

**Dr. Francisco Javier Soria López**  
Director de la División de Ciencias y Artes para el Diseño  
UAM Xochimilco

## INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

Alcaldía Milpa Alta Poblado San Antonio Tecómitl

Hagamos Poder S.A. de C.V.

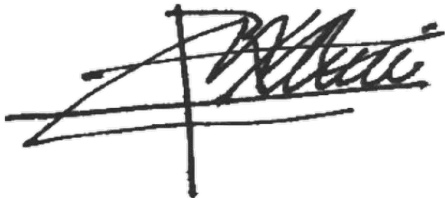
Periodo: 1 de Noviembre de 2019 al 1 de Octubre de 2020

Proyecto: Centro de transformación y manejo de residuos Milpa Alta

Clave: XCAD000848

Responsable del proyecto: Ing. Oscar Antonio Valdés Jiménez

Asesor interno: Arq. Juan Ricardo Alarcón Martínez



César Constantino Godínez  
Matrícula: 2132041235  
Licenciatura: Arquitectura  
División de Ciencias y Artes para el Diseño  
Cel: 56 3177 5813  
Correo Electrónico: [jineastwood@gmail.com](mailto:jineastwood@gmail.com)

Índice	
1. Introducción	Pág. 01
2. Objetivo general	Pág. 02
3. Actividades realizadas	Pág. 02
4. Metas alcanzadas	Pág. 07
5. Resultados y conclusiones	Pág. 15
6. Recomendaciones	Pág. 15
7. Bibliografía y/o Referencias Electrónicas	Pág. 16

## 1. Introducción

En México, la demanda de materias primas ha aumentado en los últimos años debido al gran desarrollo de la actividad constructiva y, al mismo tiempo, la demolición y remodelación de antiguas estructuras han traído consigo una alta generación de desechos de construcción y demolición (RCyD).

Además, debido a la falta de planificación para una gestión adecuada de estos residuos se terminan depositando en botaderos de forma no controlada. Al realizar estos depósitos de RCyD, no solo se está desaprovechando energía y material potencialmente reciclable, sino que también, se afecta de manera negativa el medio ambiente.

Sin embargo, en países desarrollados estos desechos son reciclados y utilizados como materia prima en aplicaciones de ingeniería de diferentes disciplinas. Refiriéndonos estrictamente al reciclaje de los desechos de concreto encontramos los agregados de concreto reciclado (ACR), los cuales se sugieren como sustituto de los agregados convencionales en las actividades de construcción de carreteras y edificios. Además, varios de estos países cuentan con normas específicas para gestionar correctamente el uso de ACR.

Por otro lado, una realidad de los laboratorios de control de calidad en la ciudad de México mediante ensayos de materiales de construcción que, a través de los años, se ha convertido en un tema de consideración, es el concreto que se desecha debido a la gran cantidad de especímenes de concreto ensayados y cuyo número asciende a miles de unidades por año. La gestión final de este desecho es, simplemente, entregarlo a terceros para que dispongan de ellas de la manera que más deseen o botarlas en algún lugar de acopio de desechos.

Por lo tanto, esta investigación busca encontrar un uso diferente a este recurso (ACR) y así agregarle valor ya que es evidente que el empleo de ACR contribuirá a la conservación del medio ambiente sin afectar el desarrollo ni necesidades actuales del país. En consecuencia, se evalúa la posibilidad de utilizar dicho material como agregado grueso en la fabricación de mezclas nuevas de concreto, con el fin de ampliar la visión, en nuestra realidad, acerca de la interacción que ocurre entre el agregado reciclado de concreto y diferentes contenidos de cemento dentro de las mezclas de concreto.

## 2. Objetivo general

Contribuir en la mejora de la calidad de vida y medio ambiente en la Alcaldía Milpa Alta, al buscar una alternativa de uso y manejo efectivo de residuos que se generan en la Alcaldía a través de una gestión integral, moderna y eficiente de los Residuos de Concreto y Demolición (RCyD) Específicamente los resultantes del deshecho de concreto que se obtiene de los distintos especímenes ensayados en los laboratorios de control de calidad, y las demoliciones y desechos de concreto en la demarcación, evaluando la posibilidad de reutilizar este recurso agregando valor y así satisfacer necesidades específicas.

Ver la Viabilidad de elaborar un Proyecto Arquitectónico básico para la creación de un centro de transformación y manejo de residuos en la Alcaldía Milpa Alta, específicamente en el Poblado de San Antonio Tecómitl en un predio perteneciente a la Asociación Civil Hagamos Poder A.C. ubicado en Cda. Buganvillas S/N entre prolongación de Iturbide, San Antonio Tecómitl. El cuál tiene una superficie de 105 m<sup>2</sup> aprox.

Promover el reciclaje de escombros y desechos de concreto producto de las actividades de construcción y demolición en la Alcaldía Milpa Alta

## 3. Actividades realizadas

3.1. Se estudiaron las alternativas de uso y manejo efectivo de residuos resultantes del deshecho de concreto obtenido de los especímenes de concreto ensayados en laboratorios de control de calidad.

Uno de los ensayos más requeridos por los clientes en los laboratorios de control de calidad en la industria de la construcción es el ensayo de resistencia a la compresión de los especímenes de concreto. Debido a la gran demanda que tiene este ensayo, cada año se generan miles de unidades de estos especímenes ascendiendo a más de 10 000 especímenes (aprox. 60 m<sup>3</sup>) por año. Cada semana, el número de especímenes de concreto ensayados aumenta considerablemente, estos especímenes se acumulan dentro de las instalaciones de los laboratorios y reducen el espacio de trabajo de estos.

La Figura 01 muestra la acumulación de especímenes ensayados por día (media promedio) en laboratorio de control de Calidad LIEC, en el poblado de San Antonio Tecómitl, Milpa Alta:

Figura 01: Especímenes ensayados en promedio (media) al día.



Fuente: Elaboración propia, Laboratorio LIEC, 2020.

Estos desperdicios al cabo de un cierto tiempo son entregados a terceros para que dispongan de estos de la manera que deseen, pero casi nunca es la más adecuada, en términos de conciencia ambiental. Al no tener un plan de recolección ni lugares idóneos para depositarlos, podrían terminar en botaderos de manera no controlada y así, reducir el espacio dentro de estos, generando un impacto negativo en el medio ambiente.

Al volverse un tema de preocupación, aparece la necesidad de encontrar la manera de aprovechar este desecho y así reducir el impacto negativo al que conlleva.

Así surge la idea de utilizarlos como materia prima para obtener agregado grueso para la fabricación de nuevo concreto.

En esta sección se describe el proceso de obtención, trituración y tamizado para la obtención del producto final: agregado grueso de concreto reciclado, así como la descripción de este agregado, su caracterización y otros detalles de consideración para el análisis.

Criterio de selección del agregado de concreto reciclado

Las probetas que se utilizaron como materia prima para obtener el agregado, fueron aquellas que alcanzaron resistencia a la rotura (compresión) dentro del rango de 200 y 300 kg/cm<sup>2</sup>. Se tuvo dos justificaciones para establecer este rango: a) el agregado grueso reciclado que obtenemos es de buena calidad y no contiene

contaminantes y por ende, el agregado tendrá una resistencia mayor y b) en nuestro medio, la mayoría de edificaciones y diferentes obras, en las cuales el concreto es el material principal, se usan resistencias con valores que entran dentro del rango en consideración.

Además, no fue de interés que los especímenes elegidos hayan sido fabricados con algún tipo de agregado específico, ya sea redondeado o triturado. Cabe resaltar que las probetas utilizadas en la investigación fueron de edades menores a los 90 días de moldeo, es decir, eran de un concreto nuevo.

Emplear especímenes de laboratorio es un punto favorable en este análisis ya que es preciso conocer la calidad del material que se reciclará como agregado. En el trabajo presentado por Koper et. al. (2016) se señaló que es muy importante saber la composición, tipo y propiedades de los materiales que pueden estar contenidos dentro de los desperdicios de construcción. La calidad del desperdicio de construcción, en este caso las probetas, tiene gran influencia en las propiedades del agregado reciclado de concreto obtenido.

En esta investigación solo se ha considerado el uso de concreto triturado como agregado grueso dentro de la mezcla nueva de concreto puesto que diversos autores y especificaciones concuerdan que la fracción fina de este ACR puede contener contaminantes que serían perjudiciales dentro de la mezcla al reaccionar de manera desfavorable con la nueva pasta de concreto y así producir problemas de durabilidad a largo plazo.

#### Proceso de trituración y tamizado del agregado de concreto reciclado

Se seleccionaron 45 probetas ensayadas del Laboratorio LIEC que cumplieron con los requisitos descritos en la sección anterior y, el proceso de trituración será detallado a continuación:

- Primera etapa de trituración.

Debido a que la abertura de la trituradora no era lo suficientemente grande para que ingrese una probeta completa (probetas de 150mm de diámetro y 300mm de largo), se tuvo que reducir el tamaño de estos especímenes de manera manual. Esta fase de “trituración” fue realizada por el personal del laboratorio y el prestador de servicio, y se emplearon todos los implementos de protección personal requeridos (guantes, gafas de seguridad, mascarilla, botas de punta de acero).

En la figura 02 se aprecia el material resultante de esta etapa:

Figura 02: Primer material obtenido luego de la primera etapa de trituración.



Fuente: Elaboración propia. Laboratorio LIEC, 2020.

Segunda etapa de trituración. Luego de reducir el tamaño del concreto primario a fragmentos de tamaño menor a 120mm (tamaño de la abertura de la trituradora) en cualquiera de sus dimensiones, se colocaron dentro de la trituradora. El equipo utilizado es una trituradora de mandíbulas de acero, y con un sistema de regulación que se ajusta según el tamaño deseado de producto final.

En la Figura 03 se muestra el equipo mencionado en esta etapa, el cual se encuentra dentro del laboratorio.

Figura 03: Trituradora de mandíbulas



Fuente: Elaboración propia. Laboratorio LIEC, 2020.

Para esta investigación se ajustaron las mandíbulas a un tamaño final de 1" aproximadamente, con el fin que las partículas obtenidas de los 45 especímenes

sean de 25 mm como tamaño máximo. En la salida de la máquina se colocó una bandeja metálica que recibió el material producido, esto es con el fin de no contaminar el agregado al ponerlo en contacto con el suelo.

A medida que se trituraba el material dentro de la trituradora, el material producido se tamizó para separar las partículas mayores a  $\frac{3}{4}$ " y menores a 4.75 mm (fracción fina del agregado), es decir, se emplearon los tamices de 1",  $\frac{3}{4}$ ", N° 4. Así, se conseguía tener las partículas de tamaño deseado de agregado grueso y se eliminaba todo material fino producto de la trituración. La figura 04 muestra el material retenido por uno de los tamices mencionados en esta etapa.

Figura 04: Obtención del agregado de concreto reciclado tamizado.



Fuente: Elaboración propia. Laboratorio LIEC, 2020.

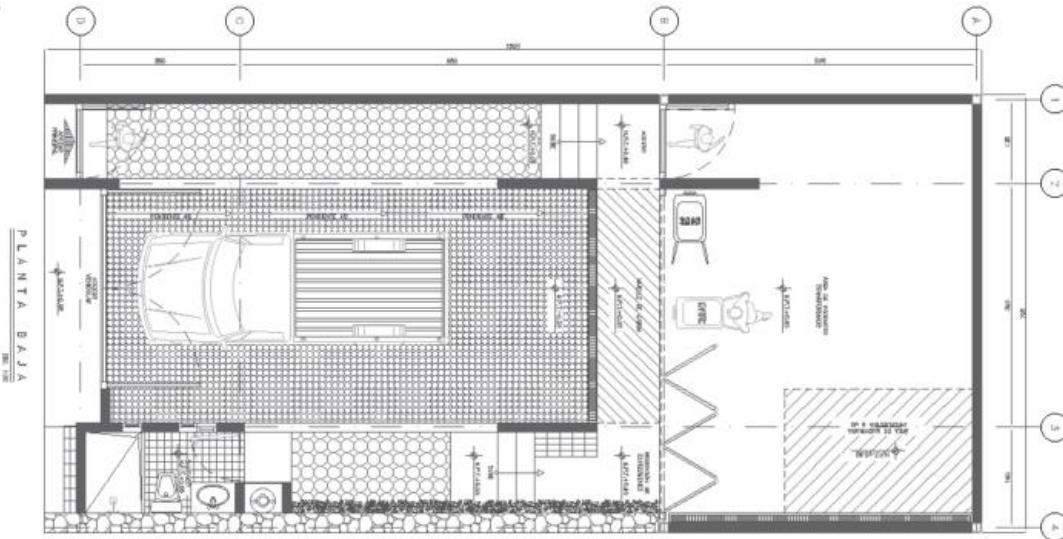
3.2 Para el presente trabajo, el prestador de servicio, César Constantino Godínez, realizó el diseño arquitectónico base (Anteproyecto) del "Centro de transformación y manejo de residuos Milpa Alta" el cuál tendría lugar en el predio perteneciente a la Asociación Civil Hagamos Poder A.C. ubicado en Cda. Buganvillas S/N entre prolongación de Iturbide, San Antonio Tecómitl. El cuál tiene una superficie de 105 m<sup>2</sup> aprox.

La premisa de diseño fue contar con un espacio que permita el ingreso, manejo, almacenamiento, la transformación, manejo y uso de residuos de los especímenes de concreto resultado de las pruebas de los laboratorios de control de calidad, y residuos resultantes de demoliciones autorizadas de elementos de concreto en la demarcación.

#### 4. Metas alcanzadas:

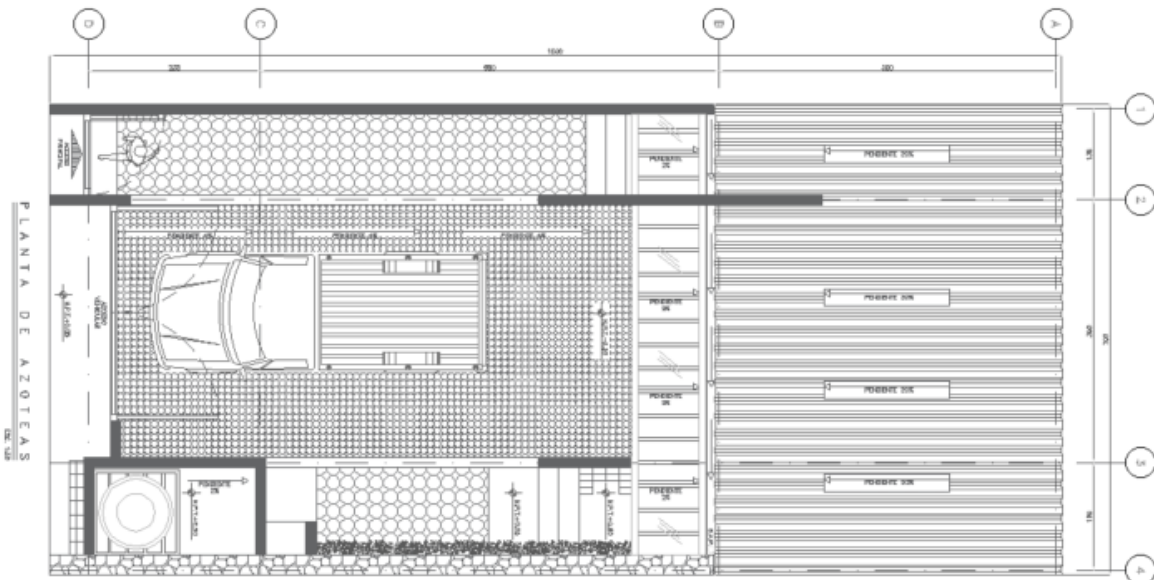
4.1 Se obtiene como resultado el siguiente proyecto básico, elaborado por el prestador de servicio César Constantino Godínez con apoyo del departamento de arquitectura del laboratorio LIEC, quien prestó sus instalaciones para la elaboración de este proyecto.

#### Planta Baja:



Fuente: Elaboración propia. César Constantino Godínez; LIEC Arquitectura 2020.

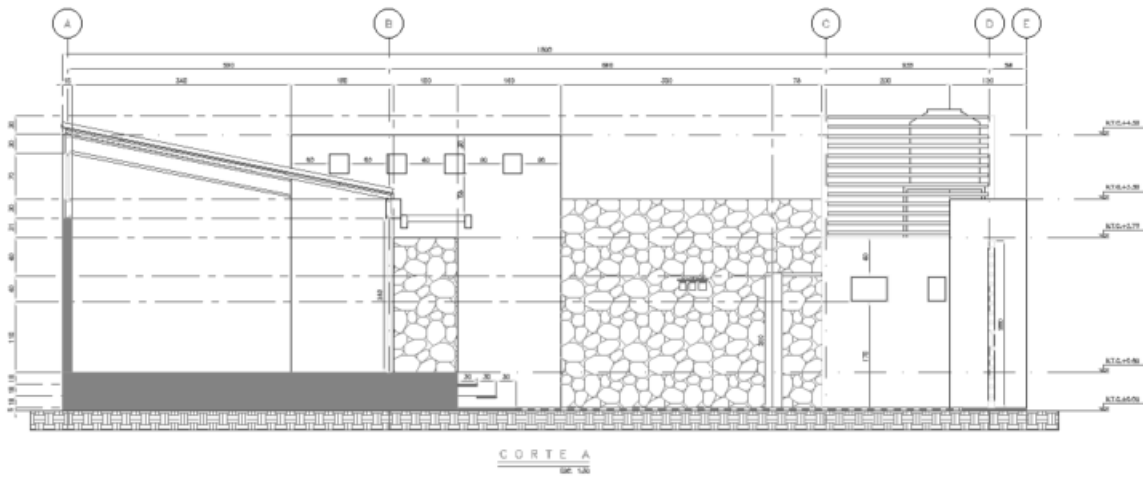
#### Planta de Azoteas:



Fuente: Elaboración propia. César Constantino Godínez; LIEC Arquitectura 2020.

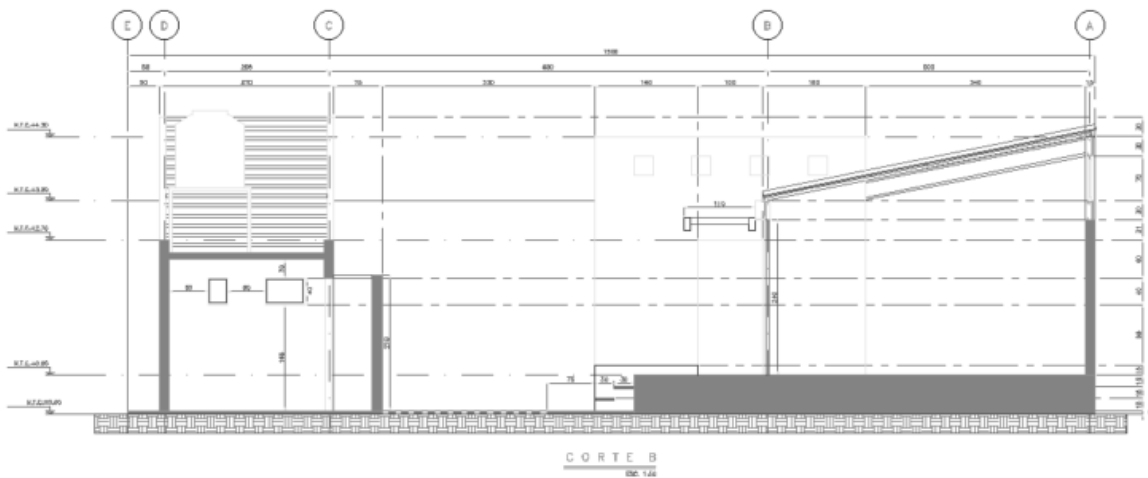


Corte A:



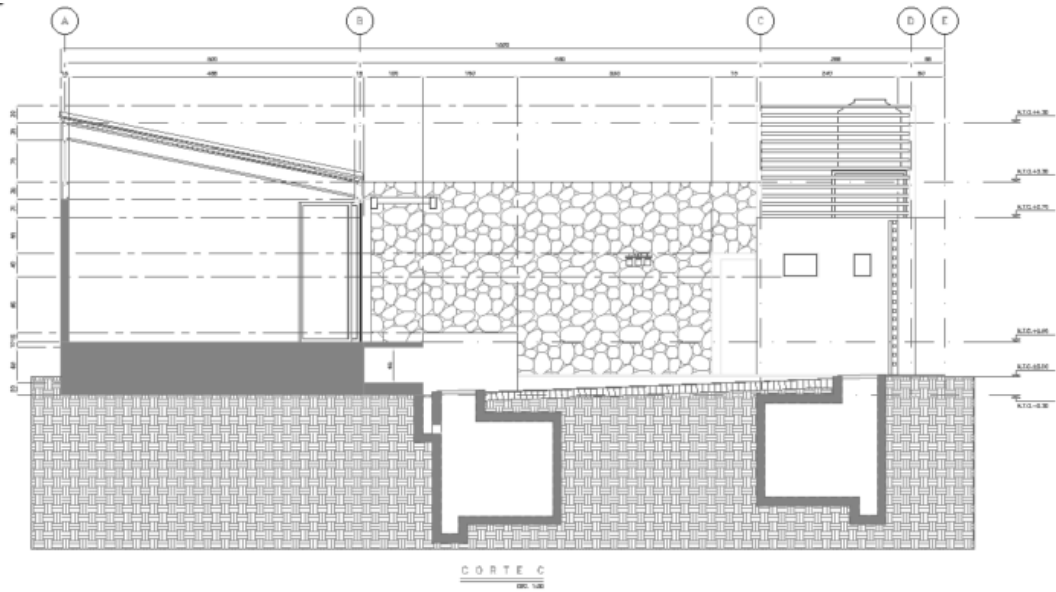
Fuente: Elaboración propia. César Constantino Godínez; LIEC Arquitectura 2020.

Corte B:



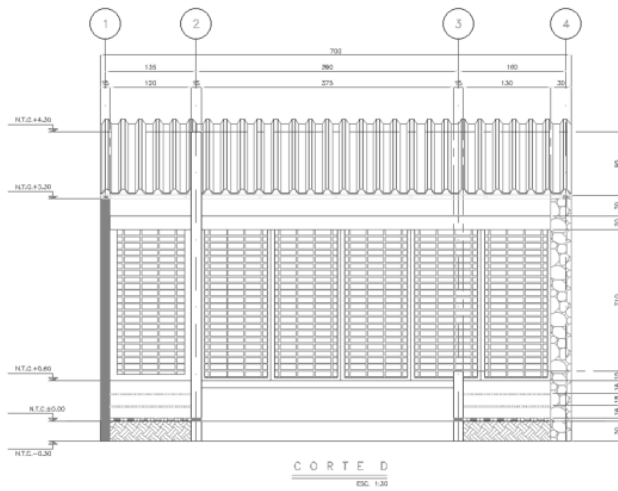
Fuente: Elaboración propia. César Constantino Godínez; LIEC Arquitectura 2020.

Corte C:



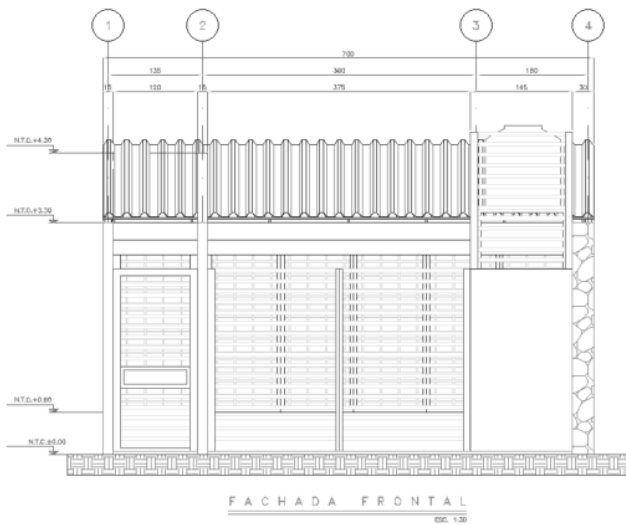
Fuente: Elaboración propia. César Constantino Godínez; LIEC Arquitectura 2020.

Corte D:



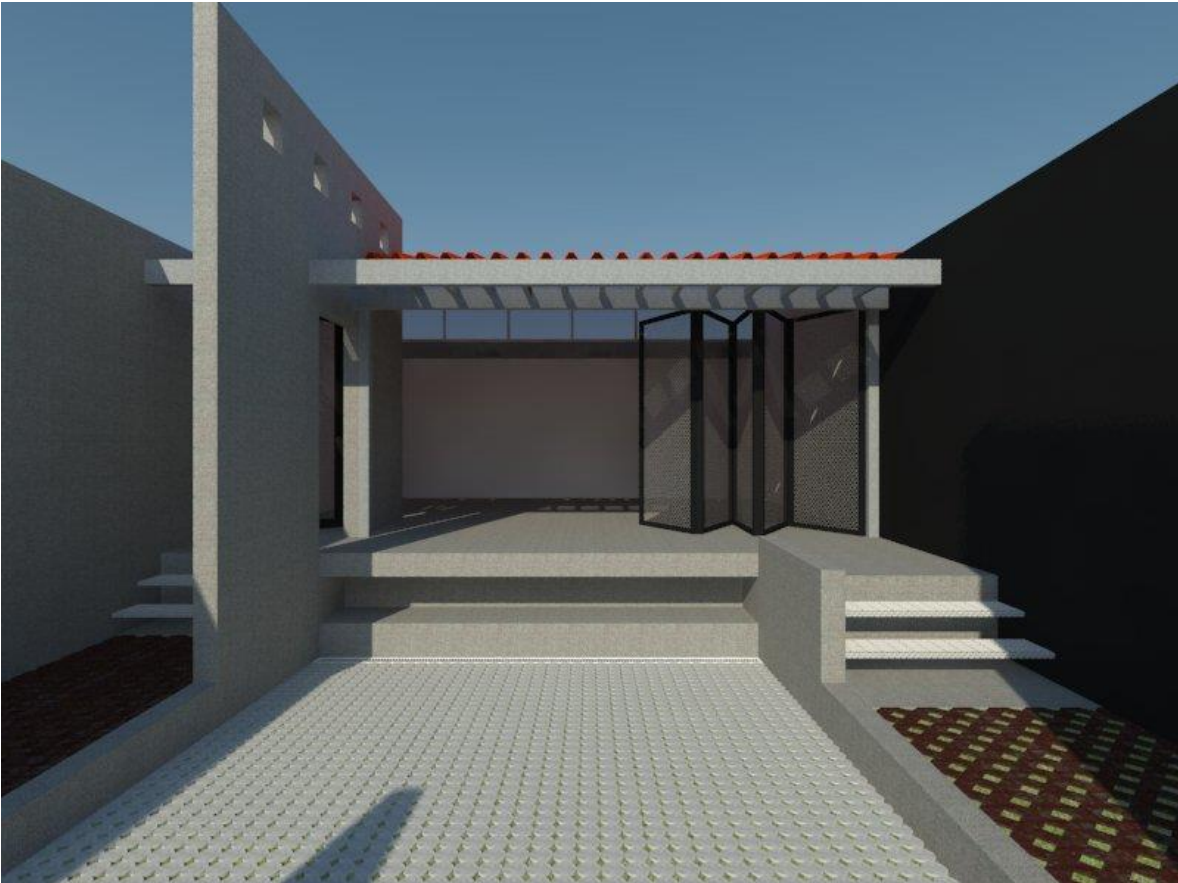
Fuente: Elaboración propia. César Constantino Godínez; LIEC Arquitectura 2020.

Fachada frontal:



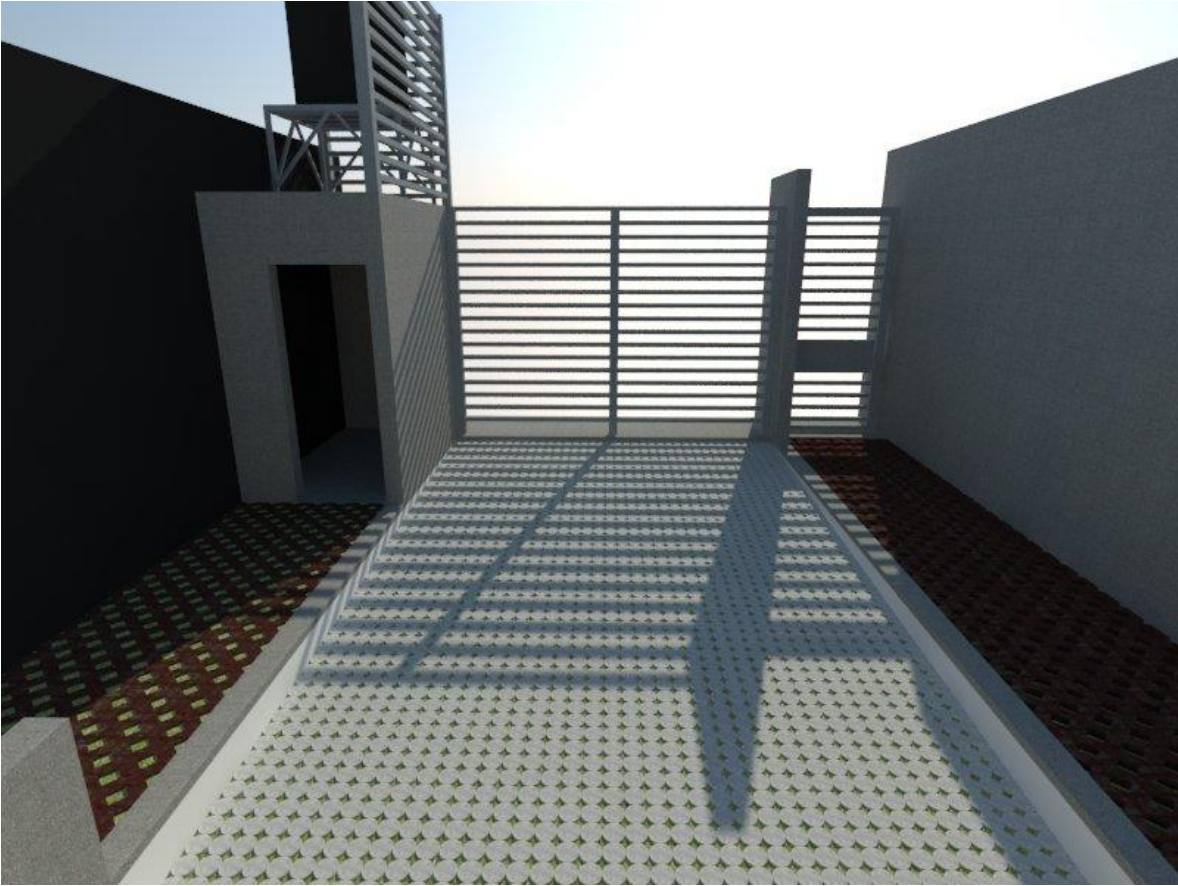
Fuente: Elaboración propia. César Constantino Godínez; LIEC Arquitectura 2020.

Imagen objetivo 01:



Fuente: Elaboración propia. César Constantino Godínez; LIEC Arquitectura 2020.

Imagen objetivo 02:



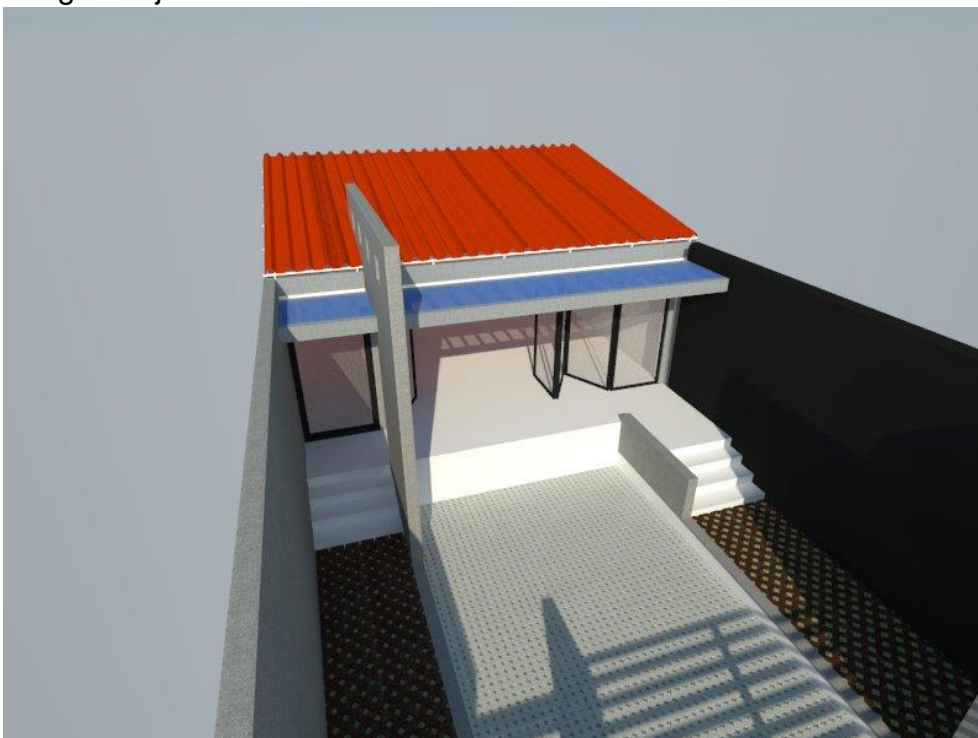
Fuente: Elaboración propia. César Constantino Godínez; LIEC Arquitectura 2020.

Imagen objetivo 03:



Fuente: Elaboración propia. César Constantino Godínez; LIEC Arquitectura 2020.

Imagen objetivo 04:



Fuente: Elaboración propia. César Constantino Godínez; LIEC Arquitectura 2020.

#### 4.2 Obtención de parámetros físicos resultantes de la trituración de especímenes.

Los parámetros físicos del agregado grueso reciclado se obtuvieron a través de un ensayo realizado en el Laboratorio LIEC. El material en mención fue considerado como grava puesto que, según el sistema de clasificación cumple todas las condiciones de este tipo de agregado. Los ensayos se llevaron a cabo de igual manera que para el agregado grueso natural. Las propiedades físicas del agregado mencionado se muestran en la Tabla 01

Tabla 01: Parámetros físicos del agregado de concreto reciclado.

Parámetros	Agregado reciclado
Tamaño máximo nominal	¾ "
Abrasión (Máquina de Desgaste de los Ángeles)	27.30%
Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1211.53
Peso unitario compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1270.32
Peso específico	2.43
Absorción (%)	7.48
Humedad (%)	4.13

Fuente: Laboratorio LIEC, 2020. (Informe interno propio, propiedad de laboratorio para fines de este estudio).

## 5. Resultados y Conclusiones

a) Los agregados de concreto reciclado procedentes de desechos de elementos prefabricados, como los especímenes de laboratorios de ensayos, son de excelente calidad y su comportamiento, en términos de las diferentes propiedades analizadas. Esto prueba que la fuente de obtención del concreto primario es un punto muy importante.

b) La calidad del agregado reciclado de concreto es menor a la de los agregados naturales, esto es atribuido al mortero residual adherido a los granos de los agregados convencionales. Las propiedades principales que son desfavorablemente afectadas por el contenido del mortero son la absorción de agua, la densidad y la abrasión de la Máquina de Desgaste de Los Ángeles.

c) La absorción de agua del concreto endurecido aumenta con la presencia de agregado reciclado. Esta capacidad se incrementa al aumentar el porcentaje de sustitución de agregado de concreto reciclado, independientemente de la relación de la mezcla.

## 6. Recomendaciones

Se recomienda analizar, a mayor detalle, la variación que ocurre en la granulometría de los agregados convencionales a medida que se aumenta el reemplazo parcial por agregado de concreto reciclado.

Se recomienda realizar más estudios, técnicos y sociológicos para analizar la viabilidad de la creación de un Centro de transformación y manejo de residuos en la Alcaldía de Milpa Alta, ya que se cuenta con el espacio destinado a este propósito, así como con las bases de diseño, criterios básicos generales que demuestran las propiedades e interacción de los agregados del concreto reciclado para su uso como agregado grueso para la mezcla nueva de concreto.

Se debe promover el reciclaje de desechos de construcción y demolición mientras sea posible. Esto es absolutamente necesario si deseamos obtener materiales con niveles de contaminación menores, además de agregarle valor a los desechos de concreto obtenidos en los Laboratorios de Ensayos de Materiales de Construcción.

## 7. Bibliografía y/o Referencias Electrónicas

<https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RD%20Completo.pdf>

[https://www.ema.org.mx/portal\\_v3/index.php/11-](https://www.ema.org.mx/portal_v3/index.php/11-)

<http://ciencia.unam.mx/leer/841/nuevos-concretos-a-partir-de-residuos-de-la-construccion->

<https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/6633/1/nom-161-semarnat-2011.pdf>

<https://www.liec.com.mx/concreto/>

<https://www.archdaily.mx/mx/933910/es-posible-reciclar-el-concreto>

<https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/2271>

[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4085/ICI\\_279.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4085/ICI_279.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

<https://1library.co/document/y967pxvy-diseno-hormigon-empleando-probetas-hormigon-ensayados-triturados-sustituto.html>

<https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/2271/UPSE-TIC-2015-008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>