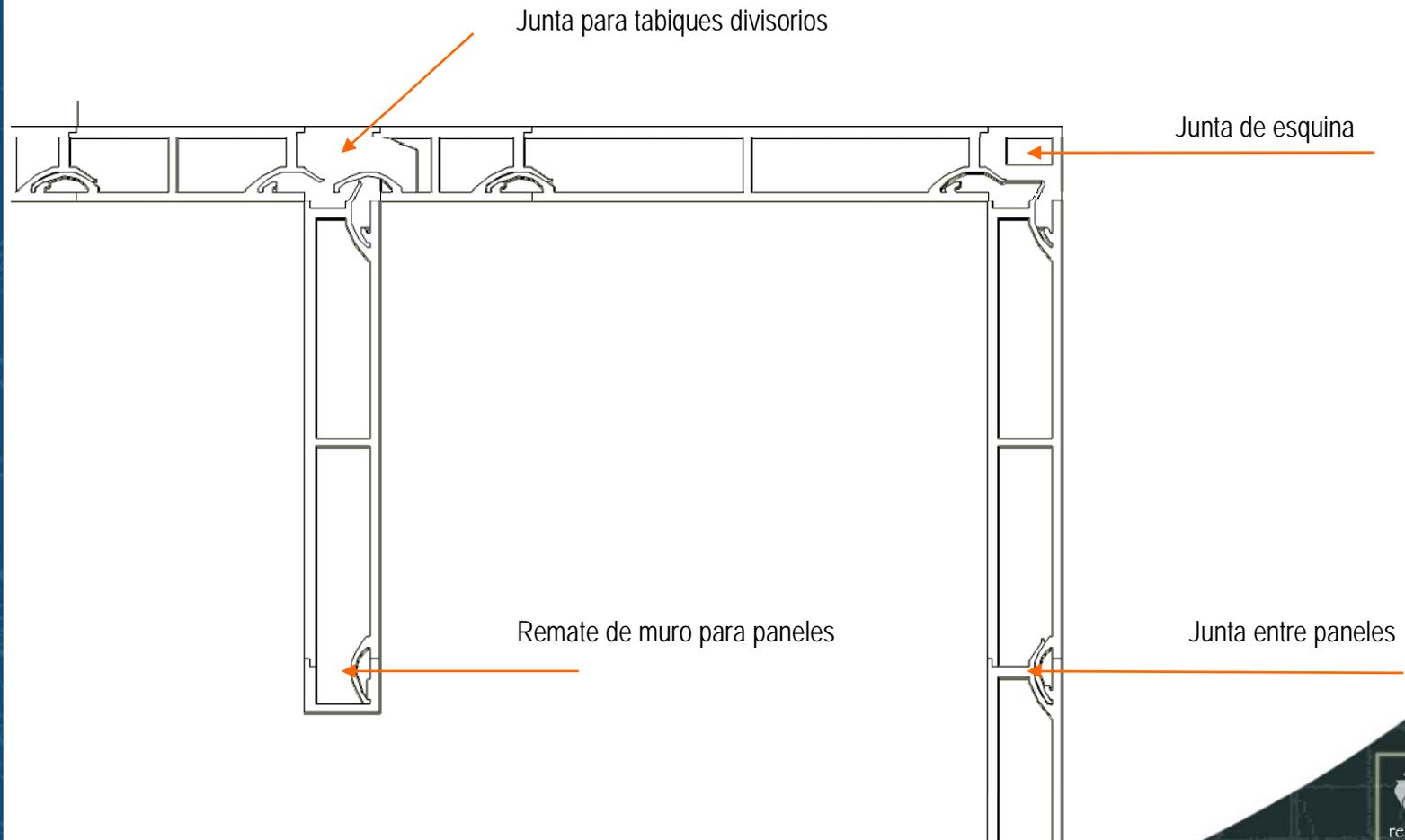
Modulación – Vivienda de interés social sostenible

SISTEMA - JUNTAS

- Juntas por ensamble y no por deslizamiento.
- Permite adición de piezas sin dificultades constructivas.
- La junta permite autoconstrucción.
- Junta que estructuralmente resiste esfuerzos a compresión y tensión.
- Sistema complementado con perfiles para manejo de esquinas y tabiques divisorios.
- El ensamblaje se da girando un panel sobre el otro hasta lograr una trabazón entre los elementos.



SISTEMA - JUNTAS



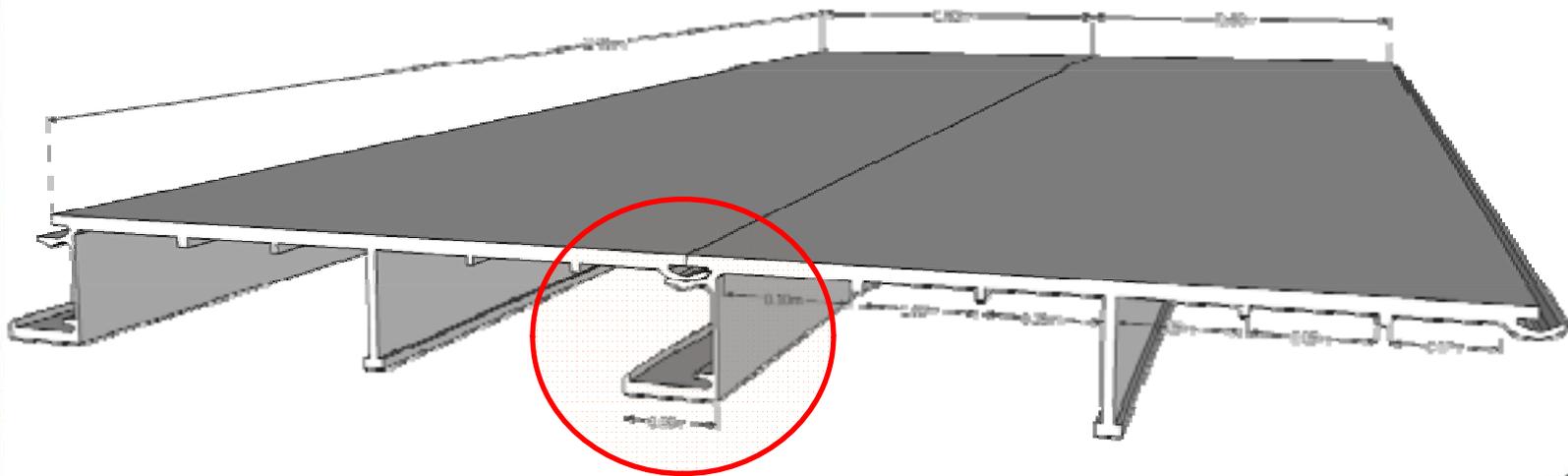
GREEN
loop



Manejo de juntas – Vivienda de interés social sostenible

SISTEMA - JUNTAS

- Para entrepisos, se plantea una junta similar, pero su sección es calculada para aumentar la inercia del elemento.

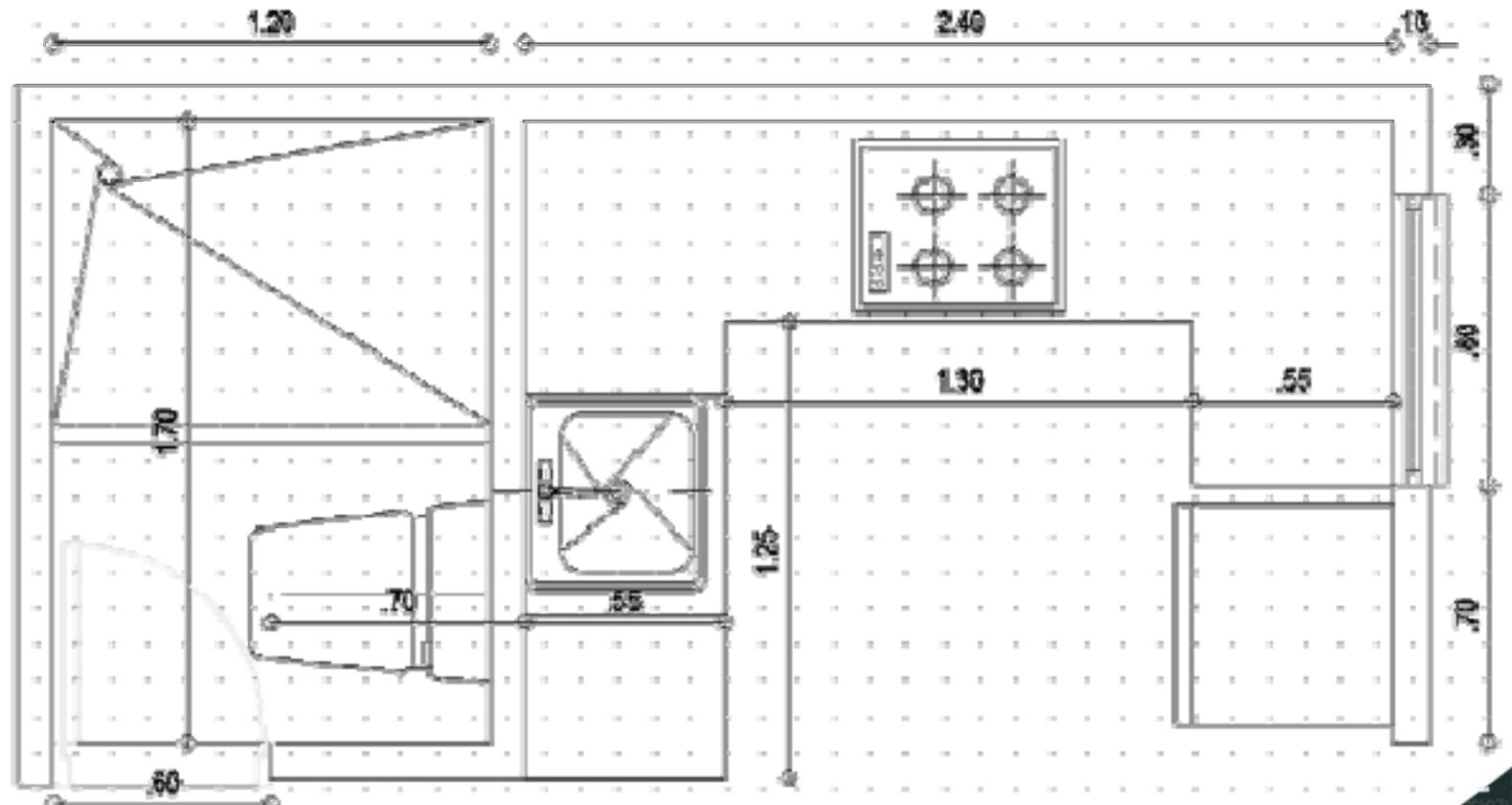


GREEN
loop



Manejo de juntas – Vivienda de interés social sostenible

DESARROLLO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO



- Se deben proyectar los espacios de tal manera que cada una de las dimensiones de los mismos este regida por una retícula de 10 x 10 cms.



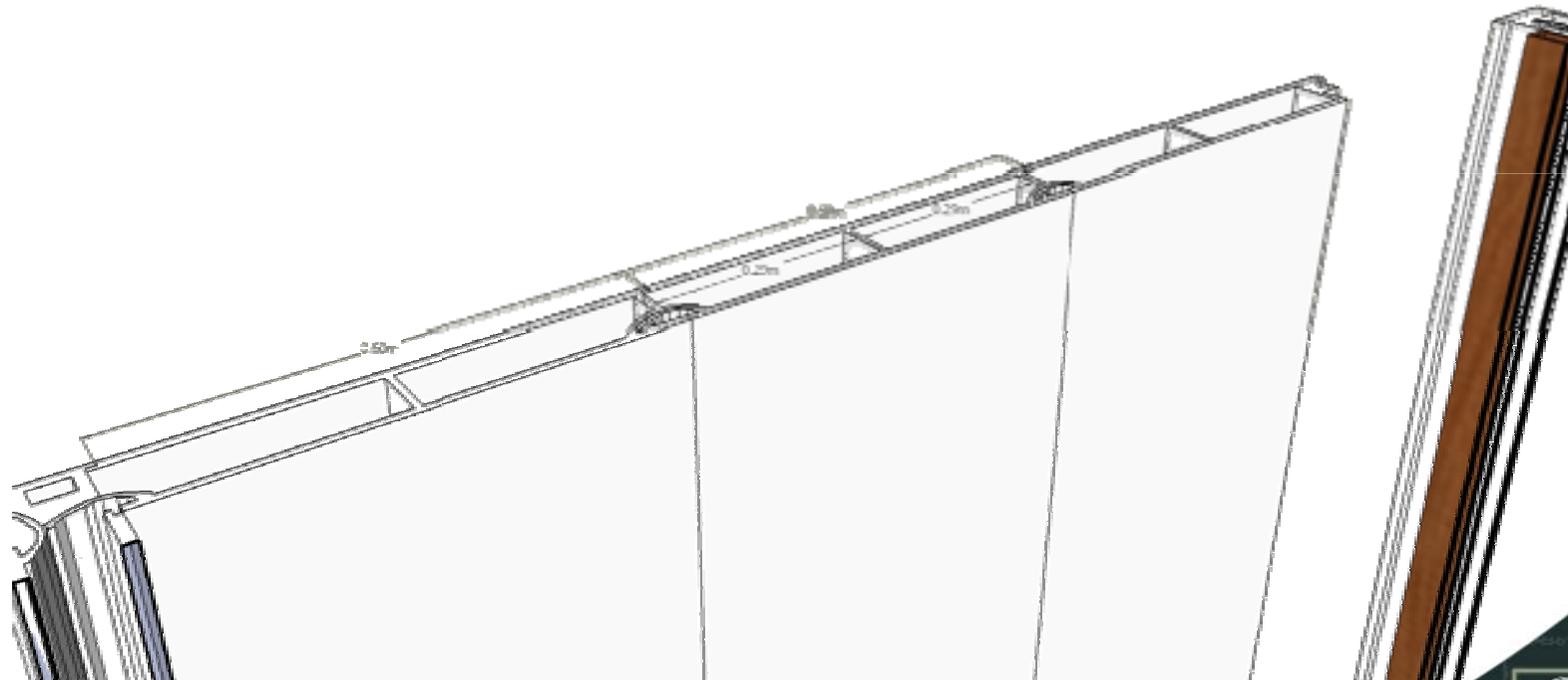
GREEN
loop



Diseño – Vivienda de interés social sostenible

CONFIGURACION DE PANELES

- La sección de los paneles es diseñada para optimizar el uso del material.
- genera rigidez por medio del diseño de su sección.

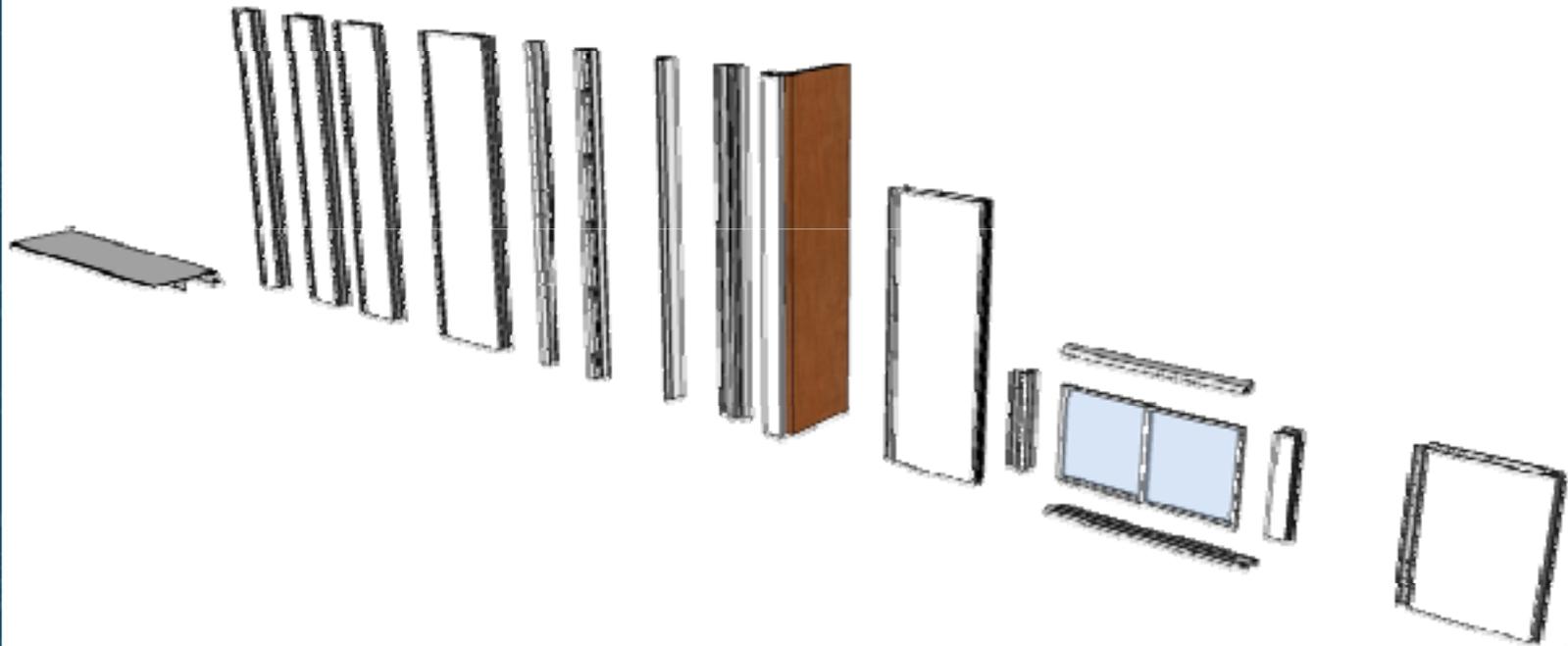


GREEN
loop



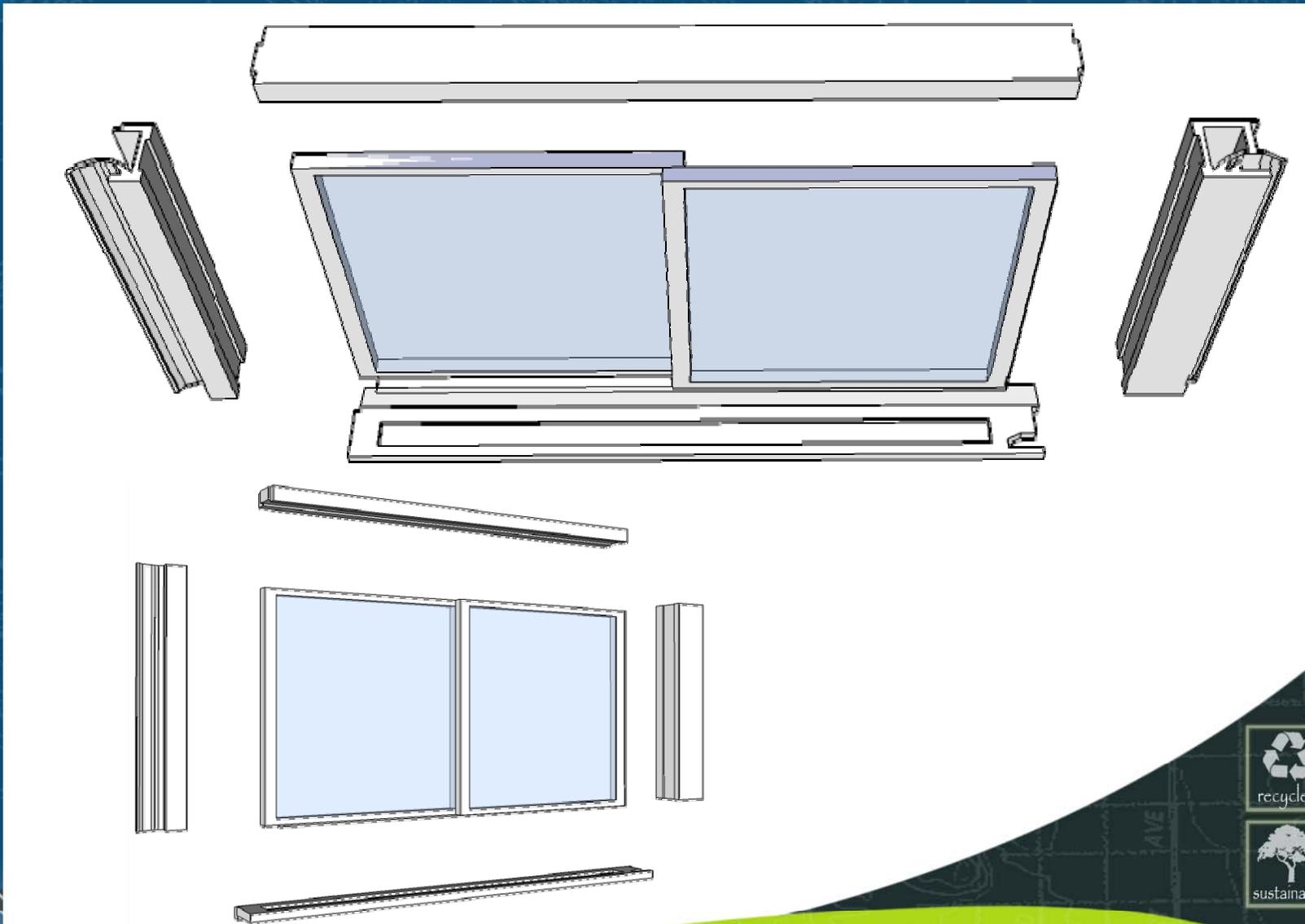
Diseño – Vivienda de interés social sostenible

SISTEMA GENERAL



Diseño – Vivienda de interés social sostenible

SISTEMA - VENTANERIA



GREEN
loop



Diseño - Vivienda de interés social sostenible

SISTEMA – PUERTAS

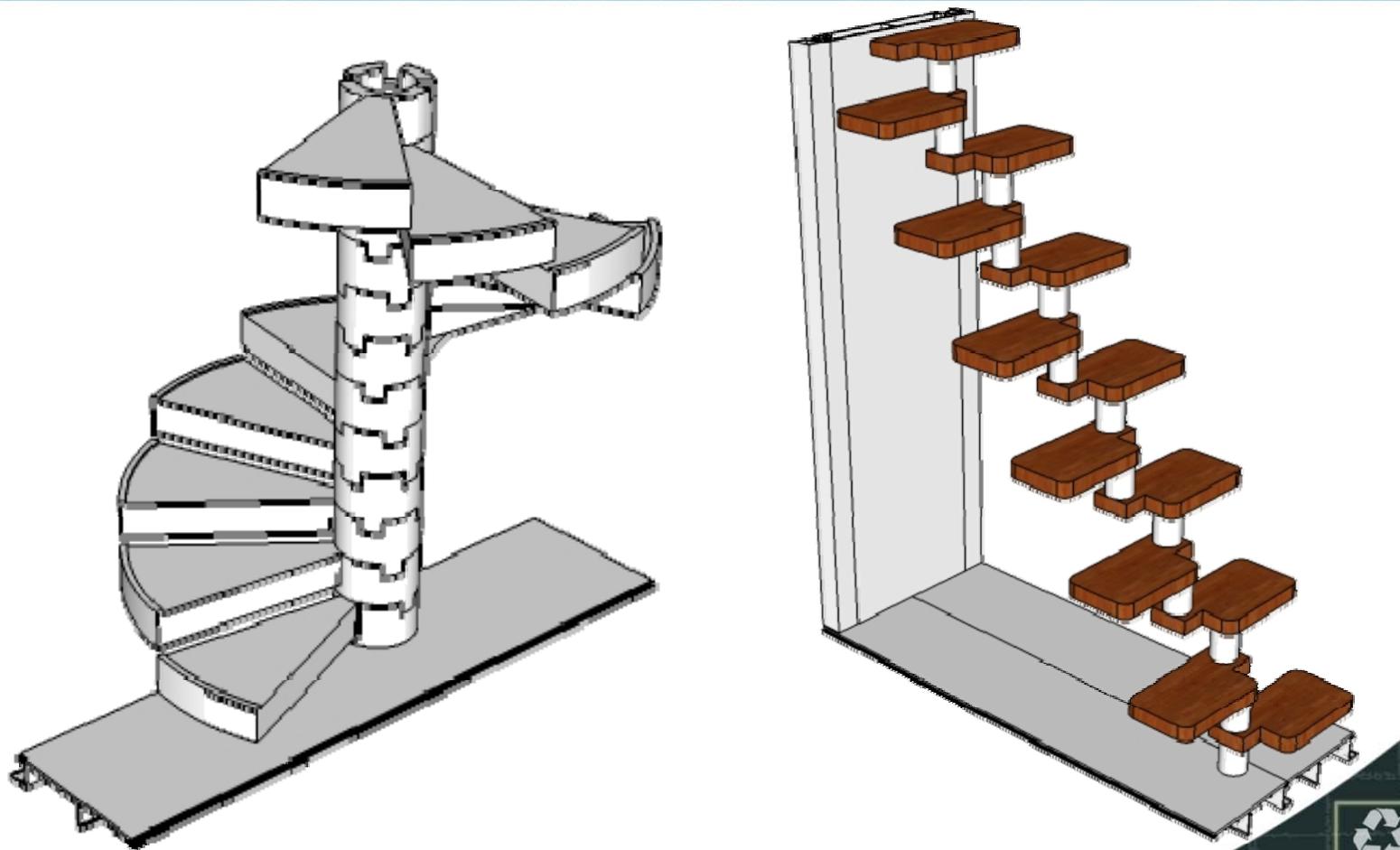


GREEN
loop



Diseño – Vivienda de interés social sostenible

SISTEMA – CIRCULACION VERTICAL



GREEN
loop



Diseño – Vivienda de interés social sostenible

MODULOS DE SERVICIO

- Módulos de servicio pre-ensamblados, que agilizan el tiempo de fabricación y aseguran calidad en la fase de construcción.
- Brindan flexibilidad al usuario final.
- Genera crecimiento progresivo en todos los componentes de la casa.
- Sistema de construcción utilizando componentes normalizados, sin restricciones a la libertad de diseño.
- Se asegura una adaptación de componentes con un mínimo de modificaciones.
- Se reducen desperdicios
- Se mejora la productividad.
- Permite el intercambio o reemplazo de componentes

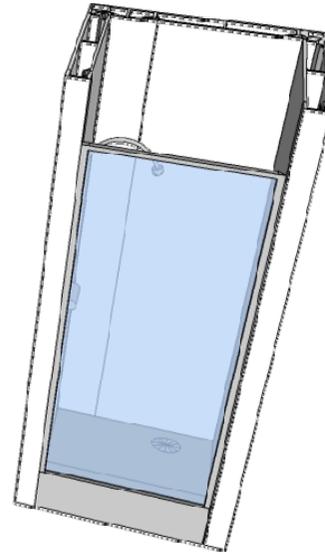
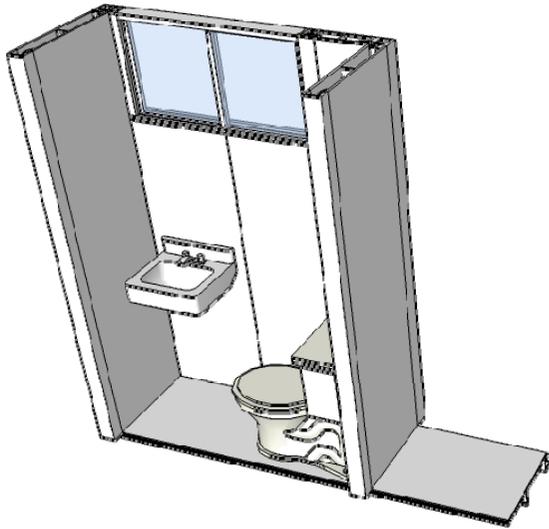


GREEN
loop

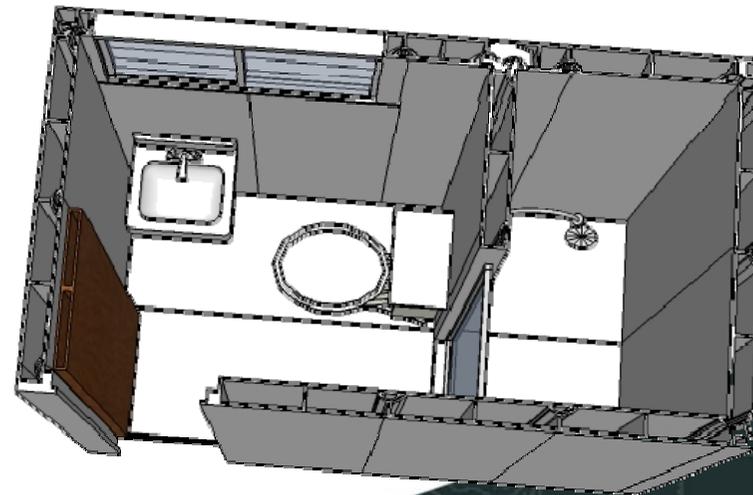
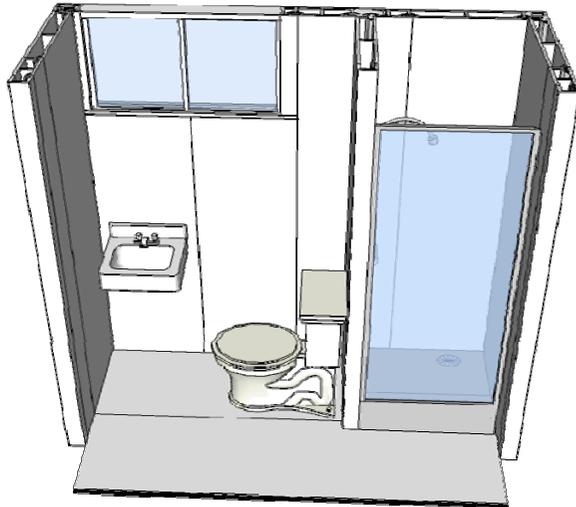


Diseño – Vivienda de interés social sostenible

MODULOS DE SERVICIO – BAÑO



- Módulos desarrollados



- Crecimiento Progresivo



GREEN
loop



Diseño – Vivienda de interés social sostenible

MODULOS DE SERVICIO - COCINA

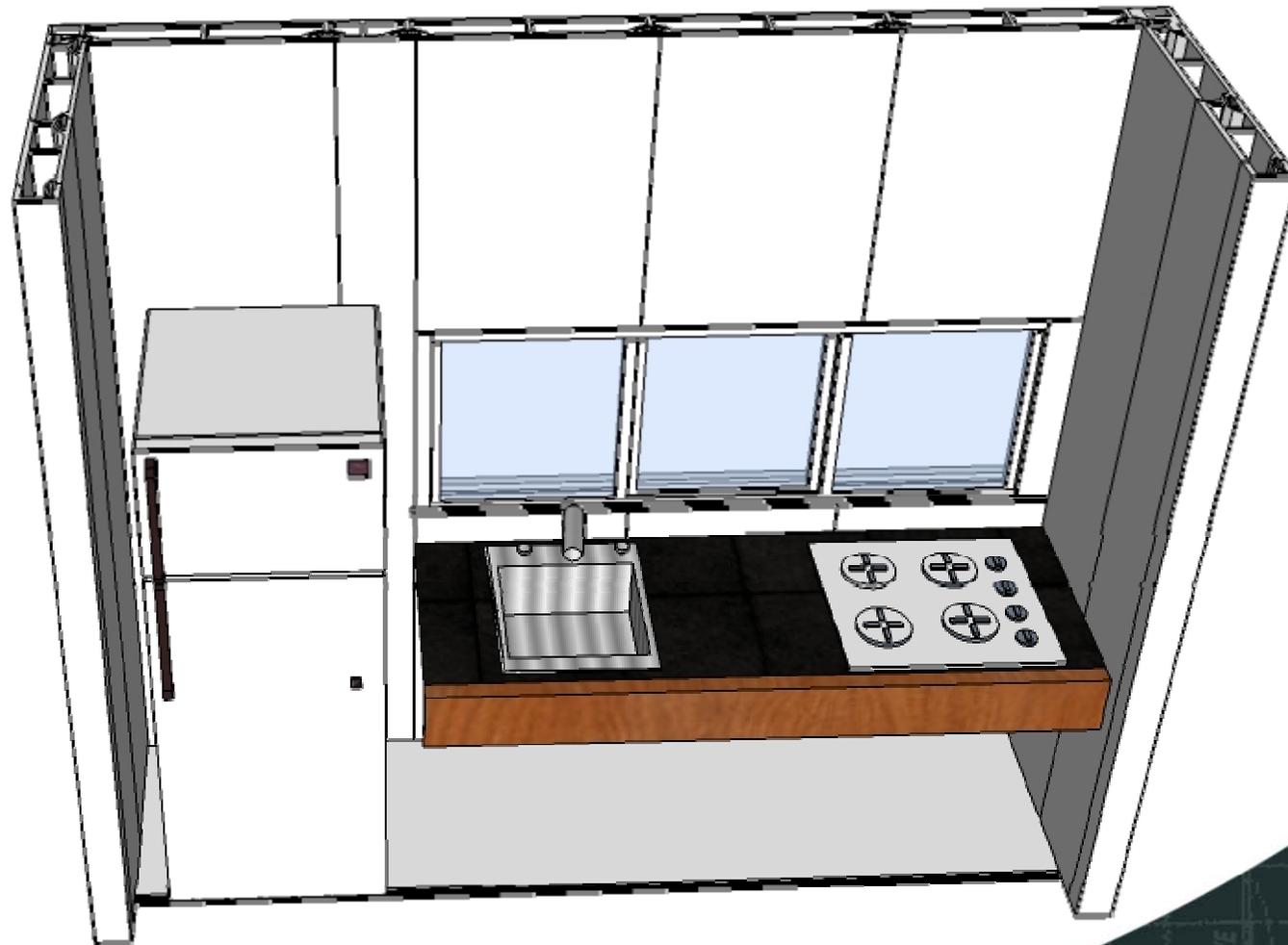


GREEN
loop



Diseño – Vivienda de interés social sostenible

MODULOS DE SERVICIO - COCINA

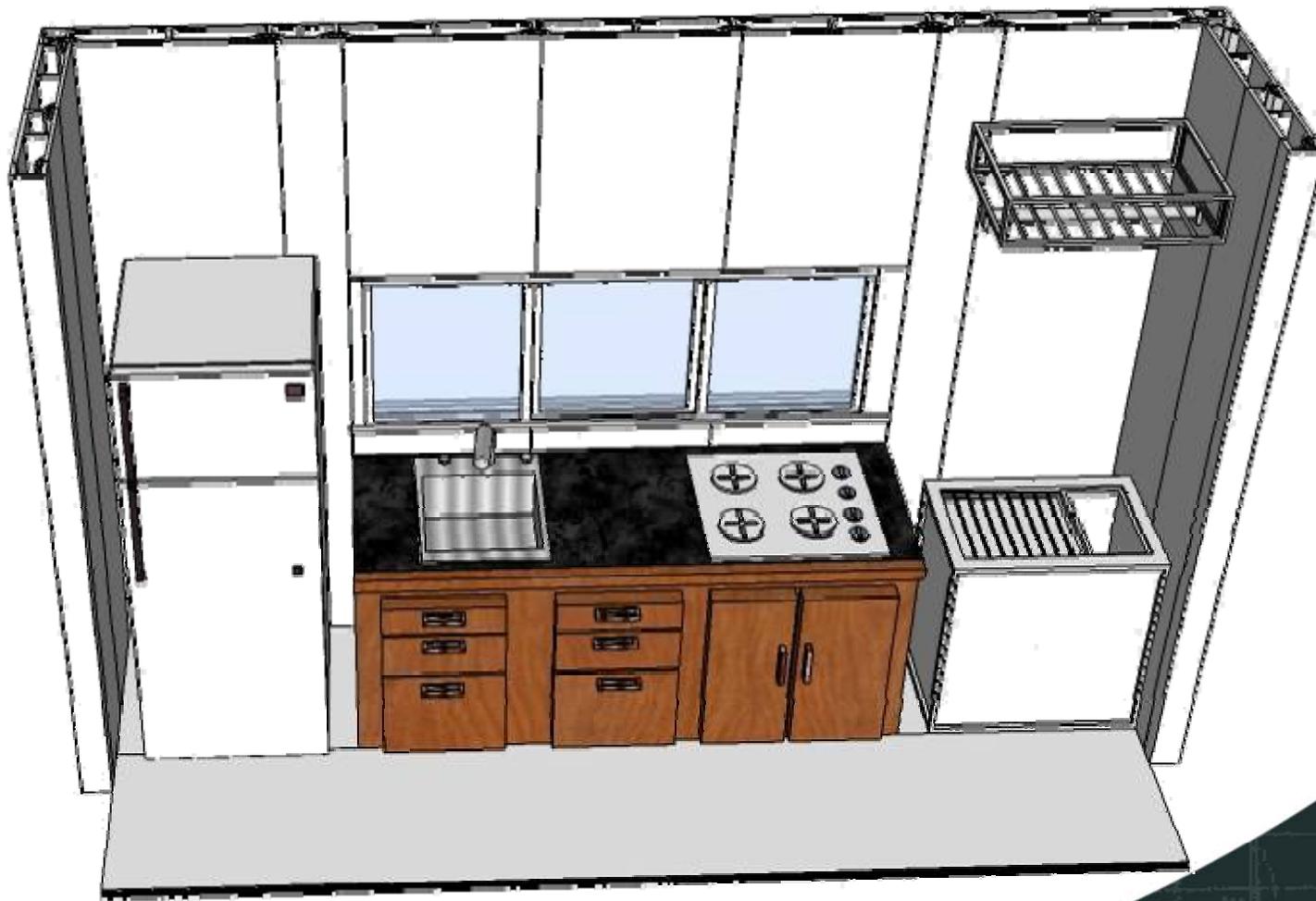


GREEN
loop



Diseño – Vivienda de interés social sostenible

MODULOS DE SERVICIO - COCINA



GREEN
loop



Diseño – Vivienda de interés social sostenible

MODULOS DE SERVICIO - COCINA

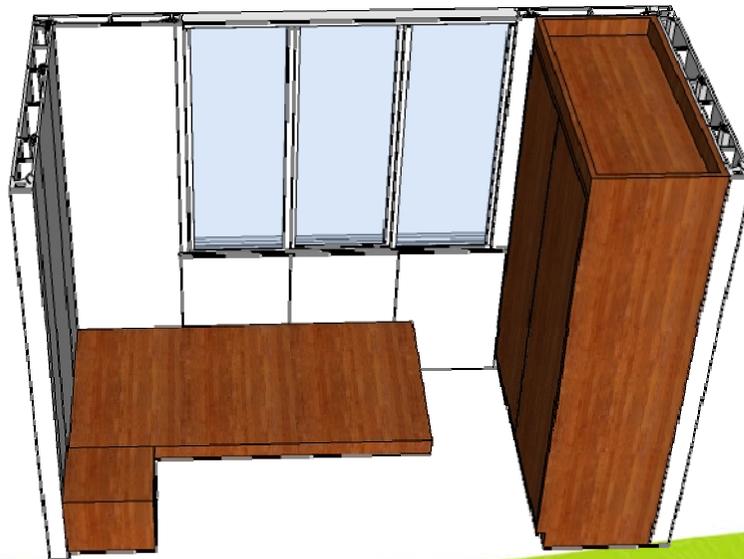
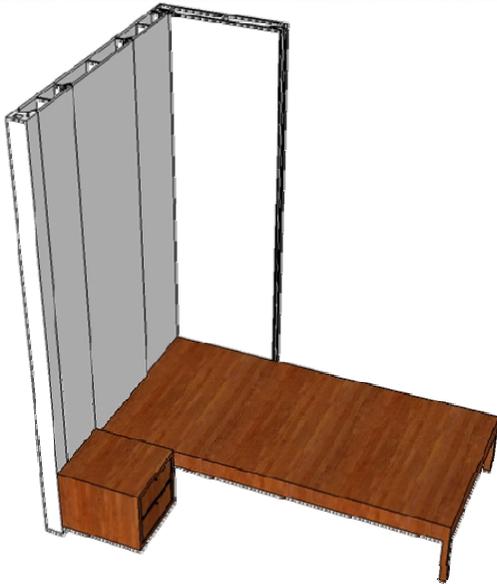


GREEN
loop



Diseño – Vivienda de interés social sostenible

MODULOS DE SERVICIO - HABITACIONES



- Módulos Desarrollados

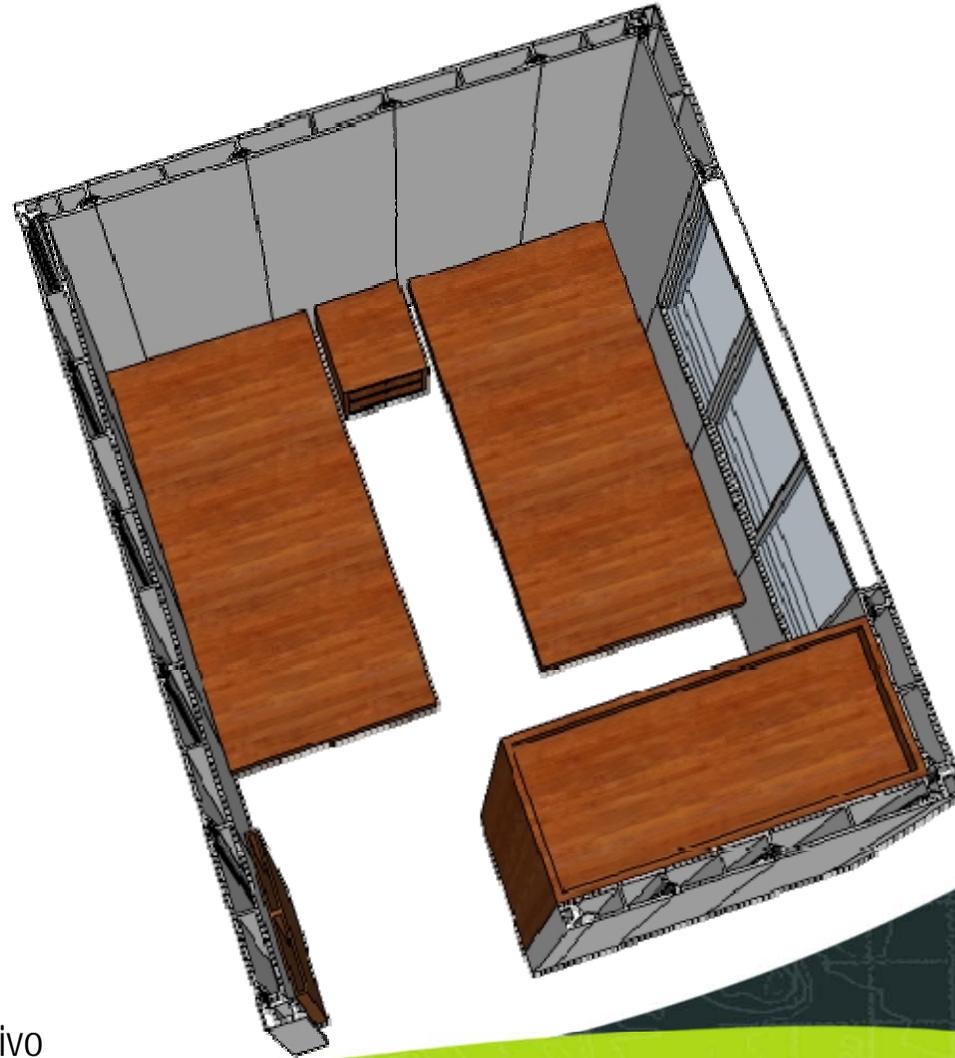


GREEN
loop



Diseño – Vivienda de interés social sostenible

MODULOS DE SERVICIO - HABITACIONES



- Crecimiento Progressivo



Diseño – Vivienda de interés social sostenible



GREEN
loop

MODULOS DE SERVICIO – HABITACIONES / ALMACENAMIENTO



- Módulos Desarrollados

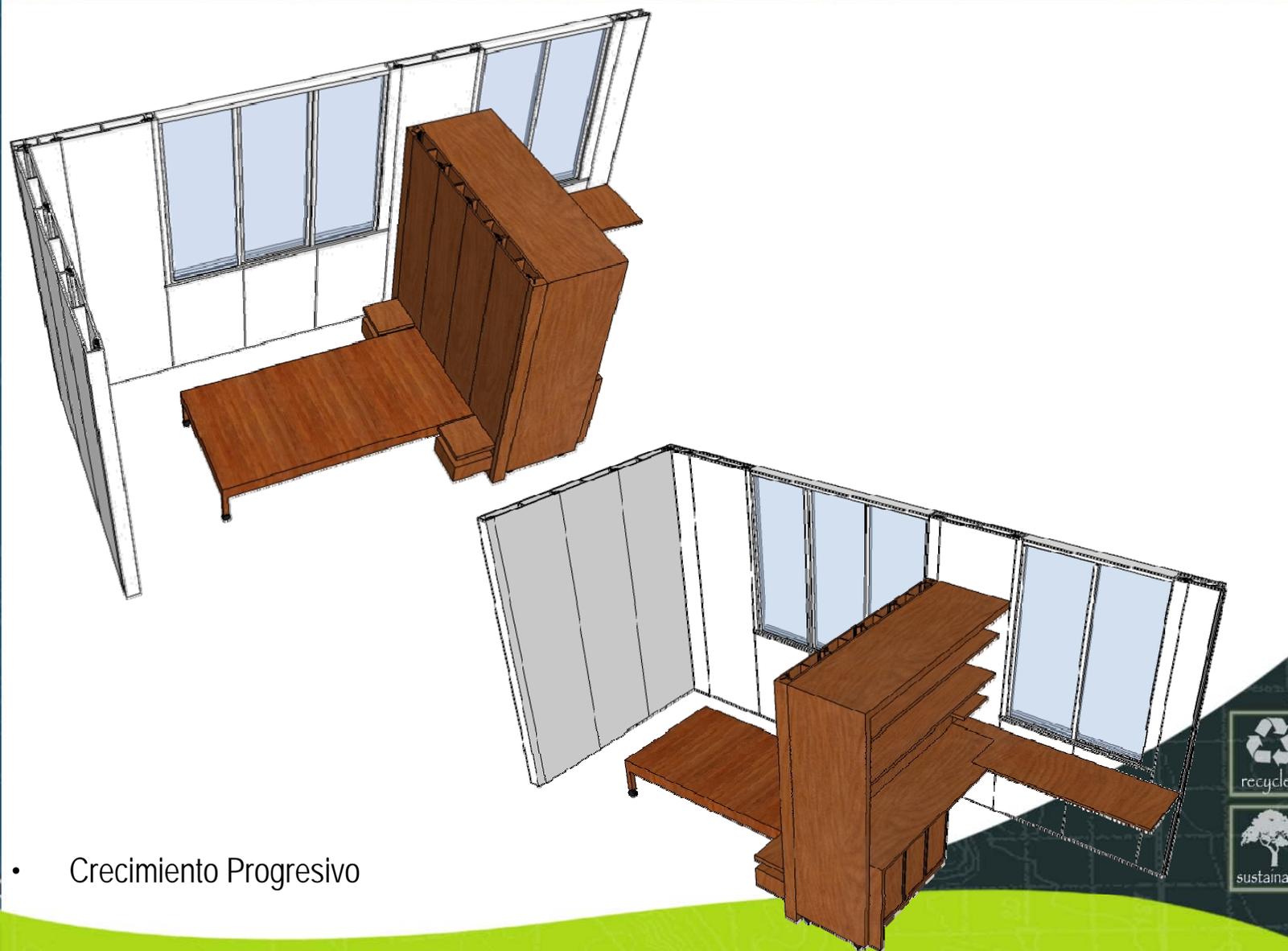


Diseño – Vivienda de interés social sostenible



GREEN
loop

MODULOS DE SERVICIO - HABITACIONES



- Crecimiento Progresivo



Diseño – Vivienda de interés social sostenible



GREEN
loop

MODULOS DE SERVICIO - HABITACIONES



- Módulos Desarrollados

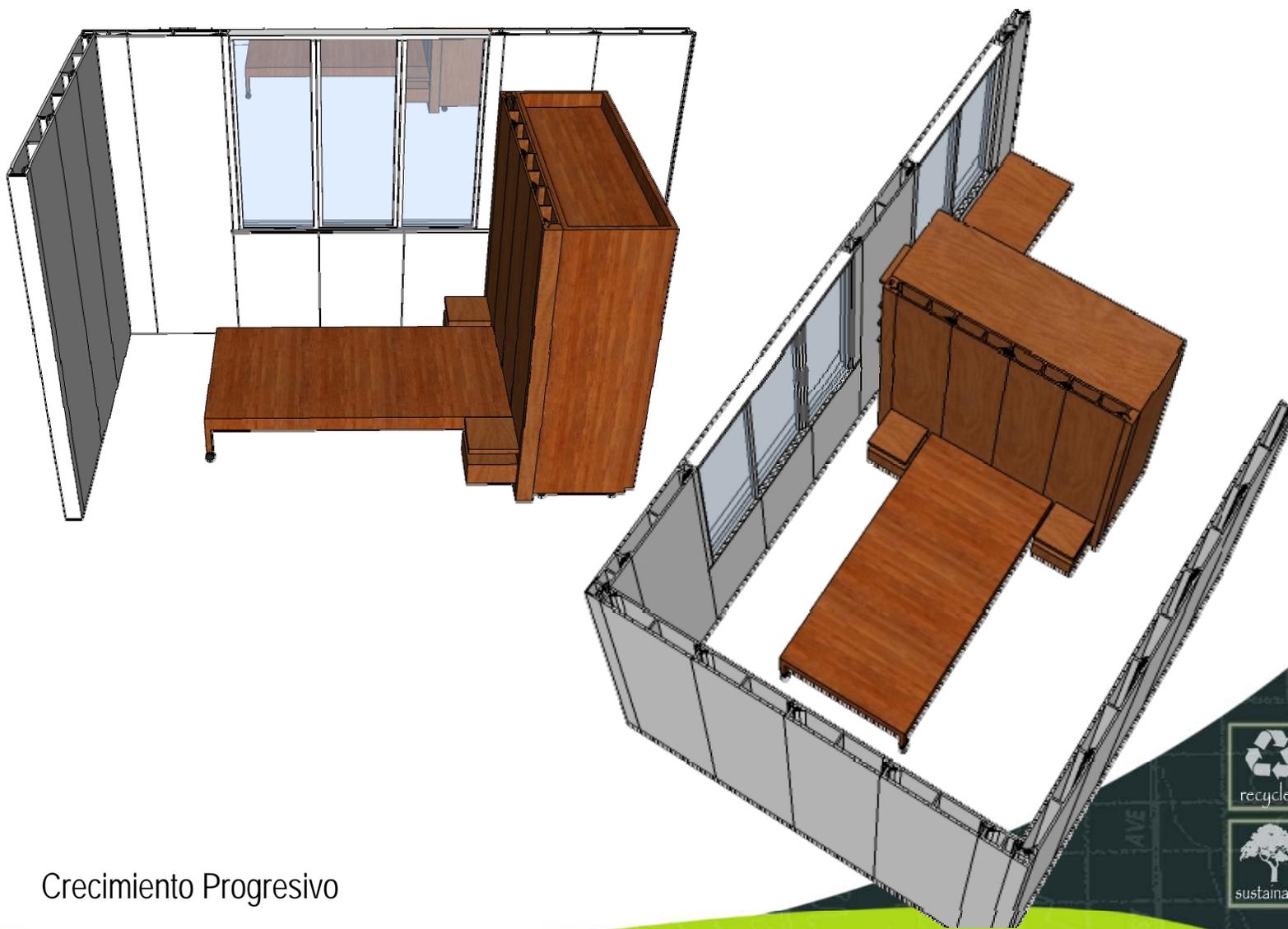


GREEN
loop



Diseño – Vivienda de interés social sostenible

MODULOS DE SERVICIO - HABITACIONES



- Crecimiento Progresivo



Diseño – Vivienda de interés social sostenible



GREEN
loop

ANALISIS ECONOMICO – (Precio estimado de cada elemento)

Valor M ³ material propuesto	1997630	\$/M ³
---	---------	-------------------

PANELIZACION		20	30	40	60
Area (M ²)		0.008	0.011	0.014	0.019
Volumen (M ³)	2.20 alt.	0.0176	0.0242	0.0308	0.0418
	2.30 alt.	0.0184	0.0253	0.0322	0.0437
Costo (\$)	2.20 alt.	35158	48343	61527	83501
	2.30 alt.	36756	50540	64324	87296

PERFILES		Tapa	Esquinas	Union 90
Area pr. (M ²)		0.004	0.00675	0.012
Volumen (M ³)	2.20 alt.	0.0088	0.01485	0.0264
	2.30 alt.	0.0092	0.015525	0.0276
Costo (\$)	2.20 alt.	17579	29665	52737
	2.30 alt.	18378	31013	55135

VENTANERIA (60 cms ancho)	Ventana Alta (60 cms altura)					
	Alfajias	Perfil 1	Perfil 2	Marco	Panel 60	Vidrio
Area (M ²)	0.003	0.005	0.003	0.0015	0.019	
Volumen (M ³)	0.0018	0.003	0.0018	0.0009	0.01615	
Unidades	2	1	1	4	2	
Volumen Total	0.0036	0.003	0.0018	0.0036	0.0323	
Precio	7191.47	5992.89	3595.734	7191.47	64523.449	9108
Total						97603



ANALISIS ECONOMICO – (Precio estimado de cada elemento)

VENTANERIA (60 cms ancho)	Ventana Standard (1.45 mts altura)					
	Alfajias	Perfil 1	Perfil 2	Marco	Panel 60	Vidrio
Area (M ²)	0.003	0.005	0.003	0.0015	0.019	
Volumen (M ³)	0.0018	0.00725	0.00435	0.00218	0.01615	
Unidades	2	1	1	4	1	
Volumen Total	0.0036	0.00725	0.00435	0.0087	0.01615	
Precio	7191.47	14482.82	8689.691	17379.4	32261.7245	22011
Total						102016

VENTANERIA (60 cms ancho)	Ventana Piso Techo (2.0 mts altura)					
	Alfajias	Perfil 1	Perfil 2	Marco	Panel 60	Vidrio
Area (M ²)	0.003	0.005	0.003	0.0015	0.019	
Volumen (M ³)	0.0018	0.01	0.006	0.003	0.0057	
Unidades	2	1	1	4	1	
Volumen Total	0.0036	0.01	0.006	0.012	0.0057	
Precio	7191.47	19976.3	11985.78	23971.6	11386.491	30360
Total						104872

Placa Sistema Luz 3mts	
Area (M ²)	0.015
Volumen	0.045
Precio	89893
Precio / M²	49941



GREEN
loop



Análisis de viabilidad económica – Vivienda de interés social sostenible

ANALISIS ECONOMICO

Se realizan modelos comparativos entre el sistema tradicional y el sistema desarrollado, aplicado en:

- Vivienda en sitio propio (Catarsys)
- Conjunto de vivienda unifamiliar .
- Vivienda en altura.

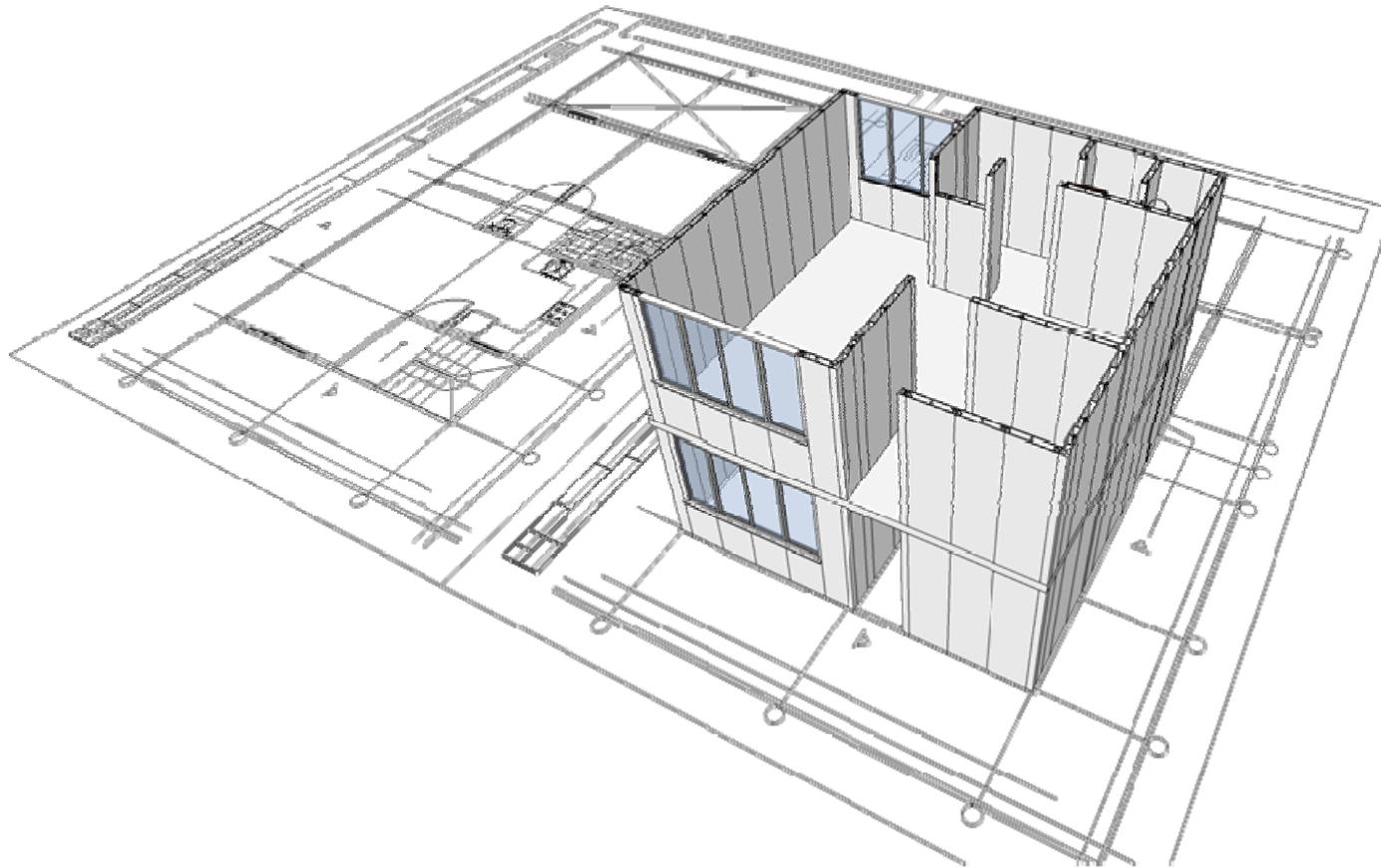
RESULTADOS (Solo se reemplaza envolvente y entrepisos)

PORCENTAJE DE AHORRO OBTENIDO CON SISTEMA PROPUESTO			
	Sistema Tradicional	Sistema Propuesto	% de ahorro
Sitio Propio - Catarsys	\$72,372,229	\$56,377,385	22.10%
Vivienda Unifamiliar - Vivienda Corona	\$76,963,423	\$55,571,622	27.79%
Vivienda en altura / UMIS - No crecimiento	\$36,782,955	\$26,827,249	27.07%
Vivienda en altura / UMIS - crecimiento en altura	\$73,642,382	\$45,758,379	37.86%
Vivienda en altura / Edificio - Crecimiento lateral	\$55,114,892	\$43,233,604	21.56%

Tabla 1. Comparación de costos entre el sistema tradicional y el sistema propuesto.



APLICACION DEL SISTEMA - CATARSYS



Aplicabilidad- Vivienda de interés social sostenible



GREEN
∞
op

APLICACION DEL SISTEMA – Vivienda Unifamiliar



Aplicabilidad– Vivienda de interés social sostenible



GREEN
loop

APLICACION DEL SISTEMA - UMIS

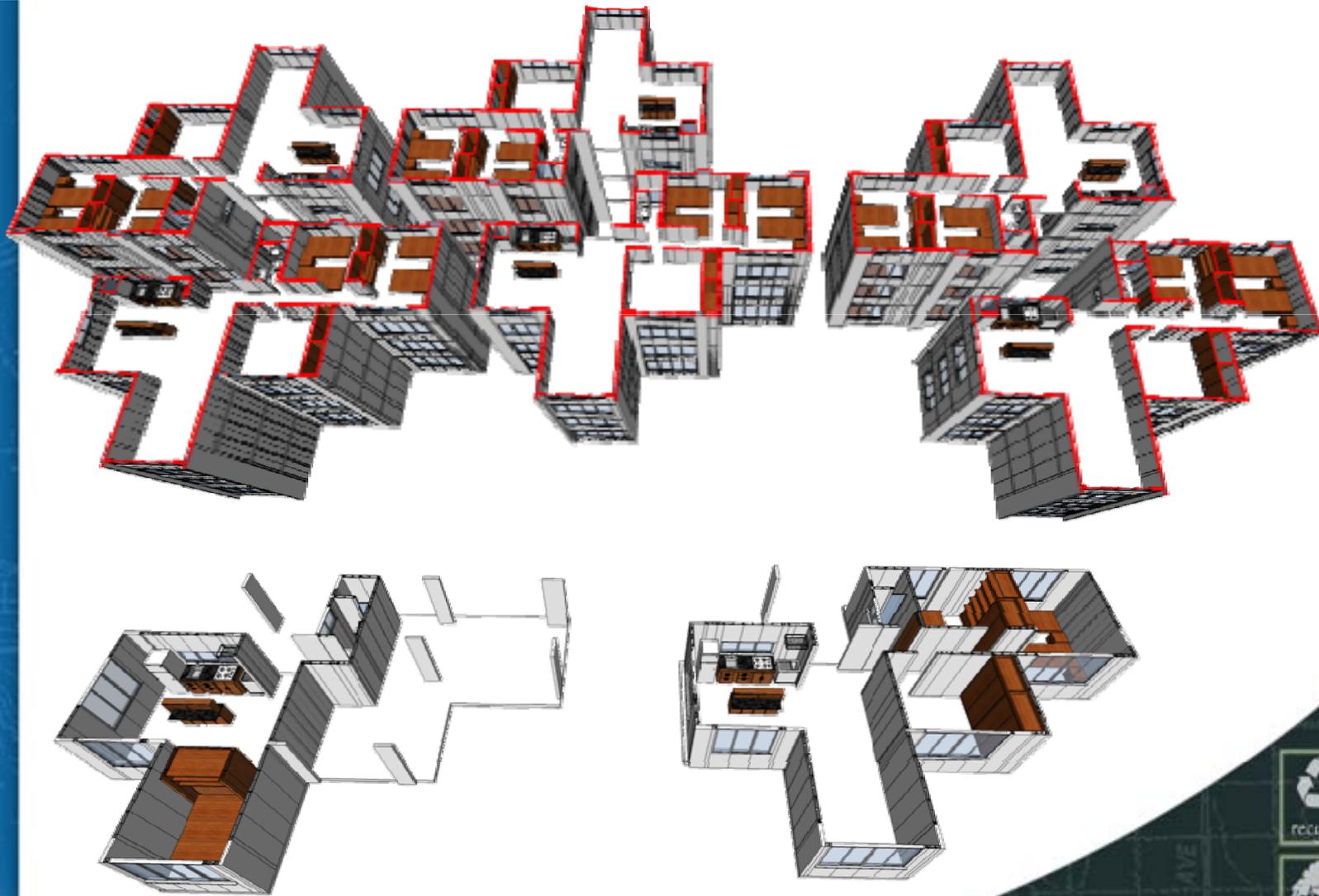


Aplicabilidad- Vivienda de interés social sostenible



GREEN
loop

APLICACION DEL SISTEMA – VIVIENDA EN ALTURA



Aplicabilidad– Vivienda de interés social sostenible



GREEN
loop

APLICACION DEL SISTEMA – VIVIENDA EN ALTURA



Aplicabilidad– Vivienda de interés social sostenible



GREEN
loop

CONCLUSIONES

BONDADES

- Sistema en el que los desperdicios se eliminan
- La limpieza en obra es total
- Los elementos permiten la autoconstrucción
- El sistema garantiza la calidad de las viviendas realizadas

POR DESARROLLAR

- Etapa de desarrollo intermedia
- Requiere la elaboración de prototipos a escala real
- Determinar el rendimiento en obra que se puede obtener con la implementación del sistema.
- Incidencia en la estructura de las edificaciones por el uso del material.
- Incidencia en costos indirectos por menor uso de maquinaria y tiempo general de obra.



GREEN
loop



Análisis de viabilidad económica – Vivienda de interés social sostenible

Gracias

ESTEBAN MARTINEZ LOZADA

Director de Proyectos

GREEN
loop SUSTAINABLE ARCHITECTURE & ENGINEERING

GREEN LOOP LTDA

info@green-loop.com

Tel. (571) 4273390

Av. Eldorado No. 68c-61 Oficina 221

Bogotá - Colombia



GREEN
loop

