



## TÍTULO

**CICLO DE VIDA DE MATERIALES  
EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA**

## AUTOR

**José Mendoza Milara**

Director  
Tutora  
Curso

**Esta edición electrónica ha sido realizada en 2011**

Gabriel Gómez Azpeitia

María López de Asiain Alberich

**VIII Máster Propio Universitario en Energías Renovables:  
Arquitectura y Urbanismo. La Ciudad Sostenible**

ISBN

978-84-694-1278-7

©

José Mendoza Milara

©

Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



## Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 2.5 España.

### Usted es libre de:

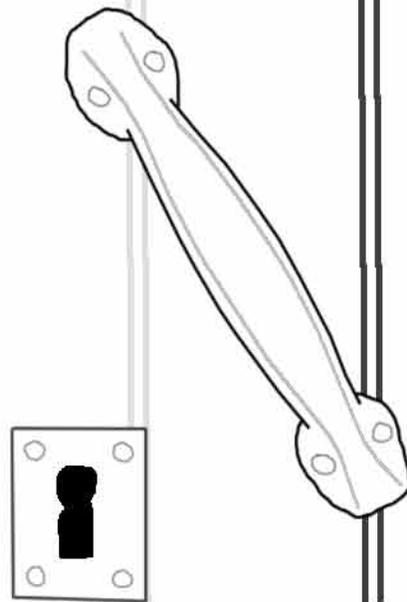
- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

### Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
  
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
- *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
- *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

# CICLO DE VIDA DE MATERIALES

## EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA



Jose Mendoza Milara: Autor  
Dr. Arq. Gabriel Gómez Azpeitia: Director  
Dr. Arq. María López de Asiain Alberich: Tutora

**CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.**

**INDICE**

<b>1.- Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1.- Planteamiento de la investigación. Incógnita inicial e Hipótesis de trabajo.....	1
1.2.- Marco teórico contextual.....	2
1.2.1.- Marco metodológico.....	2
1.2.2.- Objetivo general y objetivos particulares.....	3
1.3.- Conceptos básicos.....	4
<b>2.- Ambito de Estudio.....</b>	<b>8</b>
2.1.- Breve Historia.....	9
2.2.- Geografía y clima.....	10
2.3.- Habitantes.....	11
2.4.- Estructura urbana.....	17
2.5.- La vivienda.....	27
2.5.1.- Modelos de vivienda.....	28
2.5.2.- Técnicas y materiales.....	30
2.6.- Parque residencial.....	34
<b>3.- La vivienda en la comarca de La Serena.....</b>	<b>38</b>
3.1.- Rehabilitación de vivienda entera.....	39
3.2.- Rehabilitación y ampliación de vivienda entera.....	41
3.3.- Rehabilitación y reforma interior vivienda de 1990.....	43
3.4.- Reutilización de materiales y sistemas constructivos.....	44
<b>4.- ACV de los materiales.....</b>	<b>48</b>
4.1.- ACV Vivienda Nueva.....	49
4.1.1.- Movimiento de Tierras.....	52
4.1.2.- Cimentación.....	54
4.1.3.- Estructura.....	56
4.1.4.- Albañilería.....	59
4.1.5.- Cubiertas.....	62
4.1.6.- Revestimientos.....	64

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

4.1.7.- Impacto total del proceso de construcción de la vivienda de nueva planta.....	67
4.1.8.- Otros datos de interés para la Vivienda Nueva.....	71
4.2.- ACV rehabilitación y ampliación de vivienda.....	72
4.2.1.- Movimiento de Tierras.....	76
4.2.2.- Cimentación.....	77
4.2.3.- Estructura.....	79
4.2.4.- Albañilería.....	84
4.2.5.- Cubiertas.....	86
4.2.6.- Revestimientos.....	89
4.2.7.- Impacto total del proceso de construcción de la Vivienda Rehabilitada-ampliada.....	91
4.2.8.- Otros datos de interés para la Vivienda Rehabilitada-ampliada.....	95
<b>5.- Comparación de resultados. Vivienda Nueva vs Vivienda Rehabilitada-ampliada.....</b>	<b>97</b>
5.1.- Comparativa del impacto sobre la Calidad del Ecosistema.....	97
5.2.- Comparación de otros datos de interés.....	104
<b>6.- Aserto.....</b>	<b>106</b>
Anexo I. SIMAPro. Metodo Eco-Indicador 99 (EI99).....	110
Anexo II. Redes de producción de las unidades de obra (ver en cd).....	116
Anexo III. Gráficas de Incertidumbre (ver en cd).....	117
Anexo IV. Análisis Climático Vivienda Nueva.....	118
Anexo V. Análisis Climático Vivienda Rehabilitada-ampliada.....	125
Indice de Tablas.....	133
Indice de Ilustraciones.....	134
Bibliografía.....	136
Notas.....	137

*Agradecimientos y Desagradecimientos  
a todas aquellas personas dignas de ellos.*



## 1.- Introducción

Actualmente los requerimientos habitacionales, para la vivienda, dejan de lado la posibilidad de la rehabilitación de las viviendas tradicionales. A pesar de tener la tecnología que nos permita adaptar estas viviendas a los requerimientos actuales de confort y posible autosuficiencia, el papel del arquitecto pasa a ser, en la mayoría de los casos, el de diseñador de espacios; sin poder desarrollar soluciones de reutilización de materiales, climatización pasiva o autosuficiencia energética.

A lo largo de la historia podemos observar como se han ido superponiendo unas culturas a otras. Hay casos en los que se plantean la reutilización de materiales, normalmente los materiales reutilizados daban el mismo servicio para el que fueron pensados originalmente. Un ejemplo claro de esta situación son los musulmanes en el periodo que habitaron la península ibérica. Utilizaban las columnas de los monumentos de cada región para construir los nuevos edificios ya fueran palacios o mezquitas. Actualmente tenemos un ejemplo aun en pie, hablo de la mezquita de Córdoba. En ella se puede observar dentro del gran número de columnas la gran variedad de las mismas, claro ejemplo de aprovechamiento y reutilización de materiales obtenidos del desmontaje de otros edificios.

Acercándonos a la región motivo de esta investigación podemos ver como gran cantidad de viviendas construidas en el siglo pasado reutilizaron materiales que se extraían de otras viviendas en estado ruinoso o de construcciones ancestrales que no fueron valoradas lo suficiente como catalogarse dentro del inventario de bienes patrimoniales. Esta acción nos permite contemplar algunos restos o sillares que fueron adquiridos de dichas construcciones, además de otros materiales utilizados para la construcción de los techos o las bóvedas de crucero tan típicas en esta región.

Tenemos a nuestra disposición documentos que nos muestran los sistemas constructivos que se han utilizado en esta región. Además existen programas informáticos que nos permiten modelar las viviendas y estudiar que mejoras constructivas pueden hacerse, así como los requerimientos de los materiales que hayamos decidido utilizar ya sean o no reutilizados, reciclados o nuevos. A más, hay normativas en las que se establecen metodologías para realizar ensayos en los materiales, de este modo y según los resultados pueden ser reutilizados en el mismo uso para el que fue definido u otro que hayamos establecido nosotros. Teniendo incluso la posibilidad de reciclarlos en aquellos casos que no fuera posible reutilizarlos.

### 1.1.- Planteamiento de la investigación. Incógnita inicial e Hipótesis de trabajo.

En el momento que nos ha tocado vivir, influenciados por el afán del consumo, no nos planteándonos la limitación de recursos del planeta. Esto nos lleva a una situación consumista que nos acerca a la desaparición de recursos lo cual desencadena otros problemas parejos como la extinción de especies animales y vegetales, el calentamiento global de planeta y un cambio climático acelerado. En dicho efecto de extinción queda incluida la raza humana, si no somos conscientes de la situación a la que estamos llegando en no muchos años desapareceremos de este planeta, es decir, el planeta superará este virus que tantos siglos lleva atacándole.

Ante esta situación la incógnita que se plantea es:

**¿Cómo de caro es rehabilitar y ampliar, en condiciones optimas de habitabilidad, un inmueble en desuso frente a construirlo de nueva planta?** Y si fuera más barato rehabilitar, ¿cual sería la metodología para mostrarlo a la población?

Al establecer el coste de procesos, tanto a nivel de rehabilitación como construcciones de nueva planta, se busca no solo obtener los costes económicos tan importantes en nuestra sociedad capitalista sino también el costo del impacto sobre el Medio Ambiente. Es decir, que motivos le damos al planeta para que cada vez nos quede menos tiempo maltratándolo:

¿Se prefiere seguir con el consumo incontrolado o estamos dispuestos a reducir el consumo de materiales?

¿reducir el gasto de materiales, las emisiones de gases efecto invernadero, el gasto energético, explotaciones naturales etc. o se prefiere seguir con un consumo incontrolado que lleve a la desaparición de la raza humana?

Ante la hipótesis que se plantea a través del análisis de la reutilización de materiales y edificios construidos se busca dar respuesta a cuanto se podrían reducir los gastos económicos y el impacto ambiental. Se hace una aproximación donde quedan establecidos los siguientes parámetros a los que se busca respuesta:

**1.- El impacto ambiental de la rehabilitación y ampliación de vivienda será de un 30% menor que el sufrido por una vivienda de nueva planta.**

**2.- El costo de rehabilitación y ampliación de una vivienda con condiciones de habitabilidad óptimas será un 40% menor que la construcción de una vivienda de nueva planta.**

1.2.- Marco teórico contextual.

De la experiencia vivida en el diseño y construcción de distintos proyectos de arquitectura surge la hipótesis que se quiere demostrar. Se establecerá que la rehabilitación de viviendas no es sólo de menor impacto sobre el Medio Ambiente, sino también que resultan menos los costes de la obra a la hora de construir una vivienda que cumpla las condiciones de Habitabilidad Básica establecidas por el Código Técnico de la Edificación.

Por lo conocido en la construcción tradicional extremeña queda claro como las viviendas eran construidas según las condiciones climáticas de cada región. Se puede observar como a partir del uso de distintos materiales y tecnologías constructivas las viviendas se adaptaban a cada entorno. En la publicación "Manual de Técnicas y Materiales Tradicionales de la Construcción en Extremadura" se pueden ver las técnicas que permitieron construir la mayor parte de los inmuebles que ocupan las áreas urbanas extremeñas. A más la explicación que permite entender como se han adaptado a las necesidades climáticas de cada región.

Para la investigación se han considerado diversas viviendas que nos muestran el tipo de construcción actual que habitualmente se realiza. Es muy corriente el uso de estructuras de hormigón, forjados unidireccionales y cerramientos con ladrillos cerámicos o bloques de termoarcilla. Como solución constructiva para los cerramientos se resuelve con muro capuchino, tiene buen funcionamiento mas no es la que da mejores respuestas climáticas pues se trata de una región con cambios climáticos bruscos. Esta situación puede resolverse de mejor modo llevando el aislamiento al exterior, aunque como ya se ha dicho no es muy común.

En cuanto a la vivienda rehabilitada y con ampliación, se reutilizan materiales desechados de otras construcciones. Los materiales elegidos, en lo común, se consideran escombros. Habiendo sido revisados y correctamente separados, se establecen niveles de calidad de los materiales y consecuentemente se estudia la viabilidad de su reutilización. Esta acción nos lleva a determinar si la reutilización del material es para el mismo uso que fue utilizado anteriormente o para un nuevo uso proporcionando una respuesta eficiente a las solicitudes requeridas en dicho uso.

La reutilización de materiales para rehabilitar inmuebles busca crear una metodología de trabajo mostrando sistemas de reutilización de materiales convertidos normalmente en escombros y desechados en las periferias de las poblaciones.

A través de las mediciones extraídas de los distintos proyectos se sabrá la cantidad de materiales utilizados para la construcción de nuevas viviendas, con la parte proporcional gastada de suelo. Por otro lado y con la misma metodología se realizará para la Vivienda Rehabilitada-ampliada, considerando para su evaluación los mismos aspectos del caso anterior, independientemente que sean materiales nuevos o reutilizados. Esto permitirá demostrar la verosimilitud de la hipótesis planteada.

1.2.1.- Marco metodológico.

Acercamiento a los términos relacionados con la investigación y redacción de una introducción que permita dar una valoración subjetiva sobre el entendimiento de cada uno de esos términos.

Obtención y consulta de bibliografía para la obtención de los datos históricos, ayuda aportada por el Centro de Desarrollo Rural de La Serena, facilitados por Antonio López.

Tras dos años de espera para conseguir un cd en el cual estaban todos los datos climáticos de la comarca de La Serena, fue necesario buscar otras fuentes de información. Sirviéndose del portal web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (<http://sig.mapa.es/siga/>) se maquetan los datos climáticos para un primer acercamiento al clima de la región. El responsable de dicho cd únicamente facilito una web donde se han conseguido los datos de radiación solar (<http://www.agenex.org/>).

Datos demográficos y tablas a partir de las infraestructuras del Instituto Nacional de Estadística. Se han realizado cuadros comparativos según apartados de población en cada localidad. Así como los valores relativos al parque inmobiliario.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

La estructura urbana y tipologías edificatorias se consiguió la información con el libro de Alberto González Rodríguez. "Extremadura Popular Casas y Pueblos" y la publicación de Alba Plata "Manual de Técnicas y Materiales Tradicionales de la Construcción en Extremadura".

Resumen de proyectos realizados en la comarca de La Serena mostrando el estado actual de la arquitectura de rehabilitación. Procesos y sistemas constructivos empleados. Conversaciones con alcaldes y arquitectos técnicos que puedan tener relación con el Proyecto. Introducción al decreto ley que regula las subvenciones para fomentar la rehabilitación de edificios.

Obtención de datos y materiales hábiles para su reutilización. Se visitarán las escombreras de la comarca para así tener una valoración de los materiales que se vierten y aquellos con posibilidad de ser reutilizados. Las distancias de las escombreras hasta Castuera no superan los 40km y será la distancia considerada junto con el peso de los materiales para valorar su impacto. Dicho impacto únicamente será el transporte y será reflejado en cada partida por T·km/m<sup>2</sup> construido.

Teniendo las cantidades de cada material, en unidades normalizadas para su medición, se utilizará el programa informático SimaPro. Por ende, también fueron necesarios dos años de no respuestas al mail para conseguir al final un documento, bastante bueno, pero que poco pudiera aportar a esta investigación. Desde un principio se mostró como necesario el uso del programa SIMAPRO, mas nunca hubo respuesta, lo más parecido fue la recomendación de utilizar el excel. Nunca se llegó a entender porqué en el siglo XXI se ha de usar un software arcaico para el ámbito de estudio. A más existiendo programas con resultados fiables y ajustados al motivo de investigación, ANALISIS DEL CICLO DE VIDA. Gracias al apoyo de Gabriel Gómez Azpeitia y la Facultad de Arquitectura y Diseño de Colima, fue posible, desde comienzos del 2010, dar continuidad a la tesis hasta poder acabarla.

A través del software se pueden conocer los gastos energéticos, el impacto sobre el Medio Ambiente o las emisiones de gases efecto invernadero, entre otros valores que permiten demostrar la hipótesis enunciada en el apartado anterior.

Para establecer un sistema de medida equiparable, se considera la unidad de obra construida por metro cuadrado. Así, la valoración de las medias realizadas en viviendas construidas de nueva planta pueden compararse directamente con las de la Vivienda Rehabilitada-ampliada.

Teniendo en cuenta que hay materiales que son reutilizados se establece como único gasto a niveles de valoración, el transporte de material desde su origen hasta la obra y su colocación mediante sistemas mecánicos si fuera necesario, en el caso de ser colocados de modo manual, no tendrá ningún gasto energético.

Para conseguir una investigación más exhaustiva, a más de realizar la valoración relacionada con el impacto sobre el planeta Tierra derivado de su construcción, se hará un estudio climático que permita conocer cuan impactante será el uso del inmueble una vez construido. Ante esta base, se parte de que los inmuebles estarán conectados a la red publica de agua, electricidad y saneamiento, con esto poder partir de las mismas condiciones y ser comparados.

### 1.2.2.- Objetivo general y objetivos particulares.

#### OBJETIVO GENERAL:

Determinar de modo comparativo cuanto menos es el impacto ambiental y el gasto económico en el caso de rehabilitación de una vivienda frente al caso de la construcción de una vivienda ocupando suelo y utilizando nuevos materiales.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- I. Conocer los sistemas constructivos utilizados tradicionalmente en Extremadura. Así como los modelos de vivienda típicos que se han realizado.
- II. Documentar los sistemas constructivos que se utilizan actualmente en las nuevas viviendas, específicamente en vivienda unifamiliar.
- III. Valoración de materiales o sistemas constructivos que pueden ser objeto de reutilización a la hora de rehabilitar viviendas.
- IV. Recomendaciones a la hora de abordar un proyecto de rehabilitación partiendo de la reutilización de materiales y sistemas tradicionales de construcción.

- V. Análisis comparativo, entre los dos tipos de vivienda, del gasto energético necesario para la climatización óptima.

1.3.- Conceptos básicos.

Antes de entrar en la parte de análisis considero importante dejar claros algunos términos, pues siempre pueden ser motivo de confusión. Y con esto, lo único que busco es mostrar una clara postura a la hora de definir ciertos aspectos que atañan a mi disciplina que la gente utiliza de modo banal y algunas veces superfluos. Debemos tener en cuenta que las disciplinas están intrínsecamente ligadas y algunos aspectos son referentes comunes a ellas.

**ARQUITECTURA:** El arte y la ciencia de proyectar y construir edificios<sup>1</sup>.

Depende de el arquitecto con el que se hable, podemos observar como cada uno tiene cierta debilidad por un tema, unos centra su tarea en el arte, otros en ciencia y tecnología, algunos en el proyectar o en el construir. El arquitecto consecuente con la disciplina y los conocimientos adquiridos consigue el correcto equilibrio entre los distintos términos.

- Arte: Hacer las cosas bien, tener una gran capacidad para hacer lo que se ha propuesto.
  - Bella arte: arte de la belleza y música, dibujo, etc. Las bellas artes, en cierta medida, quedan definidas por no estar vinculadas a una utilidad específica, es decir, la arquitectura no es sólo un objeto digno de ser observado. Pues, el arte que afecta a la arquitectura va más vinculado a ese producto o resultado de la obra.
  - En la época romana se escribieron los 10 libros de la arquitectura que se basaban en: *Utilitas, Firmitas y Venustas*
- Ciencia: En lo referente al desarrollo de la física y la matemática. Partiendo de esta base inicial que está directamente vinculada con la tecnología y que dará los conocimientos para el desarrollo de instalaciones que permitan el correcto acondicionamiento del diseño que se realice para ser habitado. De este modo, la ciencia será el estilo o método de construcción característico de una colectividad, lugar o época.
- Proyectar: Del latín y lanzar algo hacia delante. Plantearse un objetivo una meta. Hacer un plano de previsión del futuro, realizar los cálculos, dibujos y estudios que permitan a una tercera persona construir lo que está contemplado en el proyecto. Es la parte creativa de la arquitectura. El diseño es necesario para proyectar, pues con el dibujo se construye y resuelve las premisas de partida que se consideraron. Podemos concretar que quien proyecta desarrolla la profesión de imaginar edificios y otros ambientes habitables.
- Construir: hacer un objeto con los elementos necesarios y siguiendo un plan. Me refiero a un proceso compuesto por diferentes etapas. Construir edificios realizando un objeto habitable. Por tanto hablamos de un acto consciente de organizar cosas en una estructura unitaria o coherente.

En todo este bagaje sobre términos que hacen referencia a la arquitectura, podemos decir que para que un objeto sea considerado arquitectura a más debe ser habitable y dar servicio a las necesidades de los que lo habiten.

Para cerrar esta definición me gustaría dejar claro que se entiende por **espacio habitable** para el ser humano:

- Será aquel que utiliza en la medida de lo posible iluminación natural, estando protegido del sol, el viento y la lluvia. Tendrá un correcto aislamiento acústico y térmico, realizado con sistemas pasivos y con apoyo mecánico si fuera necesario para temas de refrigeración y calefacción. Será accesible para todo el mundo e higiénico. Estando diseñado para un consumo adecuado de energía y agua, reduciendo la producción de residuos.

**DECONSTRUCCIÓN:** Es el conjunto de acciones de desmantelamiento de una construcción que hacen posible un alto nivel de recuperación y aprovechamiento de los materiales, consiguiendo reducir la producción de residuos que en la actualidad se vierten en cualquier sitio bajo el nombre de escombros.

El termino viene directamente de la filosofía que fue utilizado inicialmente por Heidegger en su libro "Ser y tiempo"<sup>ii</sup> ("Sein und Zeit"). Igual que los filósofos buscaban un modo de explicar que la obra literaria no podría ser aprehendida de modo global, pues la escritura circula en torno a la remisión convirtiendo esta totalidad en parte de una totalidad mayor.

La referencia a la filosofía es directamente extrapolable a la arquitectura, pues el objeto arquitectónico aunque pueda ser entendido como una totalidad esta compuesto de partes que componen esta totalidad.

- Desmantelamiento: acción de desmantelar.
- Desmantelar: Desmontar las piezas de una estructura. En otras definiciones desmantelar puede ser sinónimo de destruir. En el caso de estudio no se busca la destrucción. Desmontar tiene también acepción a destruir, aunque la definición a la que se hace referencia será la que habla de separar piezas que componen un objeto.
- Reducción<sup>iii</sup>: que va vinculado a la recuperación, aprovechamiento y reincorporación de los materiales. En la filosofía que plantea las cuatro erres, la reducción es el primer factor, donde se busca que la sociedad reduzca la demanda de recursos no renovables, como los combustibles fósiles, el agua, los minerales, el suelo agrícola o los depósitos geológicos. Gran parte de los recursos mencionados están directamente vinculados con la arquitectura, por tanto los arquitectos somos responsables de no dañar al planeta y ser conscientes de lo que supone cada intervención que realizamos.

**CONSTRUCCIÓN:** Acción y efecto de construir. Construir ya fue definido anteriormente, en el tema que nos ocupa pertenecía a una de las fases dentro de proyecto arquitectónico, convirtiendo en realidad el proyecto diseñado.

Si se tuvo en cuenta la deconstrucción, la construcción será la fase que permita la reutilización de los materiales obtenidos en el proceso de deconstrucción, consiguiendo así la reducción del gasto de materiales nuevos lo que favorece el desarrollo Sostenible del planeta –hablo de sostenible, algo que dejaré claro antes de acabar este apartado.

Se comentó anteriormente dentro del término reducción, los ámbitos a los que estaba ligado, de ahí podemos deducir que cualquier construcción de nueva planta afectará al suelo agrícola, aumentará el consumo de recursos no renovables y agua. En la parte que toca a los materiales de la construcción, la litosfera, volvemos a tocar el tema de reducción, pues si no reutilizamos los materiales a la hora de construir tendremos que obtenerlos nuevos lo que nos obliga a obtenerlos a través de canteras e industria, siendo esta última quien gastaría combustibles fósiles en el proceso de producción de los materiales que fuéramos a utilizar. Al final se convierte en un círculo vicioso en el que todo esta intrínsecamente relacionado.

**SOSTENIBLE:** Es el termino que enmarca aquellos actitudes que muestran respeto hacia nuestro planeta. Hoy en día, la preocupación emergente por el cambio climático, ha provocado una mayor concienciación en la población, aumentando el reciclaje en los edificios. Según una encuesta realizada por Ecoembres la mayor preocupación por el cambio climático ha hecho que en el pasado año 2007, el 86% de los españoles afirmen separar algún tipo de residuo en su hogar para reciclar.

Actualmente, el mundo de la arquitectura igual que el resto de disciplinas, está sufriendo cambios motivados por el consumo ilimitado de materiales y el impacto al Medio Ambiente. La aparición de un nuevo Código Técnico para la Edificación obliga a una gran especialización en las tareas de trabajo para proyectos de arquitectura. Este cambio de mentalidad obliga a pensar en el uso de la arquitectura de manera ecoeficiente, para reutilizar el máximo de recursos posibles, reduciendo el gasto de materia nueva. La investigación en nuevos modos de actuación va propiciando mejores soluciones, no obstante, estas transformaciones son continuas y se deben ir incorporando inmediatamente a los nuevos diseños.

Las nuevas construcciones deben tener unas cualidades inherentes que las hagan confortables. El diseño arquitectónico garantizará unas adecuadas condiciones climáticas, de confort, de habitabilidad, etc. también conseguir que los costes no sean muy elevados. En todo ello juega un papel importante la tecnología, siendo la domótica uno de los campos más experimentados. A esto se debe unir la

búsqueda en el ahorro energético, agua y producción de residuos que darían las claves para minimizar el impacto ambiental de los edificios, sean o no nuevos.

Para entender este concepto la referencia directa a uno de los párrafos del informe redactado por distintas naciones y encabezado por la doctora Gro Harlem Brundtland, quien le dio nombre al mismo, **informe Brundtland:**

*"[...] El desarrollo sostenible es progreso económico que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer el de las generaciones futuras (WCED, 1987, p. 43). [...]"*

Por tanto, creo que es evidente, cuando alguien dice: **"yo quiero que construyas un edificio sostenible"**, entiéndanme que yo le responda: **"lo sostenible sería no construirlo"**. (Frase original de don Rafael Herrera Limones) Y porqué no construirlo, pues porque existe una cantidad ingente de edificios en desuso y es más lícito reutilizarlos, rehabilitarlos o reciclarlos según el caso que nos ocupe para cada caso específico. Evitando así el gasto de materiales en la construcción de nuevos edificios.

**ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV):** "Proceso que incorpora los principios ecológicos al desarrollo del proyecto"<sup>iv</sup>.

A través del ACV conseguimos evaluar el rendimiento medioambiental de las construcciones respondiendo a unas bases globales. Para este proceso de estudio se evalúan los materiales que sirven para la realización del proyecto (acero, madera, ladrillos, bloques, cemento, escayola, etc.). Una vez contabilizado el gasto de cada uno de ellos podemos obtener una valoración del gasto energético, emisiones de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, así como el gasto de agua y residuos que se producen. Los distintos valores que se obtienen no están referidos sólo a la puesta en obra. Cuando se realiza el ACV se está teniendo en cuenta los gastos producidos desde que se obtiene la materia prima hasta que es puesta en la obra y su posibilidad de poder ser reutilizada.

Actualmente, hay un flujo de materiales desarrollado en la construcción de un edificio, que conlleva gastos energéticos y producción de residuos. Teniendo esto en cuenta, a la hora de valorar las opciones que existen cuando finaliza la vida útil de los mismos, aparecen tres casos:

- Reutilización de los sistemas constructivos o materiales (instalación eléctrica en buen estado que puede seguir siendo usada).
- Reciclaje de materiales (convertimos la roca en áridos para el hormigón)
- Demolición del edificio y preparación de escombros que serán vertidos en una zona habilitada.

Habitualmente suele realizarse la demolición y vertido de los escombros en el vertedero. Aparentemente resulta más económico que realizar la deconstrucción del edificio, el propósito de este estudio es demostrar la viabilidad de la deconstrucción y reutilización de los sistemas constructivos y materiales del edificio.

**ESCOMBROS:** Conjunto de desechos, broza y cascote que queda de una obra de albañilería o de un edificio arruinado o derribado. Esta palabra viene del latín vulgar "excombrare" sacar estorbos. Queda claro que al utilizar esta palabra estamos negando la posibilidad de uso de los materiales que componen los escombros de una obra. Es importante dejar claro que si estamos hablando de deconstrucción y reutilización, los escombros dejarán de existir en la obra –algo utópico– por lo que hablaremos de que se reducirán.

**REUTILIZAR:** Acción que se consigue cuando el arquitecto asume la responsabilidad de diseñar consiguiendo dar respuesta a los requisitos del programa, es decir, pensar el edificio para que pueda ser desmantelado una vez que deje de ser útil. Aparecen materiales que pueden dar servicio en otros inmuebles nuevos o rehabilitados, como es el caso de esta investigación. La acción de reutilizar busca evitar la producción de escombros y que los materiales surgidos de la deconstrucción de un edificio puedan tener continuidad en su ciclo de vida. Del mismo modo que el arquitecto o el ingeniero es capaz de diseñar para construir deberá estar capacitado para saber como se deconstruye para dar continuidad al uso de los materiales, evitando así la mala gestión de recursos.

“Teniendo en cuenta que la energía incorporada de un ladrillo equivale a la energía consumida por un coche en un trayecto de 11km, las consecuencias son enormes si consideramos los millones de ladrillos que se fabrican (y se tiran) cada año. Un ladrillo reutilizado ahorra:

- La extracción de arcilla.
- El cocido de los ladrillos (que consume combustibles fósiles y causa contaminación atmosférica)
- El vertido de residuos al final de su vida útil.”

Será necesario un proceso de sensibilización, no ya sólo de los arquitectos, pues la sociedad está acostumbrada a un consumo desaforado sin plantearse que los recursos son finitos. La actual crisis está ayudando a un proceso de concienciación que ayude a la reducción en el gasto de materiales y una apuesta por la reutilización, mejorando así la eficiencia de los materiales. Actualmente, agosto del 2010, el gobierno de España ha reducido las primas para la construcción de vivienda nueva y ha aumentado las subvenciones para la rehabilitación de vivienda.

**REHABILITAR:** Según la Real Academia Española: “Habilitar de nuevo o restituir a alguien o algo a su antiguo estado”. En el ámbito de la arquitectura se amplía este concepto, pues cuando hablamos de rehabilitar se establece el hecho de volver a habilitar o restituir algo, aunque no tiene porque ser a su estado antiguo, pues va implícito en el proceso de rehabilitación la mejora de las condiciones de dicho espacio. Esta mejora trabaja en las condiciones de habitabilidad y con ello adaptarse al estudio del clima y la mejora de los sistemas constructivos aprovechando las nuevas tecnologías y sistemas constructivos.

2.- Ambito de Estudio.

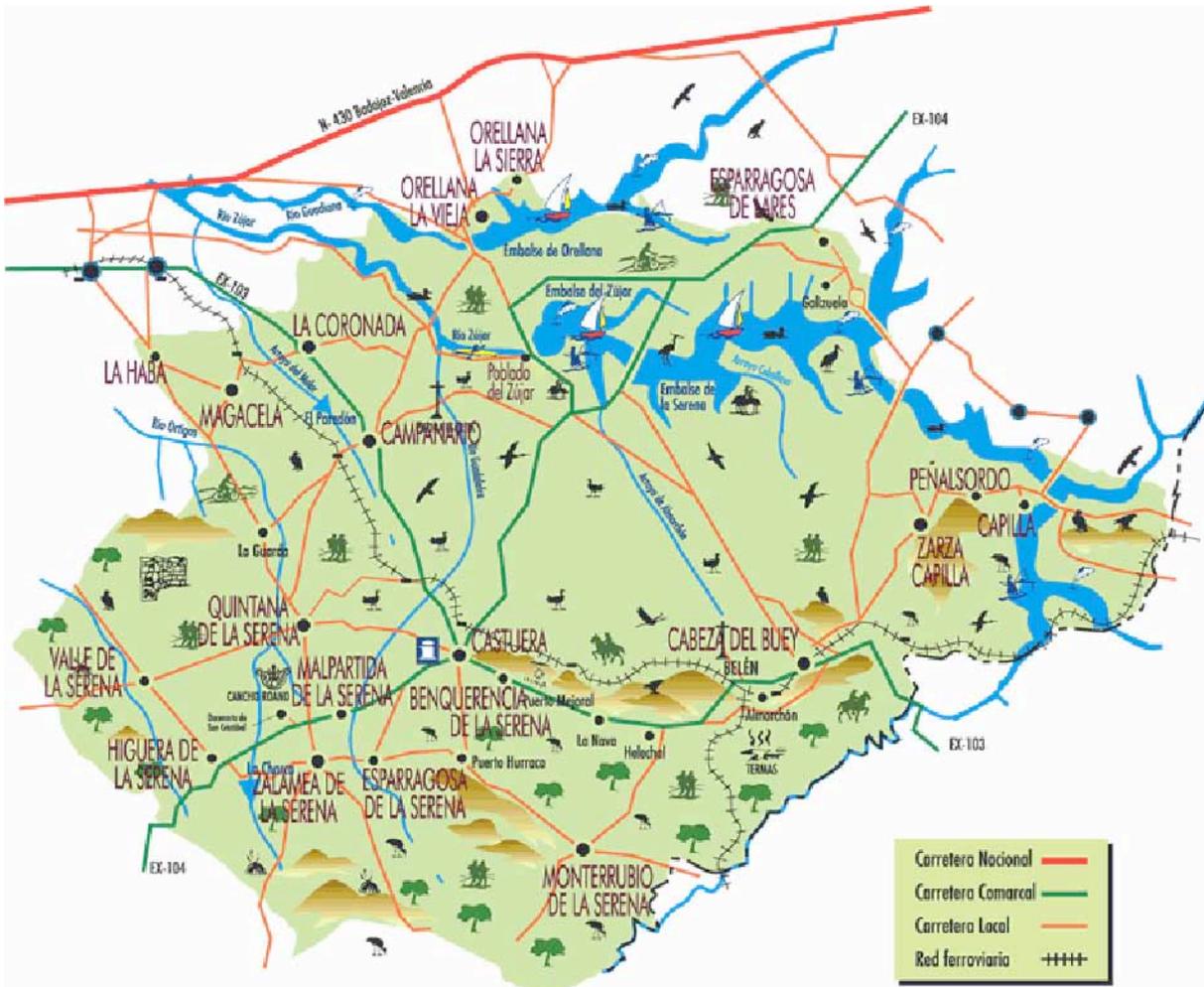
La investigación se ha realizado en Castuera localidad perteneciente a la Comunidad Autónoma de Extremadura, en España. Esta región está dividida en Comarcas con condiciones climáticas distintas, siendo La Serena, aquella donde se ubica Castuera. Es cabecera de Partido Judicial y Comarca Agraria, convirtiéndose en referencia comarcal y centro de servicios.

Extremadura se encuentra limitada por los sistemas orográficos Central y Sierra Morena. Ocupa una superficie de 41.634 km<sup>2</sup>. El número de habitantes es de 1.058.503, según el censo del 2001, con una densidad media de 25 h/km<sup>2</sup>, siendo cuatro veces inferior al valor medio de España (81 h/km<sup>2</sup>).

Extremadura queda compuesta por dos provincias: Cáceres y Badajoz (de norte a sur) siendo la capital Mérida. A más existe una separación territorial en que se diferencian 26 comarcas, cada una de las cuales presentando condiciones geográficas y climáticas distintas.

La comunidad es atravesada por dos grandes cuencas hidrográficas, en la provincia de Cáceres el Tajo y en Badajoz el Guadiana, queda en el norte el Sistema Central, entre ambos ríos La Sierra Central Extremeño y al sur Sierra Morena. En todas las áreas es común encontrarse granito y pizarra, con poca capa de arcillas, limos y arena. Existe gran variedad ecológica en esta región, quedando las mayores elevaciones en el Sistema Central.

El clima predominante es el mediterráneo, mas se suele ver afectado por la presencia de corrientes de aire frío provenientes del Atlántico. El frente polar trae masas húmedas y el anticiclón de las Azores ayuda el aumento de temperaturas. La influencia de los anticiclones que suelen aparecer en La Mancha, en periodos invernales, promueve un clima seco y frío con habituales nieblas en el valle del Tajo y el Guadiana. Es el sistema Central, situado al norte el que corta los ciclones que viene de Castilla León, siendo raras las situaciones de gota fría en invierno. La mayor parte de las lluvias llegan desde la zona suroeste incluso algunas asociadas a efectos de la gota fría sufridos en el Golfo de Cadiz. Las temporadas de verano son secas y cálidas con un valor de insolación que supera las 2.600 horas. Esto viene motivado por la presencia del anticiclón de las Azores, provocando de tres a cuatro meses de aridez en casi toda la comunidad.<sup>vi</sup>



## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Las precipitaciones no son muy altas, siendo valores que oscilan entre los 400mm en el valle del Guadina hasta valores que pueden superar los 1.500mm en la sierra de Gredos.

En cuanto a la vegetación las cordilleras hacen posible la presencia de gran variedad ecológica en Extremadura, no obstante, en su mayoría hay gran presencia del bosque mediterránea. Grandes áreas dominadas por la estepa y la existencia de pantanos origina los humedales.

La Comarca de La Serena se encuentra al Este de la provincia de Badajoz, con una extensión de más de 3.000km<sup>2</sup> y limitada por ríos en las cuatro direcciones: al Norte, el Guadiana, al Este y al Sur, el Zújar y al Oeste, el Guadamez (siendo estos dos últimos afluentes del Guadiana). La riqueza y diversidad de sus recursos naturales hace que se considere como uno de los ecosistemas faunísticos más importantes de Europa, contando con tres Zonas de Especial Protección para las Aves (Z.E.P.A.): Embalse de Orellana, Sierra de la Moraleja y La Serena-Sierra de Tiros, además de poseer numerosos Lugares de Interés Comunitario (L.I.C.) dentro de la Red Natura 2000.

Dicha Comarca está compuesta por los siguientes 19 municipios: Benquerencia de la Serena, Cabeza del Buey, Campanario, Capilla, Castuera, Esparragosa de la Serena, Higuera de la Serena, La Coronada, La Haba, Magacela, Malpartida de la Serena, Monterrubio de la Serena, Orellana de la Sierra, Orellana la Vieja, Peñalsordo, Quintana de la Serena, Valle de la Serena, Zalamea de la Serena y Zarza-Capilla. De ellos, Castuera es la cabeza de la comarca.<sup>vii</sup>

### 2.1.- Breve Historia.<sup>viii</sup>

Un primer acercamiento a la historia de La Serena remite a la prehistoria, que en la actualidad tiene una presencia muy importante; las industrias líticas del Paleolítico Inferior son abundantes en toda la Comarca, pero, sobre todo, en Capilla y Peñalsordo. También se pueden visitar pinturas rupestres esquemáticas del Periodo Calcolítico en diferentes abrigos rocosos, que se reparten por toda la geografía montañosa del ámbito, teniendo sus máximos exponentes en el Abrigo de las Calderetas (en Benquerencia de la Serena) y en el Abrigo de la Peña del Águila (en Magacela). Por otra parte, también hay una importante presencia megalítica, con sus máximos representantes en Valle de la Serena y en Magacela.

A nivel arqueológico, la Edad de Bronce, resulta uno de los momentos culturales mas original y copioso para La Serena, concretamente lo transcurrido en el Periodo Orientalizante cuando aparecieron diversas estelas funerarias de guerreo decoradas sobre piedra. Los diez último siglos antes de la era cristiana aparecen en la Comarca de La Serena el desarrollo cultural del Mediterráneo oriental que ha dejado edificios excepcionales en la arqueología de la Península Ibérica como el Palacio- Santuario de Cancho roano y el yacimiento Arqueológico de la Mata. Siendo el primero, situado en el término municipal de Zalamea de la Serena, el conjunto arqueológico Tarsero mejor conservado de la península Ibérica, habiéndose datado la construcción de antes del siglo VI a.C.

También se encuentran en la Comarca de La Serena más de treinta recintos fortificados realizados con grandes bloques ciclópeos, que se construyeron durante los dos últimos siglos antes de Cristo, de entre los cuales destaca el Recinto Fortificado de Hijovejo (Quintana de la Serena).

El período romano dejó una importante huella en la Comarca de La Serena, sobre todo, a partir de la fundación de Mérida en el año 25 a.C. Tres ciudades vertebraban el territorio en aquella época: Iulipa (hoy Zalamea de la Serena), Miróbriga (cerca de la actual Capilla) y Lacimurga Constantia Iulia, a orillas del río Guadiana, al norte de la Comarca. En el presente se conservan en buen estado varios tramos de calzadas, puentes, fuentes y topónimos. El Dystilo Sepulcral Romano, en Zalamea de la Serena, es el monumento más emblemático de ese período en la zona, además de las Termas Romanas de La Nava, en Cabeza del Buey.

Las nuevas rutas hacia el continente americano y el espolio del oro y la plata facilitaron el crecimiento de España y sus regiones a nivel económico y social. A más ser formó el Concejo de la mesta encargado de gestionar las rutas de trashumancia del ganado ovino. Así mismo la Orden Militar de Alcántara llegan a ser los mejores representantes de los inicios de la época moderna en La Serena. Entre ellos podemos destacar a Pedro de Valdivia, dedicado a la conquista en las tierras de lo que actualmente conocemos por Chile, nació y vivió en Castuera donde actualmente se conserva su vivienda. D. Juan de Zúñiga quien con su palacio ubicado en Zalamea de la Serena fue mecenas y último Maestro de Alcántara, estableciendo a su alrededor una corte de eruditos entre los que destacó

Elio Antonio de Nebrija, que publicó aquí su primera gramática castellana. Sin olvidar a Calderón de la Barca que inmortalizó, en "El Alcalde de Zalamea", a Pedro Crespo.

## 2.2.- Geografía y clima.

El paisaje está compuesto por cuatro biotopos principales: Sierras, Dehesas, Humedales y Zona Esteparia, predominando las estepas por su extensión dentro de la Comarca.

Las formaciones rocosas, con altitudes entre 500 y 1.000m, se encuentran en las poblaciones situadas más al Norte y al Este de la Comarca (Orellana de la Sierra, Benquerencia de la Serena, Cabeza del Buey, Peñalsordo, Capilla y Zarza-Capilla), existiendo un gran número de pinturas rupestres de la Edad del Bronce en las innumerables cuevas que se horadan en ellas.

En 1.734 se otorgó el título de Real Dehesa de La Serena a este bosque aclarado. Los valores naturales que abriga la dehesa y coexisten en ella, la hacen merecedora de un lugar destacado dentro de los biotopos del bosque y matorral mediterráneo.

Las estepas ibéricas tienen su máxima representación en La Serena, con una extensión cercana a las 100.000 hectáreas. Su importancia biológica se debe, además de la riqueza de flora y fauna autóctona, a la posibilidad de observar diez de las treinta y cinco especies nidificantes incluidas en la Lista Roja de los Vertebrados de España; hecho por el cual, la zona recibe visitas turísticas ligadas a la observación de las aves, siendo éste un enclave privilegiado para esto dentro de la península ibérica.

Por último, la gran dimensión de la estepa hace que la Comarca parezca una zona árida, aunque frente a ella se encuentran 23.000 hectáreas cubiertas por el agua, más de 300km de red fluvial, unos 4.300Hm<sup>3</sup> de agua embalsada y más de 1.500km de costa interior.

<b>-Nombre</b>	<b>Altitud m.</b>	<b>Indc. Pluviom. l/m<sup>2</sup></b>	<b>T. media anual (°C)</b>	<b>T. media de máximas del mes más cálido</b>	<b>T. máx. Media (°C)</b>	<b>T. media de mínimas del mes más frío (°C)</b>	<b>T. mín. media (°C)</b>
Benquerencia de la Serena	579,00	517,00	16,40	34,80		3,60	
Cabeza del Buey	486,00	571,00	16,70	34,70	41,10	4,10	-1,80
Campanario	357,00	456,00	16,70	35,40	42,40	3,10	-3,20
Capilla	436,00	578,00	17,10	34,70		4,10	
Castuera	418,00	486,00	17,00	35,40	42,90	3,80	-1,80
Coronada (La)	322,00	460,00	16,50	35,30		2,70	
Esparragosa de la Serena	497,00	474,00	16,80	35,20		3,40	
Haba (La)	375,00	470,00	16,20	34,80		2,60	
Higuera de la Serena	460,00	422,00	16,20	34,50		3,00	
Higuera de la Serena	460,00	422,00	16,20	34,50		3,00	
Magacela	382,00	445,00	16,40	35,30		2,60	
Malpartida de la Serena	457,00	448,00	16,90	35,40		3,50	
Monterrubio de la Serena	536,00	524,00	16,30	34,70		3,20	
Orellana de la Sierra	405,00	513,00	15,90	34,40		3,20	
Orellana la Vieja	344,00	504,00	16,20	34,60	39,80	3,10	-3,50
Peñalsordo	436,00	604,00	17,20	34,90		4,60	
Quintana de la Serena	453,00	440,00	16,40	34,90		3,00	
Valle de la Serena	443,00	461,00	16,10	34,40		2,90	
Zalamea de la Serena	556,00	452,00	16,10	34,40		3,00	
Zarza-Capilla	534,00	572,00	16,70	34,50	40,80	4,30	-1,40

Tabla 1: Datos climáticos Comarca de La Serena. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (julio 2010) <http://sig.mapa.es/siga/>

La mayor parte de los pueblos quedan enmarcados dentro del intervalo de altitud que oscila entre los 405 y 580m. No obstante aunque sean cinco pueblos los que quedan fuera de dicho intervalo, las temperaturas se mantienen en el mismo arco de valores, con variaciones de 2°C en la época fría y no superiores a 1°C en época cálida.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

En la actualidad, existe una gran cantidad de producción de energía fotovoltaica en la zona, aunque no se sitúan apenas en las cubiertas de los edificios, generando así un mal aprovechamiento del suelo en el que se instalan dichos paneles. Teniendo en cuenta las condiciones medias de radiación solar en la comarca de La Serena, sería buena opción valorar la posibilidad de instalación de paneles fotovoltaicos sobre las cubiertas de construcciones de cada población evitando así el consumo de terreno natural. Se optimizaría el uso de suelo urbano y reduciría el impacto sobre el Medio Ambiente.

Mes	R.Global	R. Difusa	R. Directa
1 (Enero)	75,50	24,60	145,60
2 (Febrero)	100,20	27,30	187,70
3 (Marzo)	145,40	42,00	210,70
4 (Abril)	176,80	47,50	231,80
5 (Mayo)	214,00	53,70	279,90
6 (Junio)	249,70	37,30	364,00
7 (Julio)	258,60	31,80	397,50
8 (Agosto)	226,60	34,00	330,40
9 (Septiembre)	170,20	34,70	266,30
10 (Octubre)	114,50	38,60	174,30
11 (Noviembre)	79,90	26,40	150,00
12 (Diciembre)	64,10	24,70	124,30

Tabla 2: Radiación Solar media mensual (kW/m<sup>2</sup>). Agencia Extremeña de la Energía. (07-2010)  
<http://www.agenex.org/>

Por otra parte, las precipitaciones medias anuales, registradas en la mayoría de las localidades, son de menos de 500mm. Dentro de la Comunidad Autónoma, la Comarca registra los valores más bajos de lluvias al año. Únicamente por la estribación de Sierra Morena, conocida con el nombre de Sierra del Pedregoso, se superan los 600mm. No obstante como se puede comprobar en la tabla anteriormente mostrada, es en Peñalsordo la única localidad que registra un valor medio superior a 600mm. El año 2010 ha sido un año atípico llegando a superar en los primeros meses de lluvia la media anual registrada en los últimos años.

Las presas de Orellana, con 800Hm<sup>3</sup>, del Zújar, con 300Hm<sup>3</sup>, y de La Serena, con 3.200Hm<sup>3</sup> regulan el curso del río Guadiana. El efecto de estos embalses ha incidido poco en la temperatura y en el régimen de precipitaciones de su entorno y, además, permite la regulación de las crecidas de la cuenca fluvial.

### 2.3.- Habitantes.

Las tierras, que durante siglos se han dedicado a dehesas, pastos y cultivos de secano, experimentaron una importante transformación con el Plan Badajoz y la presa de la Serena (construida en 1991 sobre el río Zújar).

Las regiones del sur de Extremadura se dedicaron durante siglos al pastoreo y cultivos de secano. La creación de los embalses durante la dictadura, así como el proceso de desarrollo del plan Badajoz llevó al cambio de algunas regiones vinculadas con el regadío. Concretamente la parte de vegas altas y menor medida zonas colindantes de La Coronada y La Haba. Las vías de comunicación completan el perfil físico descrito del entorno. Existen dos vías de ferrocarril en la Comarca; una

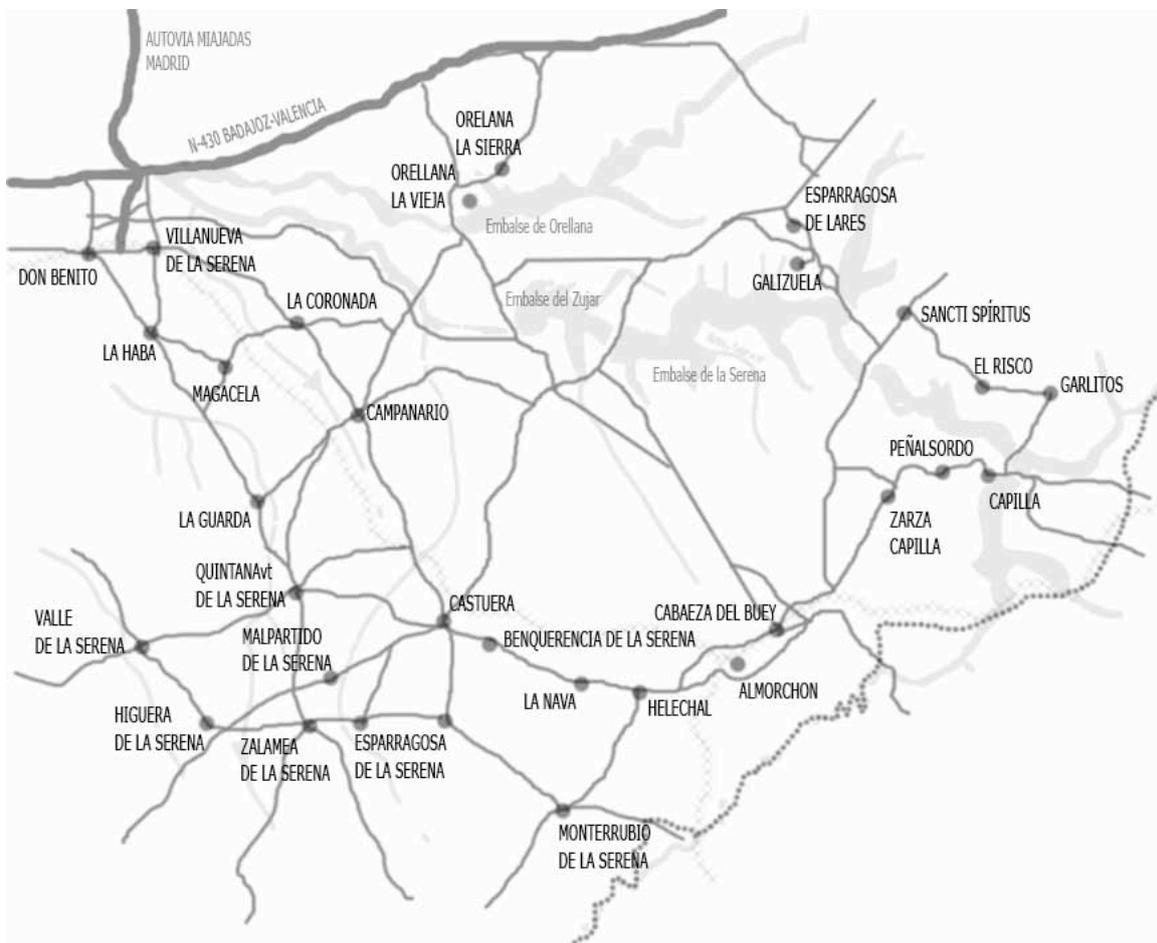


Ilustración 1: Vías Principales de comunicación

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

que pasa tangencialmente por el Este de la misma, y otra que atraviesa la Comarca de Este a Oeste, pasando por Castuera, como principal núcleo del entorno.

Las principales carreteras dentro de este ámbito son de índole comarcal, estando distribuidas de manera radial, siendo Castuera un nodo central donde se cruzan (esas carreteras conectan otras poblaciones con mayor relevancia que se encuentran en el exterior de la Comarca). En un nivel inferior se encuentran las carreteras locales, que conectan todos los municipios entre sí, creando así una red que comunica todas las poblaciones. Así, las carreteras más importantes que pasan cercanas a la Comarca son éstas: N-430, que se sitúa al norte de La Serena, pasando cerca de Don Benito, Villanueva de la Serena, Orellana la Vieja, Orellana de la Sierra y Navalvillar de Pela, comunicando Mérida con Ciudad Real; A-66, E-803, que se encuentra un poco más lejos de la Comarca, a su oeste, pero es de vital importancia para la comunicación Norte-Sur del país. Las carreteras que pasan por el interior de La Serena son de carácter autonómico: EX-104, que cruza la Comarca de noroeste a sureste; EX-103, que atraviesa La Serena de de suroeste a noreste, creando una red que conecta todos los pueblos y que tienen como punto común el paso por Castuera; EX-115, que conecta Quintana de la Serena con los pueblos del norte de la Comarca (Campanario, Orellana la Vieja y Orellana de la Sierra); finalmente, la EX-323, que proviene de la Comunidad de Castilla-La Mancha y discurre por Capilla, Peñalsordo, Zarza-Capilla y llega hasta Cabeza del Buey.



*Ilustración 2: Vías de comunicación, comarca de La Serena*

En la provincia de Badajoz, la población no ha tenido variaciones importantes en los últimos doce años, aunque ha experimentado un ligero ascenso, pasando de 656.848 habitantes en 1996 a 685.246 personas en el año 2008. En cambio, los municipios de La Serena han sufrido un paulatino descenso de población, debido, principalmente, a la emigración hacia ciudades con mayor importancia económica.

Los comportamientos demográficos tienen una profunda relación de retroalimentación con los sistemas culturales y sociales, por los cuales están en último extremo determinados y sobre los cuales, a su vez, ejercen una poderosa influencia.

Municipio de residencia	Habitantes
Benquerencia de la Serena	985
Cabeza del Buey	5897
Campanario	5694
Capilla	212
Castuera	6632
Coronada (La)	2239
Esparragosa de la Serena	1126
Haba (La)	1449
Higuera de la Serena	1198
Magacela	660
Malpartida de la Serena	754
Monterrubio de la Serena	2969
Orellana de la Sierra	333
Orellana la Vieja	3093
Peñalsordo	1451
Quintana de la Serena	5087
Valle de la Serena	1522
Zalamea de la Serena	4464

Tabla 3: Población municipios de la comarca de La Serena (2001). Instituto Nacional de Estadística. (07-2010) <http://www.ine.es/>.

Atendiendo a la población, Castuera es la principal población de la Comarca, con 6.632 habitantes; dato que se corresponde con el papel de cabeza de la Comarca de La Serena que tiene dicha población. Siendo Capilla la más despoblada de todas, con 212 habitantes según el censo de 2001. Aunque Castuera sea la más poblada, no existe una gran diferencia con otras poblaciones, como Cabeza del Buey (con 5.897 habitantes), Campanario (con 5.694) o Quintana de la Serena (con 5.087), de manera que, frente a la centralidad que funciona en otros entornos, en éste, la población y la actividad se diseminan en las distintas localidades, fomentando así un mayor equilibrio y un funcionamiento descentralizado de la Comarca.

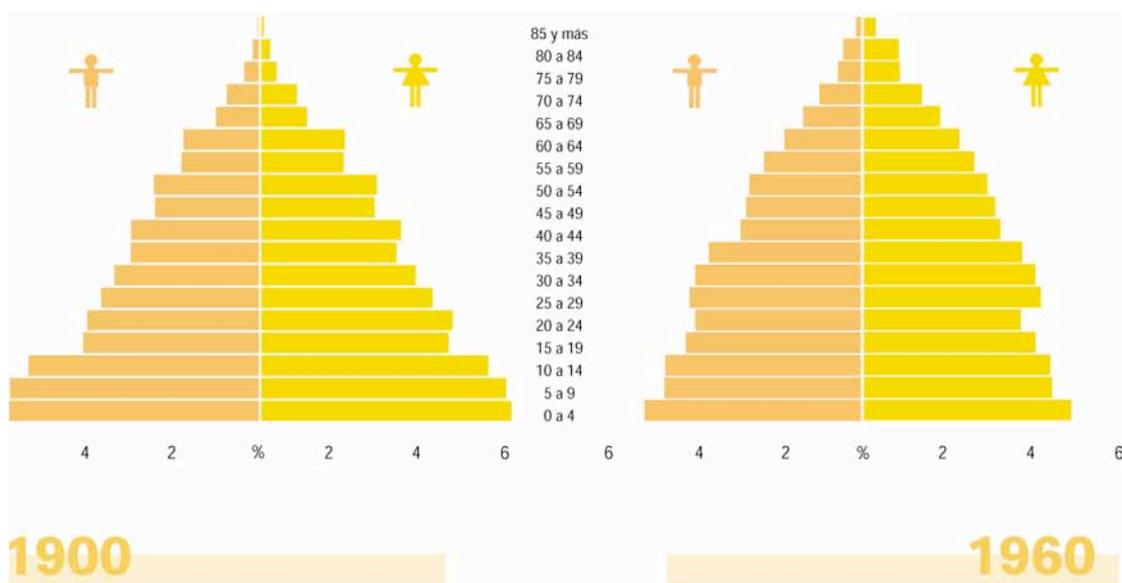


Ilustración 3: Pirámide demográfica 1900 y 1960. Censo de población y viviendas 2001 (07-2010)

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

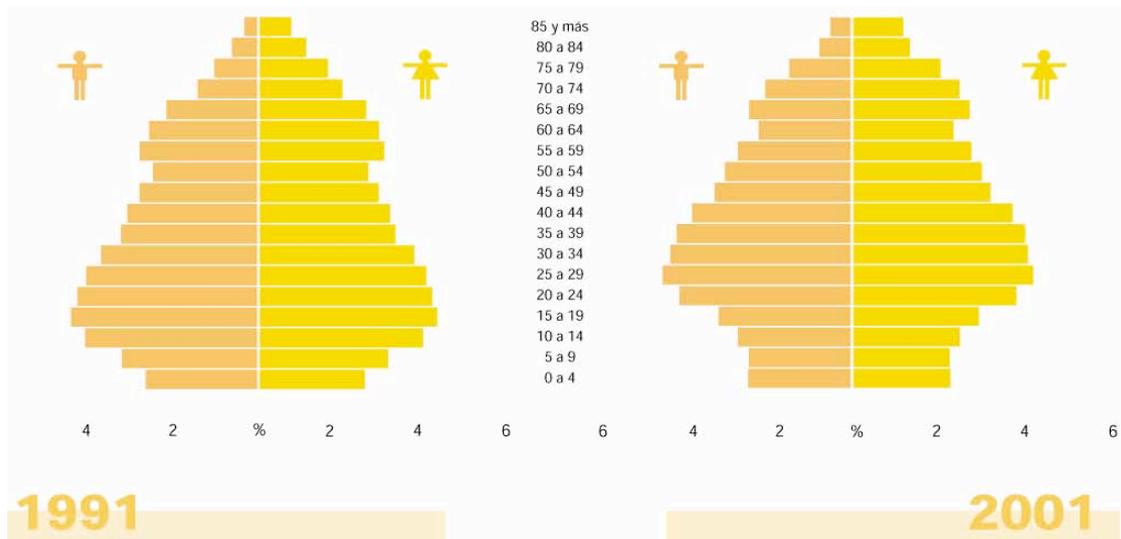


Ilustración 4: Pirámide demográfica 1991 y 2001. Censo de población y viviendas 2001 (07-2010)

Si observamos la evolución de la población a lo largo del siglo XX, vemos como a principios de siglo el gráfico se ajusta a una forma piramidal debidas a un alto nivel de mortalidad y natalidad, a más la esperanza de vida no superaba los treinta años. En los años sesenta, justificado por el alto número de muertos en la Guerra Civil así como el aumento e la natalidad, la pirámide de población se vuelve más acampanada, acompañada de un mejor supervivencia de la mujer. Este factor ayuda al crecimiento de la natalidad, apareciendo el proceso de los 70 conocido como “baby boom” lo que lleva al ensanchamiento de las edades medias en los años 90. Llegados al siglo XXI, se estrecha fuertemente la base de la pirámide y el diagrama adquiere forma de pera, fortalecido por el aumento de la esperanza de vida lo que provoca el ensanchamiento del diagrama en la parte superior.

Municipio de residencia	C.1900	C.1920	C.1940	C.1950	C.1960	C.1970	C.2001
Benquerencia de la Serena	2466	3236	3651	4361	3767	2050	985
Cabeza del Buey	7566	12019	11762	11931	11737	9236	5897
Campanario	7450	9361	9340	9494	9660	8106	5694
Capilla	685	623	614	882	672	500	212
Castuera	6322	7392	9289	10057	10166	8134	6632
Coronada (La)	2014	2689	3205	3396	3511	2866	2239
Esparragosa de la Serena	1337	1397	1802	1843	1741	1252	1126
Haba (La)	2815	3053	3159	3332	3201	2538	1449
Higuera de la Serena	1933	2362	2723	3072	3137	2188	1198
Magacela	1553	2012	2435	2611	2385	1524	660
Malpartida de la Serena	1776	2044	2186	2228	1802	1256	754
Monterrubio de la Serena	3218	4507	5575	6325	6492	4571	2969
Orellana de la Sierra	879	1044	1294	1368	1216	793	333
Orellana la Vieja	3105	4184	4895	5879	6925	4528	3093
Peñalsordo	2727	3467	4449	4507	4374	2982	1451
Quintana de la Serena	4809	6622	7515	9012	7861	5171	5087
Valle de la Serena	1849	3081	4062	5131	4423	2472	1522
Zalamea de la Serena	5567	7053	8497	8924	8543	6228	4464
Zarza-Capilla	1670	1902	1780	2062	2159	1178	484

Tabla 4: Evolución del censo población en la comarca de La Serena. Instituto Nacional de Estadística. (07-2010) <http://www.ine.es/>

La evolución de la población en la Comarca a lo largo del siglo XX ha sido un tanto irregular, con un aumento importante al inicio de ese período y decayendo en los últimos 50 años, sobre todo en los más recientes. Este descenso en los últimos años se ha dado en todas las poblaciones de la Comarca, aunque se ha hecho más evidente (por el descenso proporcional) en las siguientes poblaciones: Cabeza del Buey, Campanario, Benquerencia de la Serena y Capilla.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

La evolución de la población en la Comarca a lo largo del siglo XX ha sido un tanto irregular, con un aumento importante al inicio de ese período y sufriendo una caída constante a partir de los años cincuenta, sobre todo en los más recientes. Se pueden hacer tres grupos, por un lado las que superan la reducción de habitantes en más de un 50%, menos de 50% y superior a 25% y las que quedan por debajo del 25% que son las menos.

MUNICIPIO	% Perdida de población (1960 - 2001)
Quintana de la Serena	2
Esparragosa de la Serena	10
Castuera	18
Coronada (La)	22
Zalamea de la Serena	28
Campanario	30
Orellana la Vieja	32
Monterrubio de la Serena	35
Cabeza del Buey	36
Valle de la Serena	38
Malpartida de la Serena	40
Haba (La)	43
Higuera de la Serena	45
Peñalsordo	51
Benquerencia de la Serena	52
Magacela	57
Capilla	58
Orellana de la Sierra	58
Zarza-Capilla	59

Tabla 5: Evolución de la población 1960-2001

En gran medida el factor determinante de estos flujos de población viene dado por la actividad económica de los municipios. Quintana es quien menos lo nota por la amplia existencia de canteras y multitud de empresas vinculadas a diversos ámbitos de producción.

Otro factor importante a nivel externo y a la vez ligado al trabajo son las migraciones sufridas a lo largo de las últimas décadas del siglo XX y en menor medida a principios del siglo XXI. El siguiente gráfico muestra claramente el abandono de gran número de comunidades lo que supone el aumento de población en otras. En el caso de Extremadura vemos este valor de pérdida ha sido casi nulo, por lo que se establece que la pérdida de población en los pueblos de menor entidad, se justifica con el aumento de población en pueblos de mayor actividad económica y mejores comunicaciones.<sup>ix</sup>

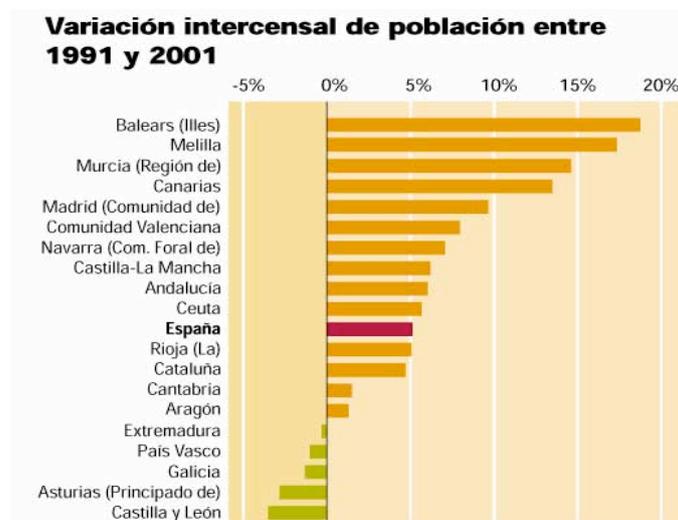


Ilustración 5: Pirámide demográfica 1991 y 2001.  
 Instituto Nacional de Estadística. (07-2010)  
<http://www.ine.es/>

POBLACIÓN	Distancia a núcleo principal (km)	Núcleo principal
Benquerencia de la Serena	6	Castuera
Cabeza del Buey	33	Castuera
Campanario	18	Castuera
Capilla	22	Cabeza del Buey
Castuera	33	Cabeza del Buey
Esparragosa de la Serena	12	Castuera
Higuera de la Serena	21	Castuera
La Coronada	26	Castuera
La Haba	36	Castuera
Magacela	34	Castuera
Malpartida de la Serena	11	Castuera
Monterrubio de la Serena	19	Castuera
Orellana de la Sierra	46	Castuera
Orellana la Vieja	40	Castuera
Peñalsordo	19	Cabeza del Buey
Quintana de la Serena	12	Castuera
Valle de la Serena	25	Castuera
Zalamea de la Serena	15	Castuera
Zarza-Capilla	12	Cabeza del Buey

Tabla 6: Distancia de población a Núcleo Principal.

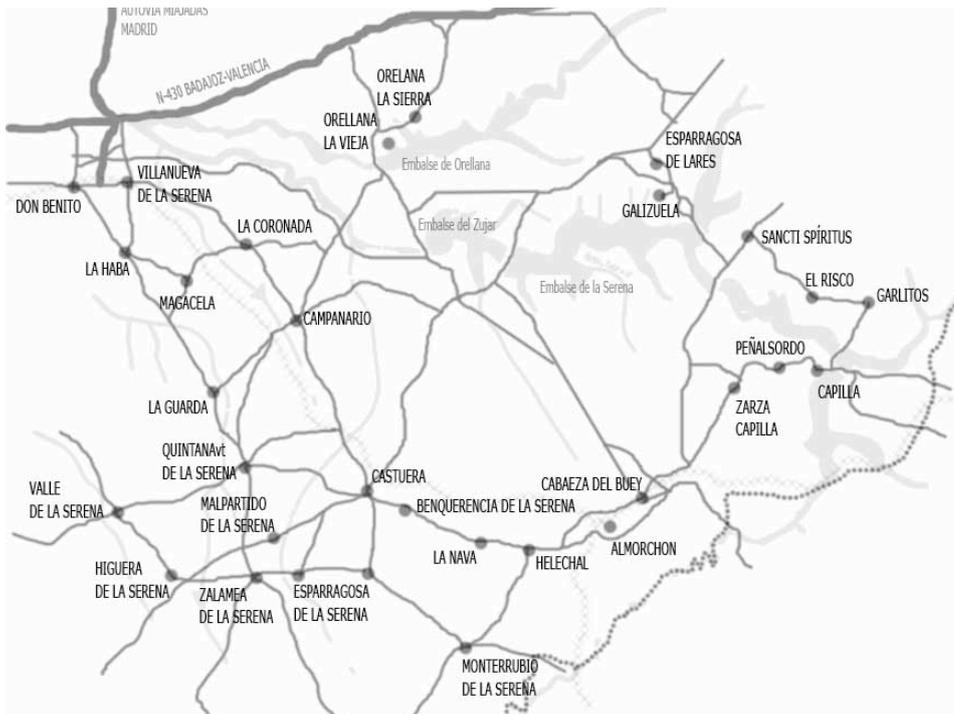


Ilustración 6: Vías de comunicación, comarca de La Serena

Como se puede comprobar en esta tabla, Castuera es el núcleo principal más cercano a la mayoría de las poblaciones de la Comarca, quedando Cabeza del Buey desplazada hacia el este de la misma, siendo evidente el protagonismo que toma la primera localidad al quedar en un lugar más centralizado con respecto a la mayoría de poblaciones. Lo que se fortalece con la cercanía de Quintana de la Serena, población de actividad económica vinculada a materia prima del granito.

El flujo de población nos ayuda a entender procesos de despoblación de las localidades y en siguientes apartados poder entender el comportamiento del parque inmobiliario así como el uso del mismo. Así centrándose en el estudio del barrio de "El Cerrillo" de Castuera, podremos ver cuan influyente sería la rehabilitación de viviendas basado en la reutilización de materiales, en el proceso de reducción del impacto sobre el Medio Ambiente.

#### 2.4.- Estructura urbana

Cada una de las localidades comprendidas en la comarca de La Serena presenta un esquema de ocupación vinculado a aspectos comunes pero que han dado respuestas bien diferentes. El motivo de este resultado ha sido el adaptarse a las condiciones de cada entorno. Aspectos claros que influyen en cada solución son: la función y su entorno.

El ser humano busca modos de protegerse del entorno para mejorar las condiciones de habitabilidad según las condiciones climáticas del lugar que ocupe, garantizando la continuidad del asentamiento vinculada al correcto desarrollo de actividades y de las generaciones venideras. Con ello definen unidades de población caracterizadas por espacios comunes, calles, plazas, caminos; todo ello enmarcado por las edificaciones (viviendas, naves, edificios comunes, fortalezas, etc.). Podemos cambiar la dimensión y llegar a analizar de modo pormenorizado cada vivienda, del mismo modo que la unidad de población pero a una escala menor constará de los aspectos singulares que definen los ocupantes de este espacio. Podemos entender el hogar como nuestro pequeño pueblo, o cambiando los términos, el pueblo como nuestro gran hogar. Espacios de tránsito, espacios comunes, instalaciones a mayor o menor nivel son características que comparten.

El área escogida para un asentamiento describe unas características específicas de clima, materiales, flora y fauna; factores importantes que determinan la morfología de los espacios y los materiales escogidos para la construcción del ámbito familiar.

Por tanto, vemos como independientemente del espacio (pueblo, calle, plaza, edificio, etc.) todos se materializan ajustándose a los aspectos geográficos donde se asienta, razones físicas, culturales, económicos, etc. Así cada asentamiento, aún partiendo de aspectos comunes, se ajustará a las personas que lo habitarán, el entorno, su historia. Es por ello que en el caso de la baja Extremadura están implícitas las características del marco geográfico, su historia (medieval, árabes, romanos, etc.) y ámbito rural en que se asienta.

En los pueblos extremeños se puede ver una clara influencia de la época musulmana, donde prima la casa sobre la calle y el espacio público. Siendo la cultura cristiana quien impone un modo de desarrollo de la ciudad distinto, estableciendo modos de crecimiento según calles, paseos y plazas, dejando claramente definidas las áreas que pueden ser ocupadas por las viviendas. Aún podemos ver la influencia de los asentamientos árabes en las localidades extremeñas. Así es el caso del barrio del cerrillo, en Castuera, donde queda visible esa cultura de la ocupación del suelo. Prevalece el dominio de la casa sobre la calle, siendo los espacios de comunicación resultado del acomodo entre los espacios que las construcciones quedan libres. Así mismo la influencia cristiana también queda presente con la aparición de ensanchamientos y plazas. Del mismo modo, en el caso de estudio, podemos ver la plaza San Juan o La Fuente, entorno urbano que ha visto cambios edificatorios en las últimas décadas.

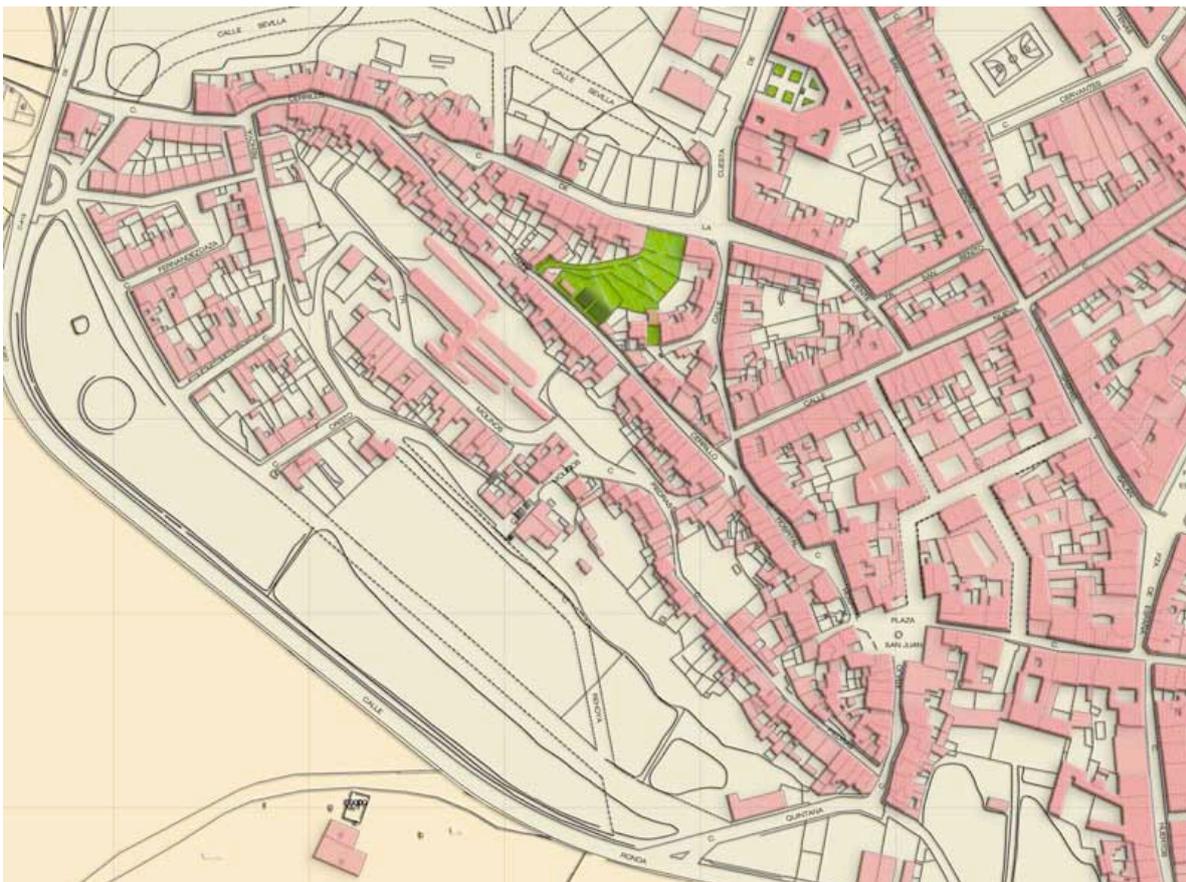


*Ilustración 7: Torito Mateo (Castuera)*



*Ilustración 8: Plaza San Juan (Castuera)*

Gran número de los asentamientos de la comarca son medievales, épocas de luchas y guerra entre regiones y motivo del surgimiento de la construcción de fortalezas como el castillo de Magacela o el de Capilla. Los asentamientos se ajustan perfectamente a la orografía de cada lugar, respetando los niveles, y acomodándose sobre las rocas; surgiendo así las edificaciones, viviendas y calles. Siendo este otro de los motivos que propician la irregularidad de los asentamientos.



*Ilustración 9: Barrio del Cerrillo (Castuera)*

En las distintas plantas de localidades se diferencia claramente la irregularidad de las calles con multitud de quiebras, dominando en los interiores de manzana corrales, huertos y espacios libres acomodados de forma práctica y adecuada a su uso. Esta trama irregular en las vialidades a más de ser fruto de la geografía también funciona como defensa ante las inclemencias del tiempo sobre todo las épocas de verano. No existiendo grandes vías regulares se evita el calentamiento regular de los espacios públicos,

de este modo las construcciones garantizan un funcionamiento conjunto que responde de modo adecuado al clima, se autoprotege ante las altas temperaturas.

"[...]

*En todo caso, según señala Spreiregen, la modulación geométrica en planta de una población no significa necesariamente, ni la disposición ordenada de los elementos, ni la claridad morfológica general. Por el contrario, una planta aparentemente confusa puede poseer una disposición general muy ordenada, y una mayor claridad organizativa, funcional, y hasta visual, que la planta puramente geométrica. La variedad coherente, como hace notar el mismo autor, subrayando una realidad de aplicación a los asentamientos de esta región, es producto, tanto de la planta como de los alzados.[...]”<sup>x</sup>*

Fue a finales del siglo XIX, y más fuertemente a mediados del siglo pasado, cuando se experimenta un desarrollo de la ciudad vinculado a la creación de grandes vialidades sin tener en cuenta los conceptos tradicionales. Las bases que respaldan este crecimiento responden a un interés especulativo y de valor del suelo; dejando de lado la calidad de los espacios y la función adaptada al colectivo.

El uso de transporte privado fomenta un crecimiento sin precedentes del parque residencial inmobiliario, en el siguiente apartado se dan datos específicos sobre este tema. Es por ello que el diseño del espacio público no se hace pensando en el peatón y si en la máquina, es el vehículo quien condiciona las dimensiones de las vías, anchos, capacidad de aparcamiento, cruces, etc. En la investigación realizada por H. Lefebvre queda explicada la mutación sufrida en barrios y conjuntos urbanos donde el espacio público (en su mayor parte la calle) claro motivo de relaciones sociales y encuentros entre habitantes se convierte en un simple lugar de tránsito y circulación.

[...]

*Por lo que respecta al ámbito bajoextremeño, el hecho constructivo y la ordenación de los espacios, que hasta tiempo reciente se producía en esta región como respuesta natural a las necesidades inmediatas, hoy se lleva a cabo de modo «radicalmente diferente, generando agresiones sistemáticas a conjuntos que alcanzan una alta calidad plástica», en palabras de un buen conocedor de esta realidad. Como causas más destacadas pueden tipificarse las siguientes agresiones:*

#### *Urbanísticas*

- *Utilización, para desarrollos urbanísticos edificados, de áreas con alto valor potencial rural.*
- *Importación indiscriminada de desarrollos urbanos con tipologías ajenas al medio.*
- *Falta de articulación y conformación armoniosa de las nuevas áreas edificadas a los viejos núcleos rurales tradicionales.*
- *Rotura de los tejidos de los poblamientos; cambio de alineación en las calles; apertura indiscriminada de nuevas vías; colmatación de espacios interiores, etc.*
- *Rotura de los ritmos parcelarios.*

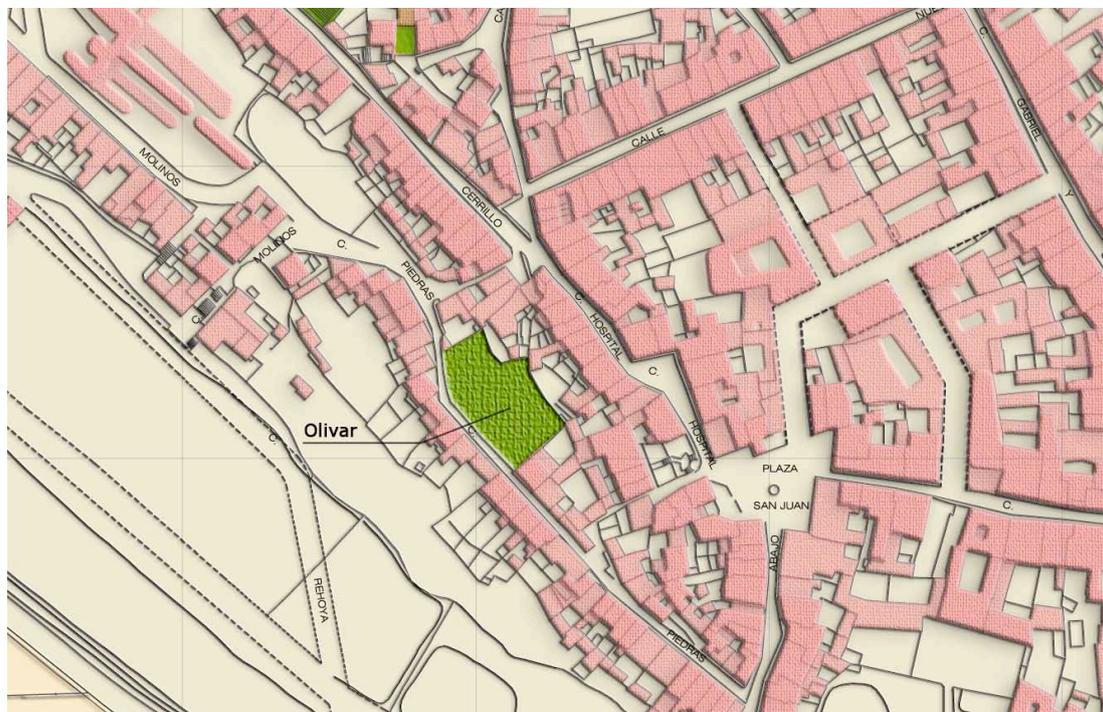
#### *Arquitectónicas*

- *Importación de tipos urbanos difícilmente integrables en el contexto de las edificaciones rurales.*
- *Altura y volúmenes excesivos.*
- *Rotura de los ritmos compositivos vernáculos.*
- *Utilización indiscriminada de texturas o materiales estridentes.*

*La conclusión de todo ello es: la ausencia generalizada, siquiera, de intenciones de integración, o mera convivencia armónica de los nuevos con los viejos tipos.[...]”<sup>xi</sup>*

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

La característica común en la formación de agrupaciones de viviendas llega a ser la manzana cerrada, independientemente de la ubicación que se haya elegido, ya sea cerro, colina, vaguada, etc. Así diferenciaremos dos tipos de manzana según la aparición de espacios interiores. Por un lado tenemos aquella en la que no existen corrales o huertos debidos a la orografía del terreno haciendo difícil su implementación. La solución en estos casos son pequeños patios de luces. Por otro lado tenemos la aparición de solares propicios para el cultivo ya sea huerto, olivar o frutales, en algunos casos el espacio llega a dimensiones difícilmente colmatables.



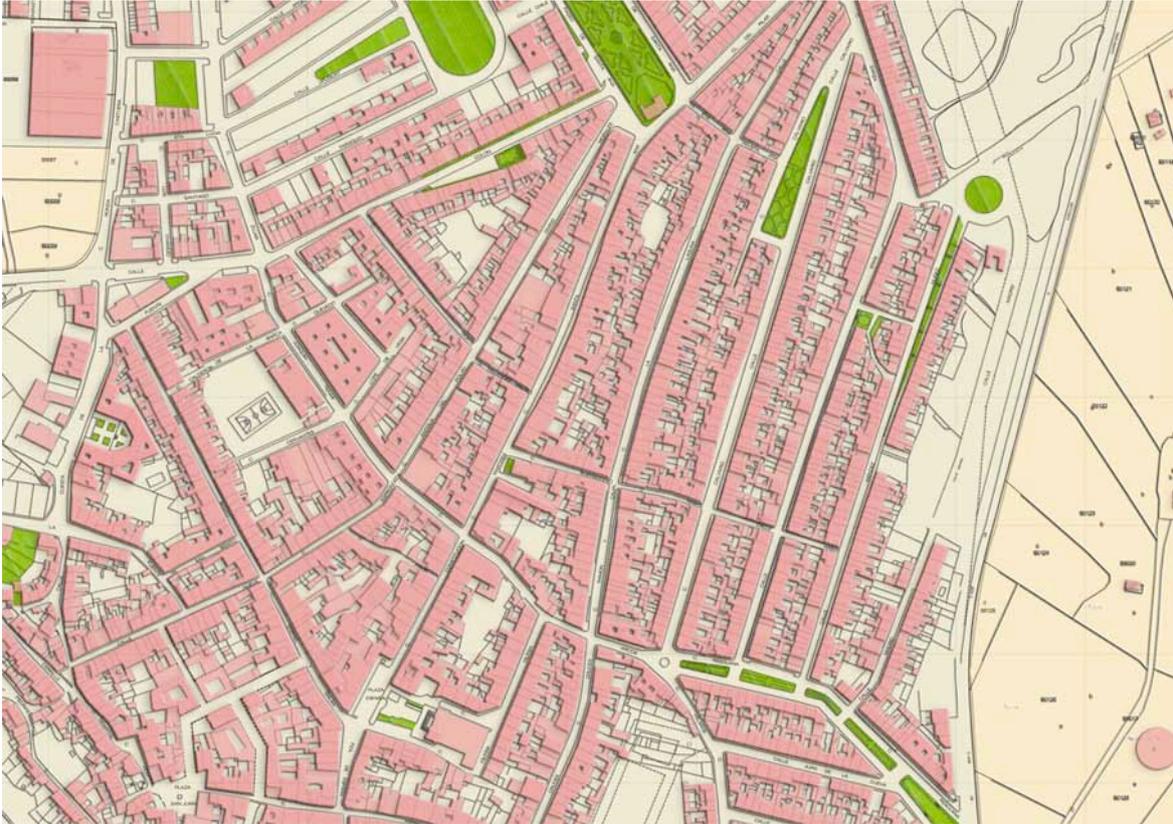
*Ilustración 10: Olivar de la Calle de las Piedras*



*Ilustración 11: C/ Piedras. Olivar en parcela derecha.*

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

La relación de llenos y vacíos sigue un orden claro, primero la calle como vacío, la vivienda con una profundidad no superior a 15m (respondiendo al sistema constructivo de bóvedas), un nuevo vacío con el patio y al fondo la cuadra que comparte medianera en el fondo con la vivienda colindante, como último lleno. Este juego de llenos y vacíos ayuda a los sistemas constructivos, muros de carga y bóvedas, así como los pasillos interiores y perpendiculares a las calles y patios, contribuyen a la buena comportamiento térmico a través de la ventilación. Este caso en que no hay patio suele darse en localidades asentadas en sierras y con mayor tradición agreste, a más surge la manzana alargada y en la que las viviendas no tiene puerta trasera. Ejemplo claro de esta situación son Benquerencia de la Serena, Capilla, Magacela, Orellana de la sierra o Peñalsordo. Atendiendo a la localidad motivo del estudio, Castuera, este tipo de manzanas se da en la parte que actualmente es el centro de actividades, de la población donde las calles son perpendiculares al eje oeste-este que va desde la calle Arcos hasta la resolana.



*Ilustración 12: Asentamiento en llano (Castuera)*

En el caso de pueblos asentados en regiones más planas se dan situaciones de grandes manzanas producidas por adosamiento de edificios con amplios corrales. La trama urbana se desarrolla siguiendo los caminos principales que atraviesan la localidad. En el caso de Castuera algunas manzanas de este tipo fueron absorbidas por una trama urbana nueva, en otro corral se ha ubicado un aparcamiento público mas aún existen corrales que mantienen el uso de olivar y zona para guardar a los animales (perdices y perros de caza).

El crecimiento de las localidades a partir de nuevas tramas de las vías de circulación seguirá los patrones establecidos desde su origen. Se mantienen los valores de longitud, ancho y organización general. Hasta bien entrado el siglo XVIII, no se empieza a plantear el crecimiento pensado de la población, aún así no se percibirá dicha planificación por respetar los criterios originales de crecimiento.

El crecimiento de los pueblos y ciudades basado en bloques de pisos exentos (vivienda colectiva), ocurrido a finales del siglo XX, hace desaparecer el papel de la calle como espacio de relación y encuentro, sobre vial de tránsito, que es el que actualmente domina. Aquellas aceras habitadas, en las noches de temporadas con temperatura nocturna no inferior a 20-24°C (primavera, verano y otoño), por

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

los vecinos para el diálogo, desaparecieron. Ahora en la calle únicamente se escucha el tronar de vehículos motorizados, en pequeños reductos de pueblos y ciudades, en las plazas, algunos jóvenes aún mantienen esta costumbre.

Los núcleos de población surgen a partir de caminos o puertas existentes conduciendo hacia otras localidades, dando lugar a las construcciones que fueron garantizando la posesión del lugar y constitución como pueblo. En gran parte de las situaciones hay un origen vinculado a la creación de dos vías principales, que como marcó la cultura romana cardo y decumano, a lo que se le une la aparición de vías secundarias que homogeneizan el crecimiento de la localidad. A pesar de surgir a partir de dos calles, siempre será una más dominante que la otra, teniendo vocación socio-cultural. En cierta medida, el uso como espacio de pase (que le da el nombre de corredera), también por haber dado cabida a áreas de mercado o sido fruto de un antiguo camino Real o de tránsito de ganado.

En el caso de pueblos asentados en laderas de las sierras, la lógica seguida está más vinculada con la construcción sobre cotas de nivel constantes, lo que originaba grandes manzanas alargadas y calles longitudinales de pendiente suave, llamadas "a la larga. Mientras que las perpendiculares tenían grandes pendientes, lo que les hacía ganarse el apelativo de "por través", quedando ligadas a un uso secundario de travesía. Si se daba el caso de pendiente acusada, se hacía necesario colocar escaleras o rampa escalonada. Como se puede ver en la foto (calle cuesta de la fuente, Castuera), a veces era necesaria la construcción de "barrancos", "calzadas" y "calzadillas" que permitieran salvar los desniveles para facilitar el acceso a las viviendas.

Las calles que componen los núcleos originales de la población se caracterizan por su angostura, normalmente el ancho de las vías es de tres metros, no llegando a superar los cinco metros. La circulación de vehículos suele ser de una dirección pues por sus dimensiones se hace difícil que puedan circular dos autos por la misma vía. A más otra característica es la existencia de un acerado mínimo que no suele superar los 50cm, cuya construcción no es muy antigua y para la que se usaron baldosas, lanchas de granito o piedras.

La aparición llega como consecuencia de las "Ordenanzas de Intendentes Corregidores", de 1749, dictadas por Fernando VI. A mediados del siglo XIX se amplía la construcción de empedrados de calles y acerados, elevando el nivel en el espacio de tránsito del peatón. La acera, más que como espacio de tránsito se caracterizó por su valor como estancia, es decir, los vecinos entendían y aún en gran parte de los pueblos entienden la acera como dominio particular. Esta situación lleva a la limpieza, riego, vigilia de dicho espacio, garantizando el mantenimiento. Se ha llegado a dar el caso de en alguna intervención de peatonalización de calles en que los vecinos solicitaran el mantenimiento de la acera, aún tratándose de espacios en los que no transita el tráfico rodado.

Por ver hasta donde llegaba la situación, en Azuaga, estuvo vigente la normativa que regía el mantenimiento de las vialidades, dictado por Fernando Rodríguez Díaz en el siglo XIX:

*«Aunque el aseo de las calles no es costeadado por el erario municipal (...) cada vecino procura tener limpia, no sólo la acera donde tiene establecido su domicilio, sino que limpia hasta la mitad de la calle en todo lo que de anchura tiene su casa, recogiendo, además, la basura...»<sup>xii</sup>*

Aunque esta ley se particular de un pueblo, el privilegio de uso de la acera no se cuestionaba por ninguno de los vecines, pudiendo colocar sillas, amacas o en el caso de actividades laborales los instrumentos o productos que en el local se vendieran (zapatería, carpintería, herreros, etc.)

La longitud de las calles en las poblaciones de esta comarca y de igual modo en la región, suelen oscilar entre 150 y 250m, en la menor de las ocasiones rondan los 400 y 500m. Por lo que se ha explicado de las calles, se puede llegar a la conclusión de ser angostas por su estrechez, mas no olvidemos la proporción de los espacios, pues las construcciones no superan los cuatro o cinco metros. Cosa contraria ocurre en las vías surgidas en las últimas décadas donde a pesar de tener un ancho entre ocho y diez metros, existen construcciones de 4 y 5 cinco plantas

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Las características que marcan las diferencias formales y funcionales de las calles permiten establecer hasta cinco tipos diferentes:

### I. Calle ancha.

Suele darse en los asentamientos del llano, al no ser de mucha altura las viviendas, se generan áreas abiertas y de gran espacialidad. Habitualmente estas calles surgen por haber sido paso de cañadas de trashumancia, normalmente aspectos vinculados con la agricultura y ganadería. No obstante no es muy corriente la existencia de vialidades de tal dimensión, pues no se adaptan bien a las condiciones climáticas de este dominio geográfico.

La carencia de vegetación y de un mobiliario urbano, favorece la gran exposición ante la radicación solar, al no tener espacios de sombra queda una gran superficie horizontal que sufre bajo la influencia del sol, haciendo de estas vías lugares inhóspitos en épocas de altas temperaturas.

### II. Calle estrecha.

La dimensión no es condición suficiente para decir que esta vías no puedan ser principales, pues son muchos los casos que se dan en distintas localidades, pues pueden estar vinculadas al centro o bien por aspectos de uso y funciones en relación a la trama vial de la localidad.

Estas calles normalmente se ubican cerca de los caseríos más antiguos de la localidad, dotadas de gran vida y aglutinando parte de la actividad del municipio comercios, bares, edificios públicos o centros culturales.

Como característica principal cabe destacar la existencia de quiebros ensanchamientos y la no existencia de un eje principal, de este modo queda marcado por hitos que señalan puntos claves en el tránsito del espacio y garantizan la continuidad del trayecto.



*Ilustración 13: C/ Hospital dirección C/ Cerrillo (Castuera)*

La no continuidad en ninguno de los aspectos que la forman garantiza la continua existencia de estrangulamientos que muestran la variedad de espacios dentro de uno común. La línea de las aceras no es equidistante a la fachada, incluso no son paralelas entre si, a lo que le sumamos la falta de paralelismo entre fachadas, es todo este juego de quiebros lo que dota de riqueza morfológica a

estos espacios. En el caso de estudio podemos observar de lo que estamos hablando, a pesar de haber sufrido una intervención reciente se respetó la falta de linealidad y conservación de quiebros para así garantizar la continuidad de los valores espaciales que dotan este vía. Aspectos tan evidentes como:

[...]

distintos ensanchamientos, que sin llegar a configurar una plazoleta significan un desahogo espacial; el arranque por los flancos de travesías o callejas, a veces en fuerte pendiente, formando arcos o calzadas; hornacinas con imágenes o retablos, o capillas abiertas; edificaciones antiguas conservando sus características mudéjares o barrocas tradicionales; el variado juego de una desigual línea de zócalos; rejerías salientes entre poyos y guardapolvos; calzadas y barrancos de acceso a las viviendas; blasones y piedras armeras en las fachadas; una fuente; portadas con fuertes recercos de granito; puertas de madera con postigos, rítmicamente situadas entre los grandes portones de las puertas falsas; destacadas cornisas de variadas molduras; chimeneas visibles desde la calle, dispuestas en paralelo a la línea de fachada, [...]<sup>xiii</sup>

### III. Calles con barrancos y calzadas.

En los casos de calles con gran pendiente, como ocurre en Benquerencia, Capilla, Magacela o Peñalsordo, se han construido las viviendas a base de crear bancales que garantizasen áreas planas en las que poder construir las viviendas, situación que marca los grandes desniveles en los que se encuentra cada vivienda, para facilitar el acceso a las viviendas se hace necesario que la acera asuma estos cambios de cota. En la entrada de la vivienda es un plano que garantiza el acceso y en los laterales se colocan escaleras que facilitan la conexión entre las construcciones.

Estos espacios son conocidos como "barrancos", "calzadas", "poyos", "caballetes" y otros, según la localidad. En algunas localidades se adornan con jardineras lo que mejora el espacio a nivel compositivo y formal. En aquellos casos que no se dota de jardineras o pretiles, es típico poner una barandilla de hierro, sobre la que los propios vecinos quienes lo adornan con macetas.



*Ilustración 14: C/ Cuesta de la Fuente (Castuera)*

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

En algunas localidades se da el caso como en Benquerencia de ser un barranco longitudinal al cual se accede por escalinatas colocadas a lo largo de la calle, dando el valor de independencia de los dos niveles, por un lado las construcciones que se accede del barranco y en el otro las que se accede directamente desde la calle. En Castuera existen casos puntuales, como es el que se da en la parte alta de la calle Piedras.



*Ilustración 15: Barranco longitudinal de C/ Piedras (Castuera)*

### IV. Calles con arcos, soportales y pasadizos.

Son los casos de retranqueo en planta baja y construcción de un espacio abovedado lo que origina un soportal o porche sustentado con pilares y arcos, cuya forma varía según las localidades. En el caso de Castuera se trata de una bóveda de cañón a lo largo de todo el soportal con arcos elípticos sobre pilares revestidos con placas de granito. Lo habitual es la aparición de estos espacios en las plazas, para aumentar el espacio público y dotar de un área cubierta.



*Ilustración 16: Soportales Edificio Ayuntamiento de Castuera*



*Ilustración 17: Centro Multifuncional Farito (Castuera)*

El caso de los arcos que formaron parte de entradas a espacios fortificados o puertas de la ciudad no son habituales en las localidades de La Serena, mas si puede verse en localidades cercanas como Puebla de Alcocer en La Siberia, a cincuenta kilómetros de Castuera. Lo mismo ocurre con el caso de pasadizos, y se hace referencia a la misma localidad para poder ver algún caso que aún se conserve. No obstante, en Castuera se realizó una intervención que se verá con más detalle en el apartado de antecedentes donde se recupera el valor de los pasajes o pasadizos que se construían para engrandecer la entrada a un área más amplia fuera una plaza, mercado o espacio publico dotado de cierto valor. En el caso de Castuera se hizo el diseño de un pasadizo o puerta de entrada al parque de Chile, ubicado en el barrio de "El Cerrillo".

#### V. Travesías, callejas y callejones.

La travesía surge por la necesidad de unir dos calles paralelas a fin de evitar grandes manzanas longitudinales. Suelen tener un ancho no superior a los dos metros, donde las fachadas no presentan huecos por ser tapias ciegas que se configuran como medianeros. Podemos ver como una vez llegado al ensanche de la travesía vuelven a aparecer ventanas y puertas siendo la misma fachada, mas quedando en un espacio mas amplio, que bien puede ser calle, plaza o desahogo espacial.

Además sirven para la evacuación de aguas en localidades de orografía abrupta, como es el caso de la foto anterior, en épocas de lluvia, dotadas de alcantarillado que garantiza la evacuación del agua.

La calleja surge como espacio que facilita el acceso a la vivienda por la parte trasera, conocido como "puerta falsa" de la vivienda. Habitualmente servía para facilitar el acceso de las bestias a las cuerdas o corrales. Permite a la entrada principal, usada para las personas, no verse afectada por las labores cotidianas, que solían estar vinculadas con la agricultura y ganadería. La fachadas se caracterizan por ser tapias de gran altura, a veces construidos con tinahones cerámicos, y presentando únicamente la puerta falsa como hueco.

A veces cuando no se ha construido la calleja, las viviendas suelen tener un portón lateral de la entrada principal, compartiendo fachada, que da acceso, a través de un corredor, directamente con el corral o la cuadra.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

El callejón, cumple la misma función que la calleja, mas este se caracteriza por tener mayor dimensión en cuanto a su ancho. Esto contribuye a originar un espacio que facilite la maniobrabilidad, pues a veces el callejón resulta sin salida.

Al no tratarse de una entrada principal a las viviendas presenta fachadas menos definidas estando constituidas por tapias con puertas falsas o cercas correspondientes a huertos. En procesos de crecimiento de la población el callejón puede resultar transformable en calle, pues al disponer nuevas edificaciones más modernas quedan las construcciones antiguas en segundo plano.

En cuanto a la estructura de las calles y su configuración es Chueca Gótica quien establece la "teoría del módulo pentagonal", debida a la anexión sucesiva de unidades independientes, las cuales suelen presentar un volumen con cara pentagonal (viviendas con cubierta a dos aguas), donde la base es rectangular y se adhiere por una de sus caras pentagonales a los módulos adyacentes. Se puede dar el caso de tener cara pentagonal, donde la cumbre (lado alto) está hacia el interior.



Ilustración 18: Callejón del Cerrillo

Las alturas de las construcciones están directamente vinculadas a la anchura de la calle. No es común levantar construcciones de gran altura en cualquier vía, la casa o construcción se adapta tomando los aspectos habituales en las construcciones colindantes.

Las calles configuran manzanas, así habitualmente las viviendas comparten no solo la medianera sino también la trasera de la vivienda, con todos los casos particulares que se pueden dar como ya se ha explicado; la aparición de callejas, barrancos, etc.

Cuando la calle sufre ensanchamiento la cual le da dimensiones espaciales que permiten la instalación de mercados, ferias o fiestas públicas, pasa a llamarse plaza, según se establece en la definición de la R.A.E. No cabe duda, que en las localidades de esta comarca y de la región, la plaza surge como agregación de casa, a veces con soportales, entorno a un espacio común, amplio y despejado. Independientemente de la forma de crecimiento de la localidad, la plaza original será el centro del pueblo aunque geométricamente no se corresponda como centro del poliedro que configura el perímetro del municipio.

### 2.5.- La vivienda.

Por lo narrado anteriormente sobre los asentamientos se entiendo que la vivienda puede sobrevivir como edificio aislado, es el agrupamiento en los asentamientos que dan forma a las poblaciones lo que ayuda a nuevas técnicas constructivas basadas en los muros medianeros.

La alineación de fachadas no existe, siendo lo que provoca una línea poligonal que describe las características especiales de las calles con sus ensanchamientos y estrecheces ajustándose a la orografía del terreno.

La arquitectura vernácula de los alojamientos tradicionales en las poblaciones de la comarca de La Serena, fueron construidas sin necesidad de arquitectos, con valores locales, aspectos identitarios, funcionales producidos de modo espontáneo y ajustados a una realidad. Una sensibilidad en la solución de

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

situaciones para la vivienda bien separados del la situación actual donde la vivienda queda descontextualizada sin importar valores que aún perduren en el entorno donde se asiente.

La vivienda tradicional se caracteriza por su composición diversa de espacios fijos no es transformable. Es decir, a diferencia de la vivienda actual donde cada espacio es fácilmente adaptable y cambiar de uso con la simple modificación de los muebles, la vivienda tradicional es concebida por el usuario y bien distante del concepto de vivienda actual. Cuando se diseña una planta de piso, podrá ser ubicada en cualquier parte y a la vez transformada y personalizada por quien la habite. El mobiliario de la casa no es transformable pues forman parte del todo, es decir, cada espacio tiene su mobiliario integrado, un tipo de iluminación, anaquelaría de ladrillo, chimenea, ventanas, huecos, etc.

### 2.5.1.- Modelos de vivienda.<sup>xiv</sup>

Las tipologías más representativas en de todos los casos y variantes que se dan en las viviendas populares de la Baja Extremadura.

#### I. Chozo.

Se caracteriza por estar exento de cualquier otro tipo de construcción y distante de áreas urbanas. De planta circular con muros de carga de 50cm con mampostería de piedra. Los usuarios solían ser trabajadores del campo: carboneros, pastores, etc.

La cubierta a dos aguas, se construye a partir de la cumbre permitiendo colocar el tronco central donde apoyar tablazón o cañizos. Inicialmente se cubrían con elementos vegetales y posteriormente se utilizó teja cerámica árabe. A veces se construía cubierta cónica y con mayor inclinación para así evitar cualquier filtración del agua de lluvia. El punto más bajo de la cubierta estaba a dos metros y el más alto no superaba los tres.

De planta diáfana, se da a veces la construcción de tabiques interiores a base de muros de adobe o tapial. Los acabado varían pudiendo enfoscar a base de mortero real y pintado con cal, incluso un zócalo de color rojo (a base de almagre), grises, etc.

#### II. Casa mínima de organización aleatoria.

Vivienda de superficie no superior a cincuenta metros cuadrados, carente de pasillo y con dos espacios diferenciados. Normalmente no tenía patio ni "doblao", cubierta a teja vana o con fibras vegetales.

Altura no superior a tres metros con fachas que oscilan entre los cuatro y cinco metros de ancho, incluyendo los gruesos del tapial. Los acabados en cubierta son mínimos con el uso de ladrillo a sardinel con vuelo sobre el que apoyar las tejas.

El acceso desde la calle conecta directamente con el espacio vividero, donde se situá la cocina a un lado, habitualmente con chimenea de campana. Este espacio es donde se come y como estancia habitual. Dotada con un vasar y alacena elementos formales integrados en los muros. Un pequeño hueco que conecta con el exterior sirve para iluminar este espacio.

La otra puerta conecta con el dormitorio que suele tener huecos con el exterior. Inusualmente puede aparecer en esta estancia otra puerta conectada a un segundo dormitorio o cuadra, gallinero o conejera. Estas casas eran habitadas por personas de pocos bienes y nivel económico bajo.

#### III. Casa pequeña con atisbo de corredor.

A diferencia de las anteriores aparece el corredor o espacio de comunicación entre las distintas estancias. Con el "doblao" que se coloca en la primera crujía con una pequeña ventana hacia la calle. La altura no supera los cinco metros.

La distribución tiene cierto parecido a la anteriormente comentada. La entrada es directa a un espacio distribuidor y estar. La cocina a un lado separada de este primer espacio a través de un arco, con chimenea de campana. En este primer cuerpo se encuentra la escalera que da acceso al "doblao", sirviendo el hueco justo debajo de la misma como alacena, vasar, cantarera.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Los propietarios de estas viviendas solían tener burro o asno, es decir, un nivel económico que permitía la existencia de una cuadra al final del patio, que en los casos anteriores no se daba. El paso de los animales era directamente por el distribuidor hasta el patio donde también estaba el gallinero, conejera, pocilga, etc.

### IV. Media casa o casa de colada a una mano.

El llamarse media casa se debe a la presencia de un pasillo distribuidor en un lado y las estancias en el otro. Según la comarca el nombre varía "media casa", "casa de una mano" o "manca". El nombre de media casa viene por darse el caso de parecer de la división de una casa entera.

Dispone de una entrada de acceso para personas y animales ocupantes de las cuadras. La existencia de este corredor independiza en cierta medida las estancias de los propietarios y el área de tránsito en la vivienda. No siendo habitual que este tipo de viviendas cuente con puerta falsa.

El edificio se resuelve con muros de carga de piedra en las fachadas y tapial en el interior. Suelen darse varios tipos de bóvedas en planta baja (lunetos, de artesón, de artesa, de rosca, etc.) en las habitaciones y para el pasillo de cañón. El "doblao" suele ocupar toda la planta teniendo la cubierta de teja vana sobre estructura de madera.

La distribución habitual, con el pasillo a un lado, viene a ubicar los dormitorios en los dos primeros cuerpos conectados con el corredor y a la vez entre ellos. La siguiente crujía da acceso al "doblao" y el estar, con gran amplitud pues va conectado directamente con el pasillo. El último cuerpo lo ocupa la cocina que no suele tener conexión con el pasillo y sus puertas conectan con el patio y con el estar. Normalmente hay un pozo en el patio y en el fondo la cuadra y el pajar.

### V. Casa entera.

La puerta suele estar en el centro de la fachada y conecta directamente con el corredor, quedando la distribución de estancias repartida de modo simétrico. De ahí su nombre como "casa entera", "completa" o "de dos manos". La puerta falsa es una de las características que marcan esta tipología de viviendas, facilitando el acceso a caballerías y carruajes, independizando la parte vividera del servicio y labores.

Puede darse el caso de las viviendas que no tengan puerta falsa y responden a la misma distribución de los espacios. Incluso puede aparecer la puerta falsa en la fachada principal, siempre colocada en una lateral lo cual rompe la simetría de la fachada exterior.

Las habitaciones que dan al exterior son ocupadas como espacios vivideros o de mayor lujo, es decir, la vivienda puede tener en el interior una sala de estar y comedor, quedando estas estancias que dan al exterior como comedor de uso para celebraciones. Cuando los eventos eran para mayor número de gente, los llamados convites, se solían celebrar en el patio.

En el piso superior el "doblao" toma mayor importancia pues la altura libre permitiría acondicionarlo como piso. El uso se mantiene como "doblao" aunque el aspecto exterior son balcones y en algunos casos los huecos quedan tapiados y con pequeñas aberturas para facilitar la ventilación.

Estas viviendas eran construidas por albañiles profesionales pues eran (y las que se mantienen lo siguen siendo) viviendas de gran superficie, tanto habitacional como de servicio.

### VI. Gran casa de colada.

La dimensión de estas viviendas pasa a ocupar una manzana completa, dando la entidad de un cortijo integrado en la trama urbana.

Son viviendas de mayor número de ocupantes y diferencia de los mismos. Los espacios mantienen lo descrito anteriormente donde se mantiene el orden de las tres crujías, habiendo mayor número de habitaciones a los lados del pasillo. La cocina queda en el cuerpo central con la chimenea de campana.

La puerta falsa ya sea lateral o dando a una calleja estará presente en este tipo de viviendas. Se garantiza así la independencia de las zonas de servicio y labor de las nobles. Si está en la parte de

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

atrás puede articularse con una vivienda de servicio o bien únicamente ser un hueco en el tapial que delimita la cerca de la vivienda.

Hay casos donde se construyeron planta baja y primera quedando el "doblar" sobre la primera. La solución de la cubierta usa un antepecho que oculta las tejas con balaustradas, celosías u otras construcciones de esa dimensión.

### 2.5.2.- Técnicas y materiales.

Las construcciones populares se caracterizan por el uso de los materiales de la zona y su adaptación según la función que deban cumplir. Lo habitual es el uso de piedra y madera, pudiendo introducir el ladrillo y el mortero. A veces se construyen muros a base de cascotes y mortero que consiguen gran rigidez y durabilidad. Lo más usado es mampostería para muros exteriores y tapial en interior para aquellos que desempeñen una función de carga.

Actualmente es muy utilizado el termino sostenibilidad, bien parece que lo hecho anteriormente no fuera sostenible. Sin embargo, en una primera aproximación, sin necesidad de entrar en números, queda claramente justificado el gasto energético menor en las construcciones populares comparado con las construcciones cotidianas que se realizan en la actualidad. Originalmente las construcciones populares basadas en el uso de materiales de cada región no aplicaban transformaciones en las materias primas, a veces las mínimas para su correcto uso; ejemplo claro es el tronco de madera que ha de ser cortado para encajar donde se ha establecido que vaya según la construcción. En la contra, uno de los materiales más utilizados el hormigón, necesita un número cuantioso de acciones hasta que llega a ponerse en obra, venido de la unión de varios materiales habitualmente traídos de otras regiones. Todo ello generando un cúmulo de procesos con gastos energéticos para la transformación y transporte hasta su puesta en uso.

A más el uso de los materiales cercanos, de la naturaleza inmediata a donde se trabaja, contextualiza las construcciones con su entorno y no por ser materiales primarios no va a dar condiciones optimas de confort. El correcto uso de las construcciones muestra valores de habitabilidad superiores a los que actualmente puedan dar las construcciones realizadas con materiales actuales. La prueba clara es la aparición de las prótesis, maquinas de aire acondicionado necesarios para alcanzar el grado de confort.

#### I. Cimentación.

[...]

*"Las cimentaciones constituyen la parte más importante de la construcción tradicional, ya que sobre ella se asientan los edificios. En el campo de las cimentaciones se aplicaba el conocimiento empírico ya fuera del maestro de obra o arquitecto, o del maestro popular. En función del tipo de terreno elegido se determinaba la magnitud de la cimentación y en particular la profundidad a la que iba a estar situada siempre buscando el firme. Por lo general las cimentaciones tradicionales trabajaban con un margen de seguridad muy alto ya que usaban muros muy gruesos y por ello una presión en cimentación bastante reducida, lo que garantizaba que en la mayoría de los casos no se presentaran problemas. Sin embargo el desconocimiento de las propiedades de los terrenos de la cimentación o del diseño de las cimentaciones era pobre y se basaba únicamente en la comparación con situaciones semejantes. En la actualidad las cimentaciones de hormigón armado y los nuevos métodos de geotecnia y diseño de las cimentaciones han desbancado y desplazado por completo a las cimentaciones tradicionales. Sin embargo al coste de usar materiales, como el hormigón o el acero cuyo coste energético de producción y cuyo proceso de reposición a la naturaleza es infinitamente mayor que la cal, y la piedra, materiales usados en los casos tradicionales. En una gran cantidad de casos las cimentaciones tradicionales son una alternativa más que considerable, en otros, dada las complejidades que se pueden presentar han de ser desechados por otras técnicas más desarrolladas y específicas." [...]<sup>xv</sup>*

#### II. La Fábrica.

Elementos que apoyados sobre la cimentación soportan las bóvedas o sistemas que cubren la parte superior del edificio. De lo visto en apartados anteriores en casas sencillas los muros, la fábrica, soportaban directamente la estructura de palos sobre la que se apoyaba la teja vana de la cubierta. En medias casas, enteras, etc. la fábrica que bien podía ser tapial o adobe soportaban las bóvedas,

teniendo continuidad en el "doblao" donde su función era soportar la cubierta, habitualmente construida con troncos, tablazón y teja curva.

Las fábricas más utilizadas en Extremadura son de sillería, mampostería, ladrillo, tapia y adobe. La función más importante es la estructural y en función del lugar que ocupe valores estéticos, si está en la facha, distribución y huecos de paso interior si ocupa las crujías centrales. La composición de este elemento se reduce a dos elementos: la parte rígida y el mortero de unión. En algunos casos se da la unión a hueso, entonces no es necesario el uso de mortero. El mortero se hacía a base de cal hidráulica y a veces mezclado con cal aérea.

[...]

*"Las fábricas de sillería suponen el ejemplo más elaborado de fábrica vertical. Se presentan en edificios de cierta importancia y ofrecen un aspecto marcado de solidez y lujo. Este se acrecienta cuando además se incorpora decoración al mismo. Extremadura al ser muy rica en piedra de granito ha visto la utilización frecuente de fábricas de sillería. A veces en construcciones modestas, a veces de manera parcial, pero siempre con soluciones de gran solidez y una gran calidad constructiva. Al constituir una solución muy duradera su uso es muy abundante en la arquitectura monumental.*

*Las fábricas de mampostería, suponen una alternativa menos costosa en aquellas zonas en la que existe la piedra. Pudiendo ver en las fábricas de mampostería la naturaleza del medio ambiente que rodea a la edificación, pudiendo así encontrarnos fábricas de piedra de granito, de piedra de pizarra, de esquistos, de piedras calizas, de aquello que abunde en el entorno. Cada uno de estos tipos de piedra será proclive a una solución diferente y propia. Este tipo de fábrica escasea en aquella zona en la que no abunda la piedra, pero en muchos casos se obtiene de la forma que sea por ejemplo como pie de agujas de las tapias, incluso en aquellos lugares en los que sea rara la piedra.*

*Las fábricas de ladrillo utilizan una piedra artificial el ladrillo que facilita el proceso constructivo y le otorga una regularidad y calidad bastante notable. La abundancia en Extremadura es muy grande, existiendo hornos de ladrillo, casi en cada localidad. Su uso se extiende mucho a partir del siglo XVIII, si bien no deja de ser un material de coste más elevado que otras soluciones, supone muchas veces una alternativa muy buena.*

*Las fábricas de tapia han supuesto en la tradición una de las soluciones de mayor aplicación, con un espectro muy amplio de diferentes soluciones y una tecnología de construcción sencilla y eficaz. Así aparecen en Extremadura tanto en edificios singulares y monumentales como en las más humildes construcciones. Su presencia en aquellas zonas en las que escasea la piedra es casi universal. De gran durabilidad y ofreciendo un método constructivo rápido y solido se ha utilizado con gran profusión.*

*Por último la fábrica de adobe supone de nuevo una alternativa económica y sencilla al ladrillo, ofreciendo una piedra artificial, muy fácil de producir que supone introducir la modulación y simplificación de las piezas prefabricadas a la construcción. Su uso está muy extendido, y era una solución cuando existía escasez de piedra y de leña para cocer los ladrillos. Una gran parte de la arquitectura tradicional extremeña utiliza el adobe." [...]<sup>xvi</sup>*

### III. La Fábrica menor.

Caracterizado por tener menor espesor y construido con ladrillo. La función es divisoria de espacios, en ningún caso estructural. La conexión entre los muros de carga y medianeros permite aparición de espacios interiores y compartimentación de las estancias según su función. Los acabados suelen ser a base de enlucido de mortero de cal y arcilla, a veces se usa el zócalos de azulejos para cubrir una parte del muro y el resto enlucido o encalado.

### IV. Las Bóvedas.

[...]

*"Las bóvedas constituyen una de las soluciones horizontales más vistosas. En las técnicas tradicionales se utilizan para crear estructuras horizontales como soporte de suelos o de cubiertas. Frente a las soluciones de madera ofrece una mayor solidez. Se dedica esta parte al estudio de las bóvedas de ladrillo, ya sean de rosca o tabicadas. Las bóvedas de cantería se*

*estudiarán en la parte dedicada a la cantería y las de mampostería y sillería ya han sido analizadas anteriormente.*

*Las bóvedas han sido objeto de atención en los últimos años, quizás debido a la vistosidad que aportan a la arquitectura, por parte de una serie de estudios y de proyectos de recuperación, a diferencia de otras técnicas tradicionales que se han visto olvidadas a pesar de su importancia en Extremadura como por ejemplo la cantería. Sin embargo no podemos sino alegrarnos por esta situación que esperamos se extienda a otras partes de la cultura constructiva de la tradición extremeña.*

*Las bóvedas presentan una enorme variedad, no ya sólo en sus formas geométricas, sino también en la manera de construirlas o disponer las piezas de las que están compuestas. Dos son los tipos fundamentales, que establecen una diversidad constructiva muy clara, las bóvedas de rosca, que usan el ladrillo dispuesto en asta o media asta ( a veces en mayor dimensión) y las tabicadas que disponen el ladrillo en panderete o en tabla. Estas últimas ya conocidas desde el siglo XVI son objeto de una recuperación a lo largo del siglo XIX y parte del siglo XX por descubrirse como una alternativa económica a las bóvedas de rosca y más aún a partir del descubrimiento del ladrillo hueco cuyo uso (rasillas) se generaliza a lo largo del siglo XX, hasta desaparecer de repente y casi por completo a partir de 1960 siendo sustituido por los forjados convencionales. Entre las formas geométricas más abundantes están las de cañón y las de arista, si bien podemos encontrar muchas otras, son más raras, ofreciendo estos modelos solución a casi todas las necesidades. Las bóvedas de rosca presentan un origen mucho más lejano que se hunde en la etapa de la romanización y que puede haberse visto influido por el fuerte influjo bizantino y oriental del que disfruta Mérida durante los siglos III y IV, y haberse perpetuado prácticamente hasta nuestros días.”[...]xvii*

Para un conocimiento más amplio se recomienda el “Tratado de Bóvedas sin Cimbra” escrito por Vicente Pareces Guillén y su posterior estudio y transcripción realizado por Francisco Javier Pizarro Gómez y José Sánchez Leal.<sup>xviii</sup>

#### V. La cantería.

[...]

*“La cantería ocupa un lugar importante entre las técnicas tradicionales de Extremadura, tanto en la arquitectura monumental, como en la doméstica. La naturaleza ha aportado grandes reservas de granito útil para la construcción lo que ha dado lugar a un uso y un desarrollo notable del arte de la cantería, que varía en función de las comarcas. Utilizado con abundancia en la arquitectura habitable, se alcanzan un gran nivel en la arquitectura monumental. Tanto en los conjuntos de arquitectura religiosa como en la militar se presentan grandes ejemplos. A lo largo del siglo XVI se alcanza un gran nivel de perfección y conocimiento de las técnicas canteriles en las que si al principio tienen mucha influencia canteros foráneos montañeses o vascos, poco después se desarrolla una escuela regional de gran importancia. Este nivel se mantiene a lo largo del siglo XVII para empezar a decaer durante el siglo XVIII, quedando muy reducido en el siglo XIX y llegando al siglo XX sólo con vestigios de su importante parte en la construcción tradicional. Al día de hoy pocos han sido los artesanos que han conservado la tradición de la cantería, y menos aún aquellos que conozcan técnicas avanzadas. Sin embargo el legado de lo edificado evidencia una tradición rica y muy importante.” [...]*

El uso de granito vuelve a darse mas no como elemento estructural y si en acabados. La construcción de balaustradas, aplacados o suelos. A más en proyectos de peatonalización de calles suele ser material básico para el pavimento de estas áreas.

#### VI. Cubiertas.

Las técnicas constructivas que dan solución a la quinta facha responde a diversas opciones según la región de Extremadura. En la Baja Extremadura es habitual el uso de teja curva árabe como acabado a sustentar sobre una tablazón que se apoya sobre troncos. A veces el modo de sustentar las tejas se realizaba con cañizo y sobre el que se vertía arcilla para después poner las tejas, era un modo de abaratar la construcción. A más el cañizo no necesitaba de ningún tratamiento únicamente cortarlo, esperar su secado para después ser colocado unido con cuerda de cáñamo.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Otras soluciones que podemos encontrarnos aunque no son típicas en la comarca de La Serena son:

- Cubierta cerámica de teja plana: Influencia de la cultura romana que volvió a tener valor a mediados del siglo XIX con las construcciones industriales y estaciones de ferrocarril. La inclinación queda entre el 25-67% nunca superior pues resbalarían las piezas.
- Cubierta de pizarra: Solía utilizarse en las zonas del norte donde el clima es mucho más frío y la nieve un factor climático habitual en invierno. A más tiene menor peso que la teja y es más impermeable al agua. Tiene mal comportamiento frente al fuego pues con altas temperaturas estalla.
- Cubierta de mortero: Tomado de la tradición romana y utilizado para recubrir bóvedas, aunque también se utilizan en terrazas o cubiertas inclinadas pues lo importante es tener bien definido el modo de evacuación del agua.
- Cubierta de tablillas: Solución constructiva similar a la de pizarra, quedando las tablillas clavadas sobre estructura de madera, cubriendo la parte superior de las piezas una cuarta parte y las juntas quedan ocultas por la hilada superior. La inclinación será superior al 100% (45°).



*Ilustración 19: Vivienda Plaza San Juan nº 13 (Castuera)*

El uso de la sección constructiva en los proyectos de arquitectura nos permite saber las técnicas y materiales constructivos que se van a emplear en el proyecto. Para una mejor comprensión de las técnicas en la vivienda tradicional, el derribo de la vivienda ubicada en la Plaza de San Juan nº13 (Castuera) permite ver claramente una sección constructiva.

La cimentación se ha comprobado que fue realizada a base de mampuesto. Se puede observar la continuidad de los muros de mampostería hasta el apoyo de las bóvedas, manteniendo el uso de esta técnica en las distintas crujías. En la planta del “doblar” los muros de carga interiores se resuelve con tapial y de sección menor que los muros de planta baja pues únicamente soportaran la estructura de cubierta. Las fachadas continúan con el mismo sistema de mampuestos.

En planta baja los acabados en las partes nobles suele utilizarse enlosado de piedra y combinando colores por el uso de dos tipos de piedra. Otro habitual es el embaldosado nazarí a base de baldosa cerámica cuya producción es similar a la del ladrillo mas con una reducción del espesor para ahorrar material. De tradición romana y que se conserva en la actualidad por la calidad constructiva y lo agradable que resultan a nivel climático.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

La cubierta en este caso ha sido resuelta con troncos de madera, que normalmente no tenían ningún tratamiento. En la actualidad se realizan cambios de cubierta, con apoyo de la junta para todas aquellas viviendas que tengan deteriorada las maderas por actuación de carcinoma. En la foto también se puede ver la creación del forjado a base de cañizo colocado de forma paralela y sujeto con cuerda de cáñamo, utilizada corrientemente. Sobre el cañizo se solía verter una capa de arcilla para rigidizar, pudiendo posteriormente colocar la teja curva que en algunos casos se tomaba cada cinco hiladas con mortero de cal, garantizando la sujeción del paño frente a la acción del viento.

Las bóvedas sin cimbra, tal y como se puede ver, muestran el entrelazado de los ladrillos en los apoyos sobre el muro. Los vacíos que deja la bóveda se rellenan de tierra hasta conseguir un plano horizontal sobre el que poder fijar el pavimento del "doblao", normalmente era enfoscado con mortero y en algunos casos recubierto con baldosas. En la foto apenas se aprecia la no existencia de baldosas.

### 2.6.- Parque residencial.

A través de los valores que se muestran en la tabla 07, se puede observar un claro crecimiento del parque inmobiliario a nivel comarcal, que a la vez resulta inversamente proporcional al desarrollo de la población. Si en los sesenta había 11.109 viviendas, en 2001 se llega a 27.616, más del doble en estos últimos cuarenta años. En su contra la población se redujo a más de la mitad, exactamente en un 49%.

AÑO	Viviendas Familiares								HABITANTES	
	TOTAL		Principales		Secundarias		Vacías		1960	2001
	1960	2001	1960	2001	1960	2001	1960	2001		
Benquerencia de la Serena	648	861	280	395	290	383	78	83	3767	985
Cabeza del Buey	1377	3037	772	1930	377	712	228	395	11737	5897
Campanario	489	3263	325	2023	61	874	103	366	9660	5694
Capilla	107	190	51	96	35	73	21	21	672	212
<b>Castuera</b>	<b>1612</b>	<b>3399</b>	<b>998</b>	<b>2208</b>	<b>171</b>	<b>449</b>	<b>443</b>	<b>742</b>	<b>10166</b>	<b>6632</b>
Coronada (La)	676	1252	404	813	90	175	182	264	3511	2239
Esparragosa de la Serena	125	523	83	377	19	106	23	40	1741	1126
Haba (La)	421	792	271	507	2	12	148	273	3201	1449
Higuera de la Serena	312	953	155	444	134	482	23	27	3137	1198
Magacela	595	673	221	261	250	285	124	127	2385	660
Malpartida de la Serena	91	410	42	275	27	80	22	55	1802	754
Monterrubio de la Serena	673	1763	412	1150	139	412	122	201	6492	2969
Orellana de la Sierra	186	272	106	136	80	136	0	0	1216	333
Orellana la Vieja	1187	1990	584	1104	207	344	396	542	6925	3093
Peñalsordo	774	1185	380	618	237	377	157	190	4374	1451
Quintana de la Serena	496	2613	252	1595	110	554	134	464	7861	5087
Valle de la Serena	542	1311	253	610	280	675	9	26	4423	1522
Zalamea de la Serena	363	2655	216	1629	74	792	73	234	8543	4464
Zarza Capilla	435	474	161	212	215	262	59	0	2159	484
<b>TOTAL COMARCA</b>	<b>11109</b>	<b>27616</b>	<b>5966</b>	<b>16383</b>	<b>2798</b>	<b>7183</b>	<b>2345</b>	<b>4050</b>	<b>93772</b>	<b>46249</b>

Tabla 7: Régimen de ocupación de vivienda en La Serena. Instituto Nacional de Estadística. (07-2010) <http://www.ine.es/>

Esta comparación del aumento en el número de viviendas en el caso de Castuera mantiene un valor proporcional, tanto vivienda principal, secundaria o vacía aumenta el doble. No obstante, se observa un mayor crecimiento en la vivienda secundaria, siendo factor común en casi todas las viviendas de la comarca, siendo excepciones Magacela y Capilla por mantener el número con ligeras variaciones. A más será Quintana la localidad que experimente mayor crecimiento quintuplicando el valor de viviendas

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

secundarias que tenía a mediados del siglo XX. Juan Saumell Llegó, en su libro "Habitaciones con Historia. La casa de llano en al Baja Extremadura", lanza una hipótesis en torno al crecimiento de vivienda secundaria o vacía que podría aplicarse a la comarca de La Serena:

"[...]

*Al cotejar estos datos con otros censos intermedios todo hace pensar que, aparte del criterio de imputación de vivienda secundaria o vacía, también se puede dar que en un censo una vivienda se considere desocupada o vacía y en el siguiente ya no se considere como vivienda. De ahí, en parte, la disminución del número de viviendas en algunos municipios [...]*<sup>xxix</sup>

Se considera esta hipótesis como buen acercamiento a la realidad, a pesar de haberse comprobado los valores por censos de distintos años para la comarca de La Serena, no se puede afirmar rotundamente pues no ha habido la posibilidad de comprobar los distintos inmuebles considerados vacíos en las localidades de la comarca.

	1960				2001			
	Nº de Habit.	Nº de Viv.	% Viv. Vacías	Habit./ Vivi.	Nº de Habit.	Nº de Viv.	% Viv. Vacías	Habit./ Vivi.
Benquerencia de la Serena	3767	649	12,02	5,8	985	862	9,63	1,14
Cabeza del Buey	11737	1380	16,52	8,51	5897	3066	12,75	1,92
Campanario	9660	490	21,02	19,71	5694	3263	11,16	1,75
Capilla	672	107	19,63	6,28	212	190	11,05	1,12
Castuera	10166	1614	27,45	6,3	6632	3400	21,79	1,95
Coronada (La)	3511	676	26,92	5,19	2239	1251	21,1	1,79
Esparragosa de la Serena	1741	127	18,11	13,71	1126	527	7,59	2,14
Haba (La)	3201	421	35,15	7,6	1449	793	34,43	1,83
Higuera de la Serena	3137	313	7,35	10,02	1198	960	2,81	1,25
Magacela	2385	595	20,84	4,01	660	672	18,9	0,98
Malpartida de la Serena	1802	93	23,66	19,38	754	420	13,1	1,8
Monterrubio de la Serena	6492	674	18,1	9,63	2969	1759	11,31	1,69
Orellana de la Sierra	1216	186	-	6,54	333	270	-	1,23
Orellana la Vieja	6925	1188	33,33	5,83	3093	1987	27,28	1,56
Peñalsordo	4374	774	20,28	5,65	1451	1185	16,03	1,22
Quintana de la Serena	7861	496	27,02	15,85	5087	2611	17,77	1,95
Valle de la Serena	4423	542	1,66	8,16	1522	1309	1,99	1,16
Zalamea de la Serena	8543	364	20,05	23,47	4464	2654	8,82	1,68
Zarza-Capilla	2159	435	13,56	4,96	484	537	11,73	0,9

Tabla 8: Nº de habitantes y viviendas; relación de ocupación. Instituto Nacional de Estadística. (07-2010) <http://www.ine.es/>

Se puede verificar el dato aportado al inicio de este apartado, en relación al crecimiento del número de viviendas y decrecimiento de la población. A más, en los años sesenta del siglo pasado existía disparidad en el número de habitantes por vivienda véase la proporción de Zalamea con 23,7 personas por vivienda frente a la de Magacela de 4,01; considerando este último un dato más en relación con los valores actuales. En su contra, queda reflejada la homogeneidad en la proporción habitantes por vivienda referida al inicio de este siglo, donde el valor oscila cerca de una y dos el número de personas por vivienda, siendo únicamente Esparragosa de la Serena.

Otro dato curioso es el porcentaje de viviendas vacías frente al total de viviendas. De la tabla 07 queda claro el aumento en el número de viviendas tanto vacías como principales, no obstante el aumento de

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

viviendas principales en las últimas décadas del siglo XX es superior de ahí que el porcentaje de viviendas vacías se reduzca. No obstante, se puede ver como Zalamea de la Serena aumenta su parque inmobiliario en siete veces en el transcurso de 40 años. Aunque el número de viviendas vacías no experimenta una subida de igual proporción, crece hasta tres veces más su valor pasando del 1960 al 2001.

Por lo visto hasta ahora, se puede establecer que seguir construyendo vivienda nueva está fuera de lugar si el propósito es respetar el Medio Ambiente y reducir el impacto. Teniendo en cuenta que las viviendas de las poblaciones suelen ser de más de 2 habitaciones, en la mayoría de los casos de 4, con salón comedor, cocina y al menos un baño, la rehabilitación de las viviendas para acondicionarlas a las necesidades actuales estaría más en consonancia con esa imagen que intentan dar los medios de comunicación; donde al parecer hay una preocupación por lo Sostenible. Siendo coherentes con lo que está ocurriendo en la "empresa del ladrillo" la percepción de lo sostenible es "livianamente" diferente y busca otros propósitos ligados más al mercado y la creación de nuevos productos, independientemente de reducir o no el gasto de los recursos que permitan a las generaciones venideras disfrutar de una vida saludable. Esta reflexión va ligada a las regiones cercanas y para nada es una ley absoluta, pues siempre habrá personas preocupadas por reducir las inclemencias a las que somete el ser humano al planeta.

	Viviendas Principales	Edificios	% Edificios con nº plantas		
			1	2	> 2
Benquerencia de la Serena	395	868	82,26	17,51	0,23
Cabeza del Buey	1924	2818	65,68	32,65	1,67
Campanario	2022	3161	68,17	29,74	2,09
Capilla	96	189	79,89	20,11	0
Castuera	2207	3101	72,65	23,61	3,74
Coronada (La)	812	1166	79,59	19,21	1,2
Esparragosa de la Serena	377	498	68,88	29,12	2,01
Haba (La)	507	766	79,63	19,32	1,04
Higuera de la Serena	444	917	70,23	26,94	2,84
Magacela	260	760	85,39	14,34	0,26
Malpartida de la Serena	275	413	88,38	11,38	0,24
Monterrubio de la Serena	1148	1508	67,64	29,84	2,52
Orellana de la Sierra	136	300	97,33	2,33	0,33
Orellana la Vieja	1102	1864	47,53	48,98	3,49
Peñalsordo	618	1157	86,95	11,5	1,56
Quintana de la Serena	1593	2239	63,02	32,02	4,96
Valle de la Serena	608	1179	78,29	20,53	1,19
Zalamea de la Serena	1627	2290	77,29	17,86	4,85
Zarza-Capilla	212	549	88,89	11,11	0

Tabla 9: Nº de viviendas y edificios. Alturas de los inmuebles. Instituto Nacional de Estadística. (07-2010) <http://www.ine.es/>

A partir de la catalogación del porcentaje de edificios según su número de plantas, a más de los números de edificios y viviendas principales, se puede establecer un primer acercamiento al tipo de edificios y su tipología. De las tipologías que se han ido explicando en apartados anteriores se puede ver como la mayor parte de las viviendas tienen planta baja y el "doblao" (no considerándose como espacio habitacional), es decir, tenemos un parque inmobiliario donde las tres cuartas partes corresponde a edificaciones de una planta, como valor medio.

La opción de rehabilitar vivienda frente a construir nueva se ve claramente reforzada por los números que se indican en la tabla anterior, a bien se puede entender en primer lugar el alto número de viviendas que están vacías. En segundo lugar, muchas de las viviendas habitadas, presentan gran parte de su superficie útil deshabitadas, en la mayor parte de los casos por tener un único inquilino.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Por ello es objetivo de esta tesis demostrar que tanto el coste económico como el impacto ambiental son siempre menores en los casos de rehabilitación. Poniendo en valor dicha acción y buscando un modo empírico de concienciar a la gente, en pos de no consumir más suelo y recursos materiales. Se apuesta por el decrecimiento de las zonas urbanas como uno de los valores que ayudarán a la mejora del equilibrio de los ecosistemas del planeta, a más de respetar la calidad de vida para las generaciones futuras. Igual que en la edad media los campesinos sembraban arboles no para su explotación y sí para la de sus hijos y nietos, es el momento de que la sociedad se plantee nuevas metas basadas en el consumo de lo necesario para vivir, dejando de lado el factor consumir por el sencillo hecho de que se puede consumir.

### 3.- La vivienda en la comarca de La Serena.

La comarca de La Serena al igual que el resto de regiones de la Comunidad Autónoma de Extremadura se ve beneficiada por las subvenciones aportadas por la Consejería de Fomento para favorecer la rehabilitación de vivienda.

Según el decreto 114/2009, de 21 de mayo, por el que se aprueba el Plan de Vivienda, Rehabilitación y Suelo de Extremadura 2009-2012, el objetivo queda recogido en el artículo 1, de la siguiente manera:

[...]

*"El objeto de la presente norma es la regulación del Plan de Vivienda, Rehabilitación y Suelo de Extremadura 2009-2012, como instrumento para impulsar las políticas de fomento público de la vivienda y promoción del suelo, a fin de facilitar a los ciudadanos que residen en Extremadura el ejercicio del derecho constitucional de disfrutar de una vivienda digna y adecuada; todo ello de conformidad con la Ley 3/2001, de 26 de abril, de la Calidad, Promoción y Acceso a la Vivienda de Extremadura y la Ley 6/2002, de 27 de junio, de medidas de apoyo en materia de autopromoción de viviendas, accesibilidad y suelo." [...]<sup>xx</sup>*

Dentro de este decreto existen cinco líneas de apoyo económico, de las cuales, la tercera recoge las acciones que se consideran rehabilitación. Es decir, por parte del gobierno existen buenas intenciones a la hora de afrontar la reducción de impacto ambiental, no obstante al existir otro tipo de ayudas hacen que las referidas a rehabilitación pierdan fuerza. A más, el apoyo no va únicamente dirigido a viviendas pues según el articulado existen determinadas partidas que pueden.

[...]

*"1. Son actuaciones protegidas en materia de rehabilitación de edificio aquéllas que tengan por objeto:*

- a) Estabilidad y seguridad estructural y constructiva.*
- b) Estanqueidad frente a la lluvia, evacuación del agua de lluvia y supresión de humedades.*
- c) Iluminación y ventilación de espacios.*
- d) Condiciones de salubridad.*
- e) Sistemas de ahorro energético.*
- f) Adecuación de las redes generales de agua, gas, electricidad, telefonía y saneamiento.*
- g) Accesibilidad y supresión de las barreras arquitectónicas.*
- h) Instalación, renovación y mejora de ascensores y sus condiciones de seguridad.*
- i) La remodelación del número y/o superficie de las viviendas de un edificio, sin que ninguna vivienda supere, en caso de ampliación, 120 metros cuadrados de superficie útil.*

*2. Son actuaciones protegidas en materia de rehabilitación de vivienda aquéllas que tengan por objeto:*

- a) Redistribución interior.*
- b) Iluminación, extracción de humos y ventilación.*
- c) Instalaciones de suministro de agua, gas, electricidad y otros suministros energéticos.*
- d) Servicios sanitarios, cocina, saneamiento y fontanería.*
- e) Ampliación de la superficie de la vivienda, conforme a lo dispuesto en el planeamiento urbanístico, hasta un máximo de 120 metros cuadrados.*
- f) Accesibilidad y supresión de las barreras arquitectónicas.*
- g) Sistemas de ahorro energético.*
- h) Aislamiento térmico y acústico." [...]<sup>xxi</sup>*

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Aunque pueda parecer que está muy acotado el objeto de actuación, quedan vacíos que permiten trabajar de modo que, en ningún caso estás saltándose la ley, mas si llevan un modo de trabajo que no muestra respecto por el Medio Ambiente ni reducción del gasto de nuevos materiales.

En los siguientes apartados se muestran distintos casos de rehabilitación y reutilización de edificios o sistemas constructivos. los cuales el primero es el más habitual, por tratarse de vivienda.

### 3.1.- Rehabilitación de vivienda entera.

El caso habitual en la comarca es aprovechar el apoyo que da la Junta de Extremadura, en actuaciones de rehabilitación, para hacer una ampliación de la vivienda en la parte del "doblao".



*Ilustración 20: Rehabilitación del "doblao", vivienda C/Rebozo 12 (Helechal)*

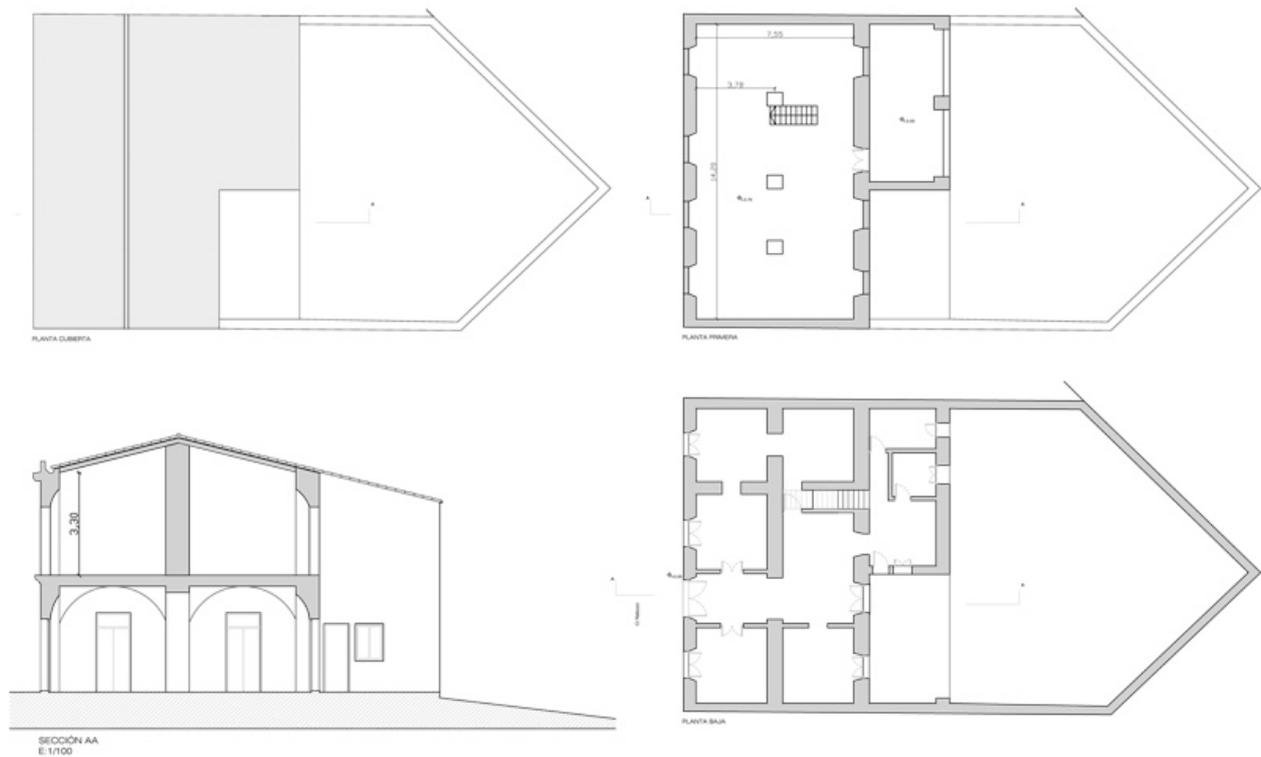
Como se puede ver, la vivienda es tipo casa entera, dando a dos calles siendo esta la principal, en la parte trasera hay una tapia que limita la propiedad y con la entrada para los carros y animales que se guardaban en el corral y las cuadras.

El inmueble presentaba erosión en el cerramiento superior, parte norte de la fachada. Se ha deducido que surge por una filtración del canalón que estaba dispuesto detrás del antepecho que lo ocultaba. A más la estructura de palos presenta más del 50% de los troncos con carcoma por ello fue necesario cambiar la estructura y solución constructiva de la cubierta.

El proceso a seguir parte del desmontaje de la cubierta con al retirada de las tejas, el cañizo y por último los troncos para así poder actuar sobre los muros y no tener elementos ruinosos en el área de trabajo. Se pica la fachada para quitar el revestimiento y verificar que no tiene fisuras y la parte deteriorada debida a la filtración de agua por el canalón. La fachada se recomienda utilizar mortero de cal por su mejor comportamiento en muros de adobe y más transpirable.

El sistema de recogida de agua será necesario ponerlo nuevo aprovechando que se optó por la solución de cubierta con vigas de acero, ladrillo hueco de gran formato con hormigón aligerado. No se plantea un uso inmediato del espacio por lo que los acabados interiores se reducen a un revestimiento de las paredes y hormigón fratasado para el suelo.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.



*Ilustración 21: Planos descriptivos vivienda C/Rebozo 12 (Helechal)*

La correcta distribución de espacios y el hecho de estar todos dotados de iluminación natural salvo la despensa, permitió no necesitar de actuaciones nuevas para la correcta distribución de espacios. Fue necesario el replanteo de la escalera para garantizar la accesibilidad pues tanto el tabique como la huella no cumplían las dimensiones recomendadas por la normativa.



*Ilustración 22: Resultado final vivienda C/ Rebozo 12 (Helechal)*

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Como nota de curiosidad y para reforzar lo estudiado a partir de los valores obtenidos del Instituto Nacional de Estadística, la vivienda es secundaria. A más, se trata de una pareja lo cual reafirma los valores medios que se han expuesto en el apartado 2.6. de este documento.

### 3.2.- Rehabilitación y ampliación de vivienda entera.

En este caso la acción del arquitecto tuvo un valor meramente burocrático, es decir, firmar los documentos que fueran necesarios para que los propietarios pudieran actuar a sus anchas. Aún así se mantuvo contacto permanente para el asesoramiento en los cerramientos, parte de estructuras y acabados. El resultado final de esta actuación lleva a un trabajo despreocupado en cuanto al compromiso de respeto al Medio Ambiente.

El proyecto, acogido y cumpliendo todos lo establecido en el decreto que se ha explicado al inicio de este punto, modifica la distribución de espacios de planta baja que daban al patio. Así se consigue una nueva distribución que permitiese garantizar la correcta iluminación de los espacios y mayor amplitud en los mismos. La buena iluminación del salón y la cocina, pesan sobre la iluminación y ventilación de los cuartos de baño, lo que obliga a dichas estancias a estar supeditados a sistemas eléctricos para su correcto funcionamiento.

El pavimento de planta baja llevaba pendiente descendiente desde el patio hasta la calle, a fin de conseguir que todo estuviera al mismo nivel fue necesario rebajar el suelo en las estancias cercanas al patio, mientras las de la fachada principal tuvieron que ser rellenadas. Se rebaja la altura libre de los espacios en pos de eliminar el desnivel, a más de ser necesario colocar.



*Ilustración 23: Estado inicial vivienda C/ Arriba 12 (Castuera)*

A más se derriba cerramientos y muros de carga del "doblo" para construirlo de nueva planta con muros portantes de bloque de termoarcilla y un forjado de similares características al del caso anterior. La no necesidad de un arquitecto que firmara el proyecto se acoge a una derecho que establece el arquitecto de Castuera, estableciendo la no necesidad de proyecto si no se amplía la superficie ocupada ni se sube la fachada principal mas de 60cm.



*Ilustración 24: Izquierda: Estado final. Derecha: Estado inicial. Viv. C/ Arriba 12 (Castuera)*

Se mantienen los aspecto formales en la composición de la fachada, número de huecos y proporciones, no obstante se pierden los valores culturales en cuanto al tipo de ventana en planta baja que invade la calle y hace del hueco un espacio lleno de pequeñas tecnologías que gradúan la radiación solar, índice de privacidad, ventilación, etc. y se sustituye por persianas integradas en el cerramiento.

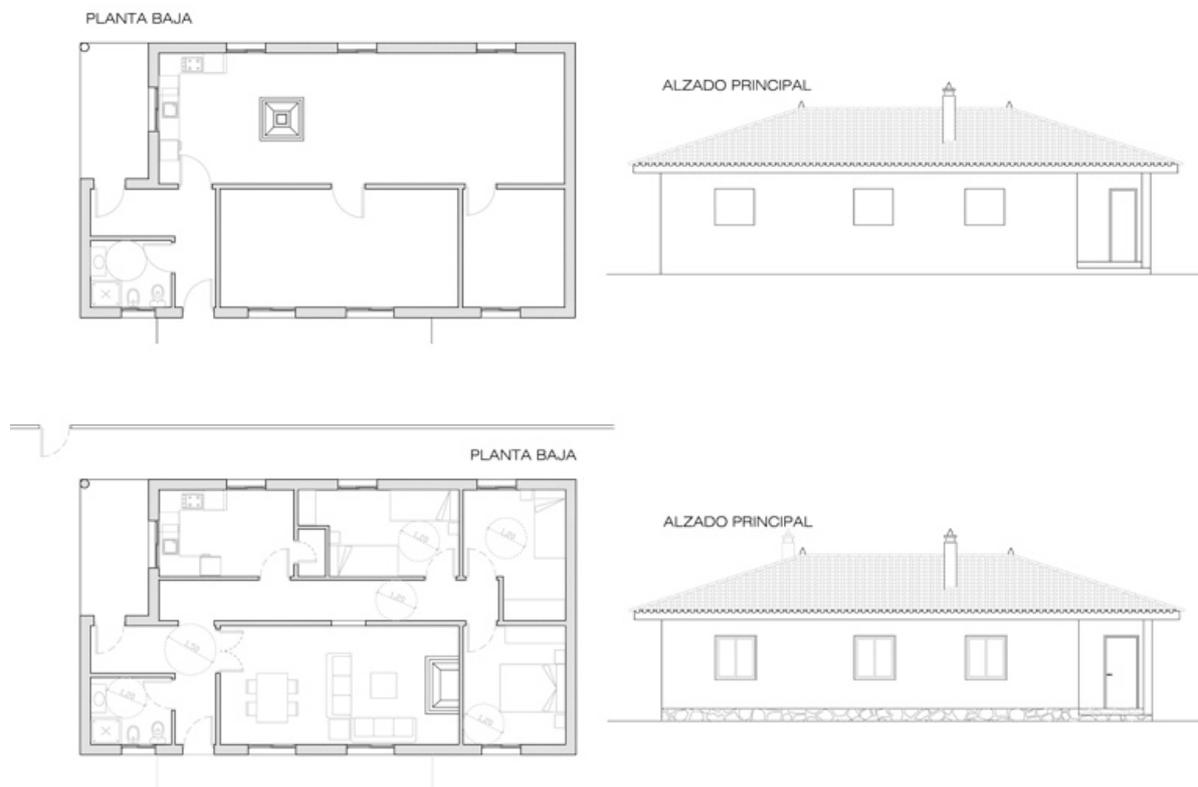


*Ilustración 25: Estado final de la vivienda C/ Arriba 12 (Castuera)*

3.3.- Rehabilitación y reforma interior vivienda de 1990.

La vivienda se construyó en la década de los noventa del siglo pasado, cuando se realizó el proyecto de rehabilitación y reforma habían pasado no más de 15 años. La nueva propietaria prefería dividir los espacios y no tener estancias tan amplias para así poder disponer de varias habitaciones (dormitorios, estudio, cocina, salón, etc.). No fue necesario incrementar el número de puntos de agua aunque si cambiarlos de lugar. Fue necesario cambiar la instalación eléctrica aprovechando que se iba a mejorar el cerramiento para conseguir mejor comportamiento térmico del inmueble.

Para el mejor aprovechamiento de lo existente se buscó la distribución óptima que garantizase la mejor iluminación a las diferentes estancias así como su ventilación. Para ello fue necesario cambiar la ubicación de la chimenea y el conducto vertical en la cubierta. Debido a que exteriormente la vivienda no tenía grandes acabados no fue necesario picar o eliminar elementos constructivos, únicamente fue necesario enfoscado y colocar un zócalo de aplacado de piedra (lajas simulando mampuestos).



*Ilustración 26: Superior: Estado inicial. Inferior: Estado final. Viv. C/ Castillejos16 (Helechal)*

Como dato curioso de este proyecto, destacar una confusión o mal entendido en la interpretación del proyecto por parte del Arquitecto Técnico de Benquerencia de la Serena. Según el técnico no se trataba de una obra de reforma, lo cual justificaba con las siguientes palabras:

*[...] el proyecto presentado no se adecua a lo exigido ya que las obras consisten en un cambio de uso de una edificación exenta a vivienda y el proyecto presentado se refiere a cambio de tabiquería, así como que la vivienda resultante no cumple con las condiciones mínimas de CTE (Código Técnico de la Edificación). Por lo tanto, se le requiere se presente NUEVO PROYECTO ADECUANDOSE A LA REALIDAD DE LA OBRA Y CUMPLIENDO LA NORMATIVA VIGENTE. [...]*

Todo esto después de haberse presentado un proyecto visado por el Colegio de Arquitectos de Extremadura, de ahí el interés de esta tesis, ya no sólo de demostrar la hipótesis inicial sino también de intentar sensibilizar a los lectores para que se sea coherente con el vocabulario a utilizar y consciente de lo que significan las palabras con las que se argumenta una idea.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Como se puede ver la vivienda a pesar de tener cierta antigüedad bien parece recién construida, cuando lo único necesario fue mejorar el enfoscado exterior para aplicar la pintura. Así mismo aspectos como los marcos de la ventana con aplacado de piedra, detalles ajustados a los requerimientos del usuario. Únicamente es ser conscientes de las necesidades y buscar las mejores opciones para satisfacer requerimientos que no supongan gran impacto al Medio Ambiente y a la vez no supongan un gasto extra para la economía de quien promueve. A más, sin la necesidad de buscar el apoyo económico de la Junta pues la inversión necesaria no daba pie a pedir subvenciones.



*Ilustración 27: Vivienda C/ Castillejos 16 (Helechal)*

### 3.4.- Reutilización de materiales y sistemas constructivos.

Lo visto hasta ahora son proyectos privados y sujetos algunos de ellos a subvenciones, todos basados en la rehabilitación de vivienda. El proyecto mostrado a continuación surge de un proceso de actuación en el barrio del Cerrillo en Castuera.

El proyecto nace de varias circunstancias:

- Por una parte, el Ayuntamiento de Castuera quería mejorar las condiciones del barrio de dicha localidad del Cerrillo, histórico pero abandonado. Se barajaba la posibilidad de la creación de una "puerta urbana" de acceso al Parque de Chile, en el interior de dicho barrio, que sirviera para dar comienzo a una serie de actuaciones en dicho barrio.
- Por otro lado, Recetas Urbanas se encontraban inmersos en la aventura de reutilizar, a modo de locales para asociaciones repartidos por toda la geografía española, 14 viviendas de un poblado de asentamiento temporal en Zaragoza, realizado con módulos prefabricados.
- Esas dos situaciones tuvieron respuesta común de Proyecto aSILO, siendo resueltas con un mismo proyecto, en el cual se creaba un local para asociaciones en Castuera que sirviera a su vez de acceso al Parque de Chile, generando actividad en el barrio del Cerrillo a partir de la reutilización de 3 módulos prefabricados provenientes del poblado de Zaragoza.



Ilustración 28: Panorámica, a la izquierda el solar de actuación puerta parque de chile y Farito (Castuera)

Proyecto aSILO trabajó conjuntamente con Recetas Urbanas para que la propuesta llegara a buen puerto, de manera que se planteó un proyecto arquitectónico que se pudiera realizar en dicha localización y que cumpliera con los objetivos planteados. Todo ello vinculado a un proyecto de Arquitecturas Colectivas que estaba desarrollándose en distintas ciudades españolas.



Ilustración 29: Mapa Contenedores y Colectivos

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

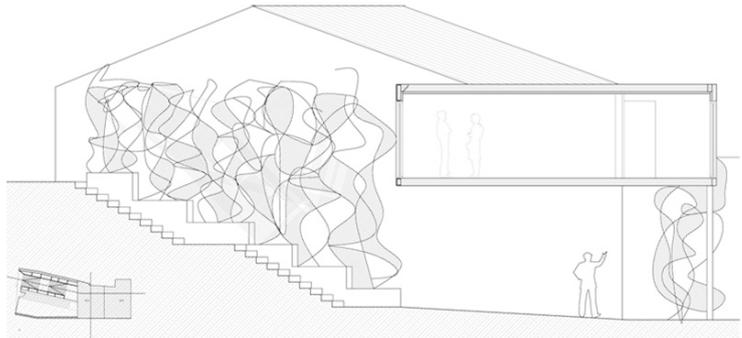
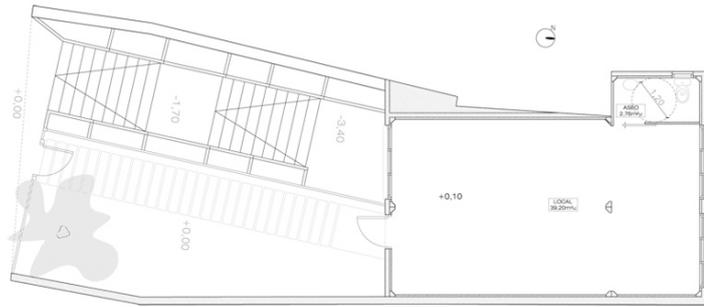
En un primer momento, la propuesta constaba de 2 plantas, hecho que complicaba el acceso (ya difícil de por sí por encontrarse en un barrio con grandes pendientes), al tratarse de un edificio con un uso público. De manera que se realizaron algunos cambios en el proyecto, y se consiguió que el uso del local permaneciera en la misma planta. Finalmente la parte inferior se dejó como almacén.

En la zona de actuación existen dos niveles: El de acceso al local y el de acceso al Parque de Chile, con una planta de diferencia entre ambos. Para llegar al parque a través de esta nueva entrada, hay que bajar unas escaleras que pasan bajo el local, de manera que el local hace de "gran dintel" que corona una "puerta de acceso" al Parque de Chile.

Por otra parte, el local se eleva como lugar de referencia desde el parque, por su ubicación elevada y dominante del espacio. La superficie útil del local es de 39,20m<sup>2</sup>.

Interiormente, la vista desde el edificio funciona a modo de mirador del pueblo, ya que se sitúa en una de las zonas más elevadas del mismo. El hecho de que el proyecto se haya realizado con 3 módulos prefabricados no significa que el espacio final se encuentre limitado por sus cerramientos, más bien todo lo contrario, ya que finalmente el espacio conseguido para las asociaciones es totalmente diáfano, con un solo pilar (y de muy pequeña sección: 15x30cm) en el interior del mismo.

Además, se consigue disponer un aseo accesible en un lateral, de manera que no interrumpe el espacio útil del local, y manteniendo el aspecto formal desde el exterior.



*Ilustración 30: Planta y sección del local C/ Cuesta de la Fuente 27 (Castuera)*



*Ilustración 31: Fase de limpieza y preparación para el desplazamiento (Sevilla)*

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Siendo los últimos contenedores del proceso iniciado en el 2007, se realizó en Sevilla el proceso de limpieza y adecuación para el transporte hasta Castuera. Una vez preparada la instalación en el solar (muros de contención, estructura de soporte, perfiles metálicos, etc) se colocaron los contenedores para el proceso de ajuste de instalaciones, cerramientos y los acabados que permitieran el uso del inmueble y el acceso al parque de Chile. A más de los contenedores parte del cerramiento exterior está realizado aprovechando unos paneles de OSB (paneles de viruta de madera comprimida) reutilizado de un proyecto realizado por Recetas Urbanas en Madrid y que tuvo que ser desmontado.



*Ilustración 32: Colocación de los contenedores, C/ Cuesta de la Fuente 27 (Castuera)*



*Ilustración 33: Aspecto final del Farito (Castuera)*

#### 4.- ACV de los materiales.

Después de mostrar aspectos históricos, demográficos y proyectos que pueden estar en cierta medida en compromiso con la reducción del impacto sobre el Medio Ambiente, se recuerda el motivo de esta investigación:

[...]

***¿Cómo de caro es rehabilitar y ampliar, en condiciones óptimas de habitabilidad, un inmueble en desuso frente a construirlo de nueva planta? Y si fuera más barato rehabilitar, ¿cual sería la metodología para mostrarlo a la población?***

*Al establecer el coste de procesos, tanto a nivel de rehabilitación como construcciones de nueva planta, se busca no solo obtener los costes económicos tan importantes en nuestra sociedad capitalista sino también el costo del impacto sobre el Medio Ambiente. [...]*

Al hacer esta pregunta queda implícito el compromiso no sólo de justificar la reducción del impacto ambiental sino también hacer visible que no resulta mas cara, a nivel económico, la rehabilitación de la vivienda tradicional extremeña frente a la construcción de una nueva. Por supuesto, mostrar también la diferencia en el gasto energético de una Vivienda Nueva y la Rehabilitada-ampliada, a fin de dar la mayor cantidad de argumentos que respalden esta tesis.

A más, en el edificio escogido se fomenta la reutilización de materiales que resultan de la deconstrucción de otros edificios. Esto será motivo de una futura investigación que permita saber que cuantioso es el volumen de materiales que se desechan, pudiendo haber sido reutilizados en nuevos procesos constructivos.

En este apartado se mostrará el impacto ambiental de cada una de las metodologías constructivas para una vivienda unifamiliar. Se toma como unidades de obra para el estudio, aquellas motivadas a cambios importantes (movimientos de tierras, cimentación, estructura, albañilería, cubierta y revestimientos), por eso no se ha elegido la parte de las instalaciones del edificio, pues son valores comunes en viviendas y su variación es casi inapreciable en la comparativa. Para poder obtener la respuesta a la pregunta planteada, será necesaria la comparación del impacto en el Medio Ambiente de cada uno de los edificios.

En el proceso de ACV se ha separado el estudio de la vida útil frente al proceso constructivo, pues el periodo de uso de un inmueble es lo más impactante y no nos permitiría poder comparar de modo pormenorizado las distintas unidades de obra. Por ello se considera la vida útil del inmueble como un aspecto más a valorar en la comparativa de actuaciones.

Con el uso del SIMAPro<sup>xxii</sup> se ha escogido el sistema de evaluación conocido como Eco-Indicador 99 (ver anexo I) que se basa en la evaluación de daños. Es decir, cada categoría de impacto que se ha calculado se suma para formar parte de las categorías de daño. No hay ningún tipo de ponderación pues el tipo de daño mantienen la misma unidad (por ejemplo Años de Vida Asociados a Disparidad AVAD, en inglés DALY).

Este procedimiento también se puede interpretar como una agrupación. Las categorías de daños (y no las categorías de impacto) se normalizan en el ámbito europeo (daños causados por un europeo al año).

Las categorías utilizadas son (Ver glosario para más aclaración):

- 1) La salud humana (unidad: AVAD = años de vida asociados a disparidad, se miden diferentes discapacidades causadas por enfermedades siendo ponderados).
- 2) Calidad de los Ecosistemas (unidad: m2yr PDF \*; PDF = Potencialmente Desaparecidos fracción de las especies de plantas).
- 3) Recursos (unidad: la energía excedente de energía MJ = adicionales que debe indemnizar menor ley del mineral futuro).

En la valoración del daño se usan las categorías como herramienta de triangulación, esto sirve para hacer una comparativa de valores entre dos o más situaciones de estudio. En este caso son dos, la vivienda de nueva planta (A) y la Rehabilitada-ampliada (B), así los indicadores de daño de la opción A y B pueden darnos valores contrarios en distintas categorías, lo que hará necesaria la ponderación según el apartado que se esté valorando.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Se hace necesaria también la valoración con el análisis de Monte Carlo, la cual es una función en el SIMAPro, pudiendo calcular un margen de incertidumbre de un resultado de inventario basado en la información de partida utilizada para la evaluación de las categorías. En principio, se utilizan todos los datos sobre la incertidumbre asociados al inventario, para después obtener resultados según las categorías (Salud Humana, Calidad de los Ecosistemas y Recursos). Al igual que en el caso anterior se compararán los dos inmuebles para así poder establecer cuan perjudicial resulta para el Medio Ambiente una y otra opción.

A más de los datos de impacto ambiental se valorará el gasto energético durante la vida útil de cada inmueble. Es decir, se determinará el consumo energético de las viviendas (kWh/m<sup>2</sup>) con el programa Archisun (elaborado por el Departamento de bioclimática de la Universidad Politécnica de Cataluña). Este gasto energético va vinculado a los factores de aislamiento climático, iluminación de la vivienda así como los aparatos que necesitan electricidad para su funcionamiento (frigorífico, lavadora, televisión, etc.)

No se debe olvidar el modelo de vida, pues se trata de una sociedad capitalista, donde es el dinero quien condiciona en cierta medida (pues a veces hay excepciones) la vida en este planeta. Por lo que se justificará el gasto medio que supone construir una vivienda de dos plantas o rehabilitar y ampliar una existente. Igual que en la evaluación de impacto ambiental las valoraciones se harán directamente del edificio para después pasar a un análisis pormenorizado de cada caso.

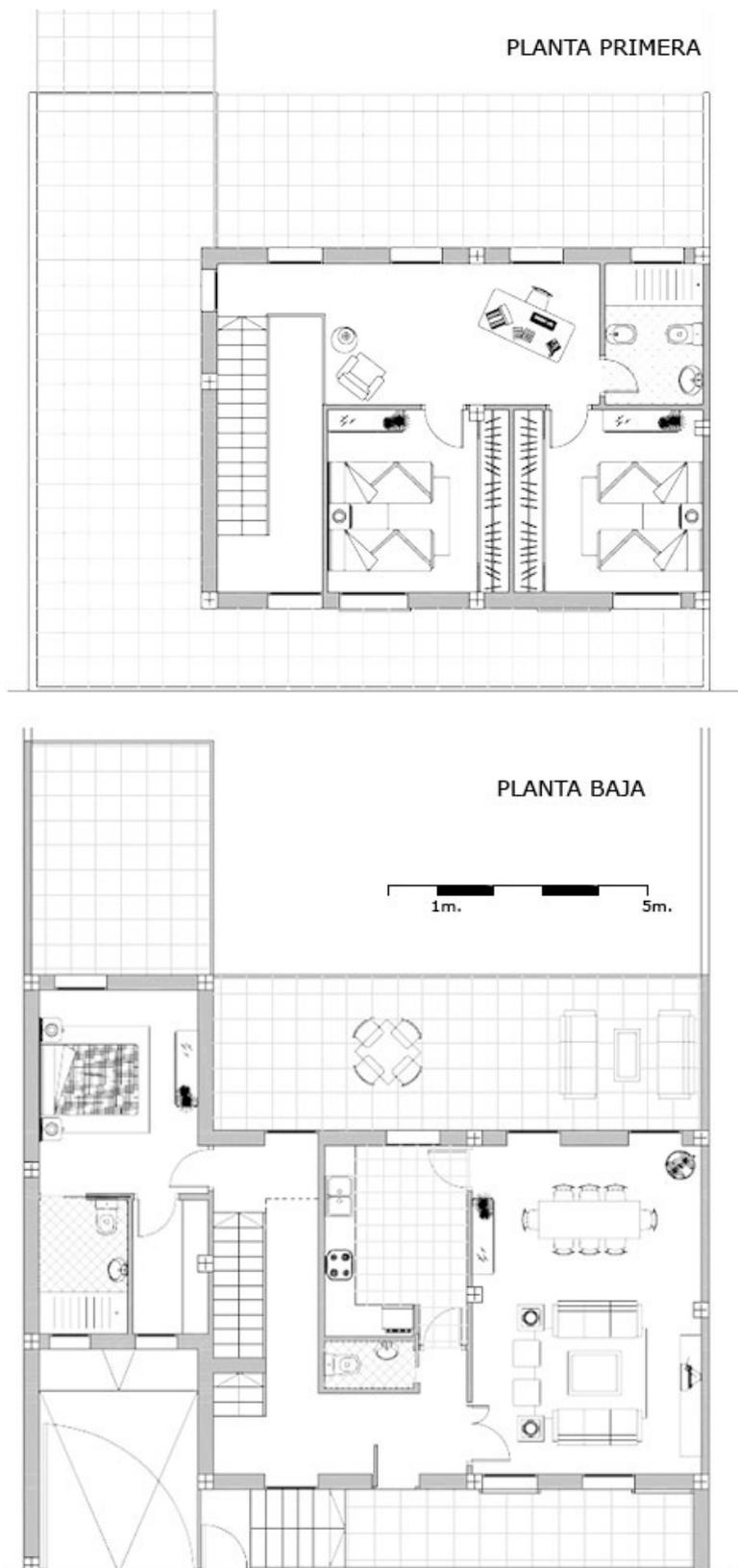
### 4.1.- ACV vivienda nueva.

El caso de estudio es una vivienda unifamiliar construido sobre rasante 151,40m<sup>2</sup> y bajo rasante 146,51m<sup>2</sup>. Pensada para un pareja joven y previsto el crecimiento de la familia con capacidad hasta 2 hijos, de ahí el haber diseñado la planta primera con dos habitaciones dobles.

Para el estudio de cada una de las unidades de obra se hará la valoración de impacto por metro cuadrado construido, teniendo un valor de referencia que permita en siguientes apartados la comparación de los dos inmuebles. Otra opción habría sido simular la misma vivienda variando sistemas constructivos, mas esta investigación trabaja con casos reales y por ello se hizo necesario buscar ese factor común, el metro cuadrado construido.



*Ilustración 34: Estado actual de la vivienda C/ Uruguay s/n (Castuera)*



*Ilustración 35: Planta Baja y primera de la Vivienda Nueva en C/ D. Díaz de Villar 53 (Castuera)*

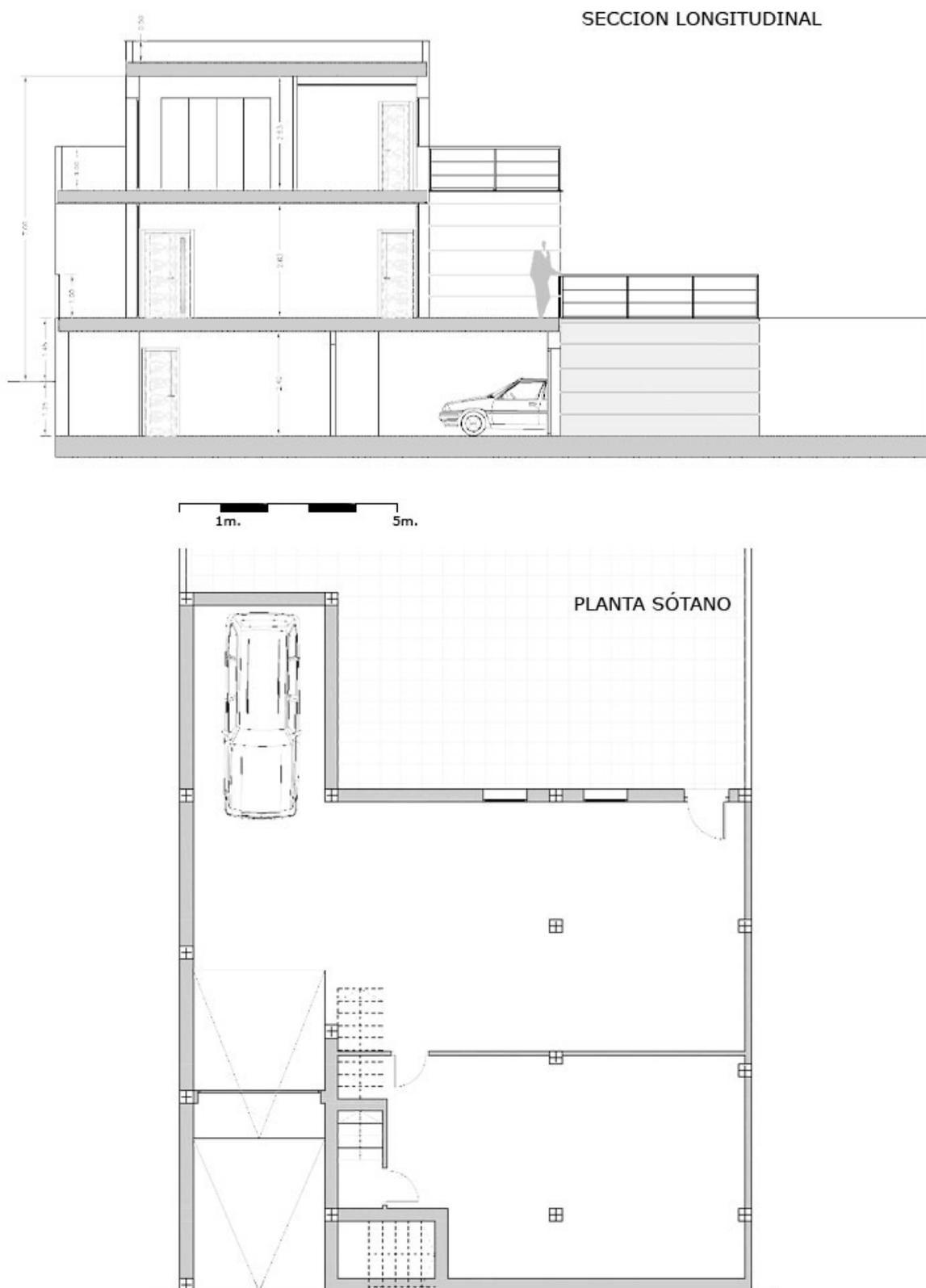


Ilustración 36: Planta Sótano y Sección Longitudinal de la Vivienda Nueva en C/ D. Díaz de Villar 53 (Castuera)

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

### 4.1.1.- Movimiento de Tierras.

Se realizaron los movimientos de tierras necesarios para adecuar la cota de los terrenos a las definidas en proyecto para cada una de las fases de obra.

En primer lugar se explanó la totalidad de la superficie de los terrenos sobre los que se ubica la edificación, para posteriormente y en función de los perfiles definidos por las cotas de proyecto, proceder a fijar las distintas cotas de cimentación.

Posteriormente se ejecutaron las excavaciones destinadas para los pozos de cimentación que debían llegar hasta la capa de pizarras, a una profundidad de 2.50m. Se realizaron excavaciones de vigas de cimentación así como para el alojamiento de conducciones, con medios mecánicos, perfilando los fondos y laterales de las excavaciones.

A fin de que las excavaciones no perturbaran el grado de humedad del terreno, se vertió hormigón pobre tras las mismas en una capa de 10cm.

Las tierras sobrantes de la explanación y de la excavación se transportaron a vertedero pues cuando se hizo la obra aún no existía una ley donde se obligue a la correcta gestión de materiales y residuos surgidos de la obra. El vertedero se encuentra a menos de 2km de donde se realizó la obra, será el valor a tomar para los desplazamientos de tierras.

Las partidas consideradas para el estudio son:

- Excavadora hidráulica:  $0,39m^3/m^2$ .
- Camión de transporte:  $4,39T \cdot km/m^2$ .

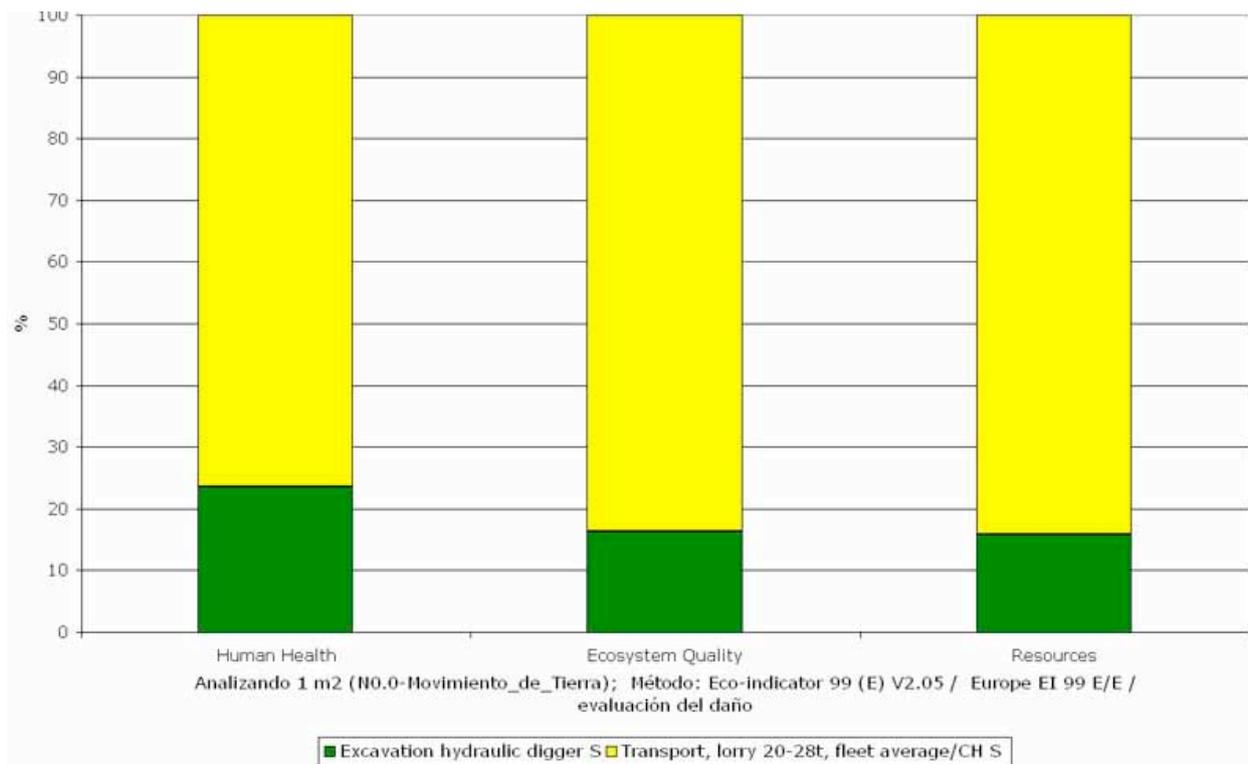


Ilustración 37: Evaluación del impacto según ámbitos.

Teniendo en cuenta que en esta unidad de obra los materiales surgidos de la excavación son vertidos a la escombrera, no se puede hacer una valoración de materiales a través del programa. Al tratarse de acciones directas, es decir, trabajo de máquinas no existe una gran cadena de transformación, de ahí que los valores mostrados a continuación dan una visión del impacto provocado por las máquinas y donde no se puede valorar los materiales.

Como se puede observar el mayor impacto lo produce el transporte de los materiales por tratarse de desplazamientos continuos, mientras que la máquina excavadora únicamente tiene gasto de combustible para la movilidad de la pala.

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

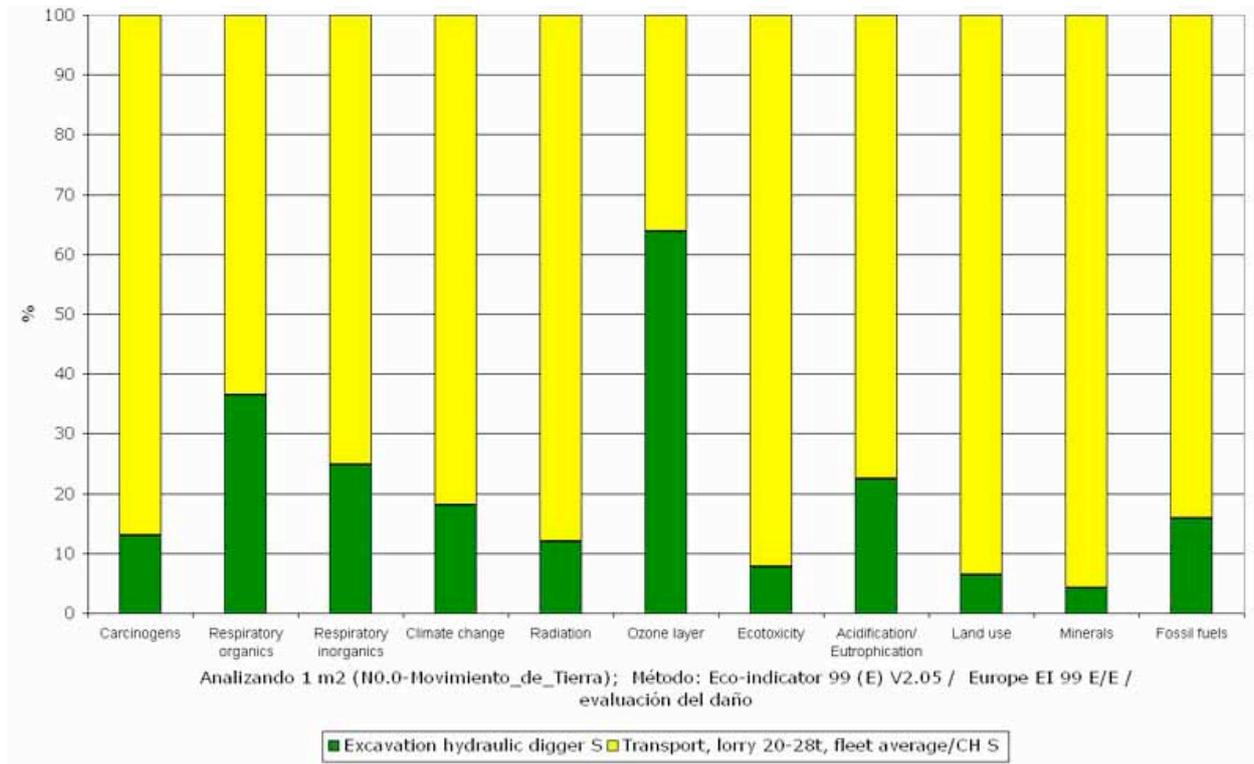


Ilustración 38: Evaluación del impacto según categorías.

El ACV valora todos los procesos, es decir, desde el propio uso de las máquinas hasta los que hacen posibles que estas existan y puedan utilizarse en la obra (proceso de obtención del combustible, mantenimiento de la máquina, transporte, etc.). Por ello el impacto sobre la capa de ozono es mayor en la máquina excavadora frente al camión pues ello reflejan los procesos de transformación de cada uno de ellos. Así mismo, esto se reflejaba en el diagrama anterior en el valor de Salud Humana (Human Health), donde la excavadora tenía valores más altos.

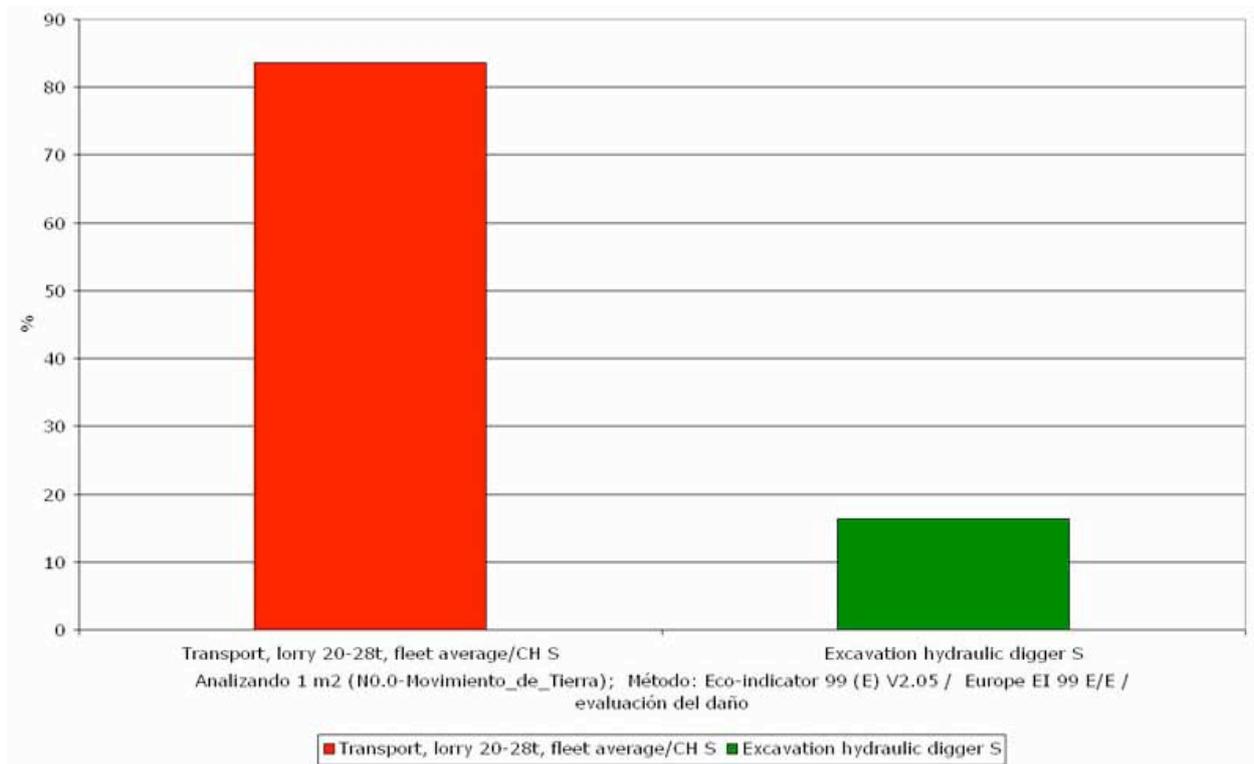


Ilustración 39: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

En este último gráfico a fin de no desviar la información se ha reflejado únicamente el impacto de cada una de las máquinas y no contando los procesos indirecto para que así se pueda entender todo lo que afecta el uso de camiones o excavadoras en determinados momentos de la obra. Del gráfico queda decir que el 15% del impacto en esta unidad de obra lo provoca la excavadora frente al 85% que ocasiona el camión.

### 4.1.2.- Cimentación.

Dadas las características del terreno y el tipo de edificación que se iba a construir, el sistema adoptado fue cimentación superficial mediante ZAPATAS FLEXIBLES de hormigón armado, de tipo centrada, de medianera o esquina, según los casos, atadas mediante vigas de riostra o centradoras y asentadas sobre pozos de cimentación rellenos de hormigón en masa HM20.

Características de los materiales y controles exigidos que se realizaron:

- \* Cemento tipo CEM-II
- \* Árido: Arena y grava procedentes de machaqueo, Ø20 mm. en H-100, 40 mm. en HA-25.
- \* Hormigón:  $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$  en muros, zapatas, riostras y soleras.
- \* Armaduras: barras de acero corrugadas del tipo B 500 S y  $F_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Se protegieron los elementos estructurales según las indicaciones del Código Técnico de la Edificación. No siendo necesario colocar aislamiento de los elementos de cimentación con respecto al terreno, pues se construiría forjado sanitario que dejaría una cámara de aire ventilada para un mejor comportamiento de la edificación.

Los hormigones son de consistencia blanda y se elaborarán, transportarán y pondrán en obra según prescribe el CTE. Las soleras se ejecutaron mediante 15 cm. de hormigón HA-25, dispuesto sobre una capa de grava de 20 cm., compactada superficialmente con arena y separada de la cimentación por una capa de bolos de diámetro no superior a 3cm

El vertido del hormigón se realiza desde una altura no superior a 100 cm. Vertido y compactado por tongadas de espesor suficiente para la correcta utilización de barra o vibrador de compactación, de manera que no se produzca disgregación, que las armaduras experimenten movimientos, queden envueltas sin dejar coqueas y el recubrimiento sea el especificado.

Las partidas consideradas para el estudio son:

- Hormigón en masa y de limpieza:  $0,052 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .
- Hormigón de cimentación:  $0,286 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .
- Armadura zapatas y vigas:  $8,547 \text{ kg}/\text{m}^2$ .

En la gráfica referida a los ámbitos, los valores de cada una de las partes de esta unidad de obra se reflejan en el mismo orden (no se han cambiado los nombres para así poder saber con que datos se ha trabajado en el programa de cálculo). En este caso se ve como las partidas de hormigón tienen mayor peso en el daño sobre la Salud Humana (Human Health) y mayor gasto de recursos (resources). En cuanto al impacto sobre el medio ambiente (Ecosystem Quality) las armaduras alcanzan mayor valor debido a toda la mochila ecológica que supone su producción y el impacto que suponen las minas de extracción de este mineral.

Al pasar al gráfico donde se puede ver de modo pormenorizado queda claro esta afección, pues se puede ver como las armaduras (Fe520 I) alcanza mayor valor en el porcentaje que se refiere al uso de espacio natural, es decir, de la tierra (Land use). Eso mismo ocurre con el caso de Ecotoxicidad (Ecotoxicity) y elementos cancerígenos (Carcinogens).

Mientras el apartado de la Capa de Ozono (Ozone layer) el mayor impacto lo lleva el hormigón pues comparativamente la extracción y producción de materiales, entre ellos el cemento, son más relevantes para esta categoría.

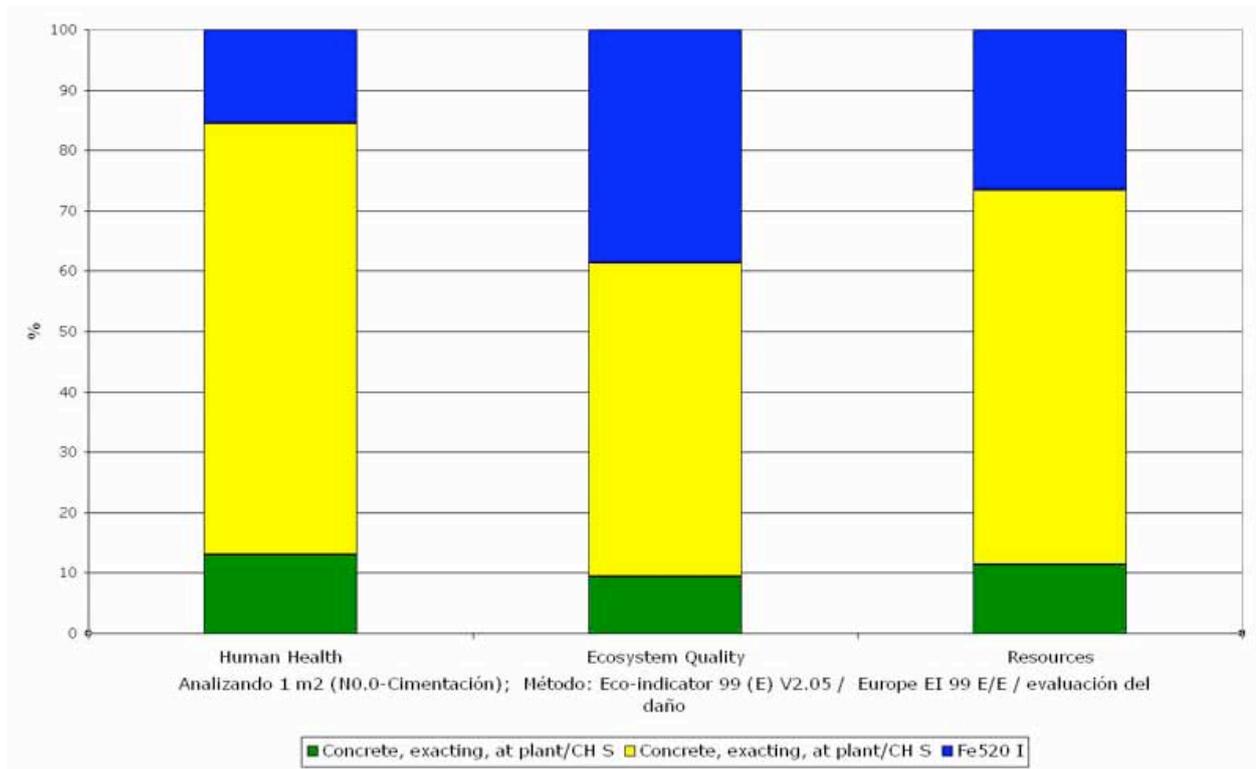


Ilustración 40: Evaluación del impacto según ámbitos.

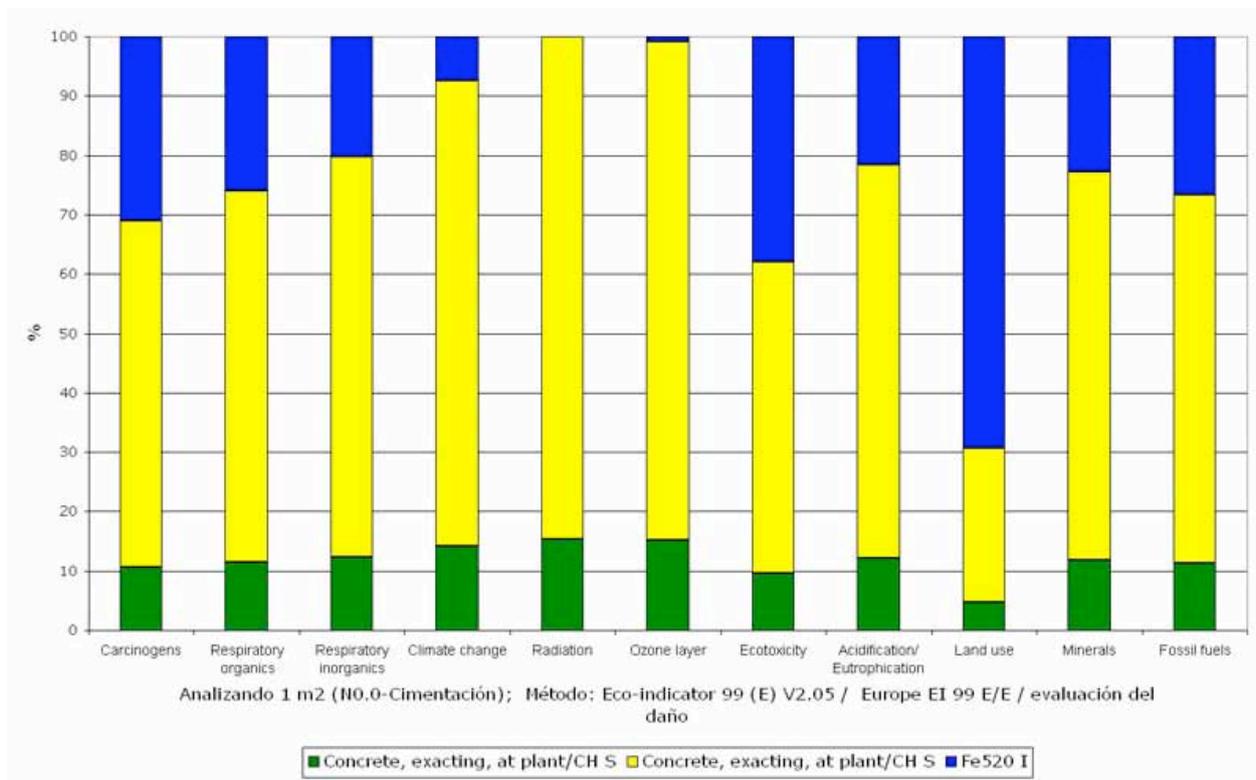


Ilustración 41: Evaluación del impacto según categorías.

Para dejar claro el impacto de los materiales en esta unidad de obra, en el siguiente gráfico se ve la importancia de algunos procesos indirectos. En este caso el transporte de materiales (Bulk carrier I), es decir, juega un papel importante los medios de transporte que hacen posible el uso de estos materiales. Se debe tener en cuenta el proceso tan amplio de transformación que sufren tanto el hierro como el hormigón (alto contenido en cemento), desde que son extraídos de la naturaleza hasta que llegan a ser utilizados en obra. Por ello es bueno no olvidar que ambos materiales no son producto

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

de la naturaleza y para su uso son necesarias cuantiosas operaciones las cuales no suelen mostrarse y se dan por entendidas, independientemente del daño que puedan o no hacer al planeta.

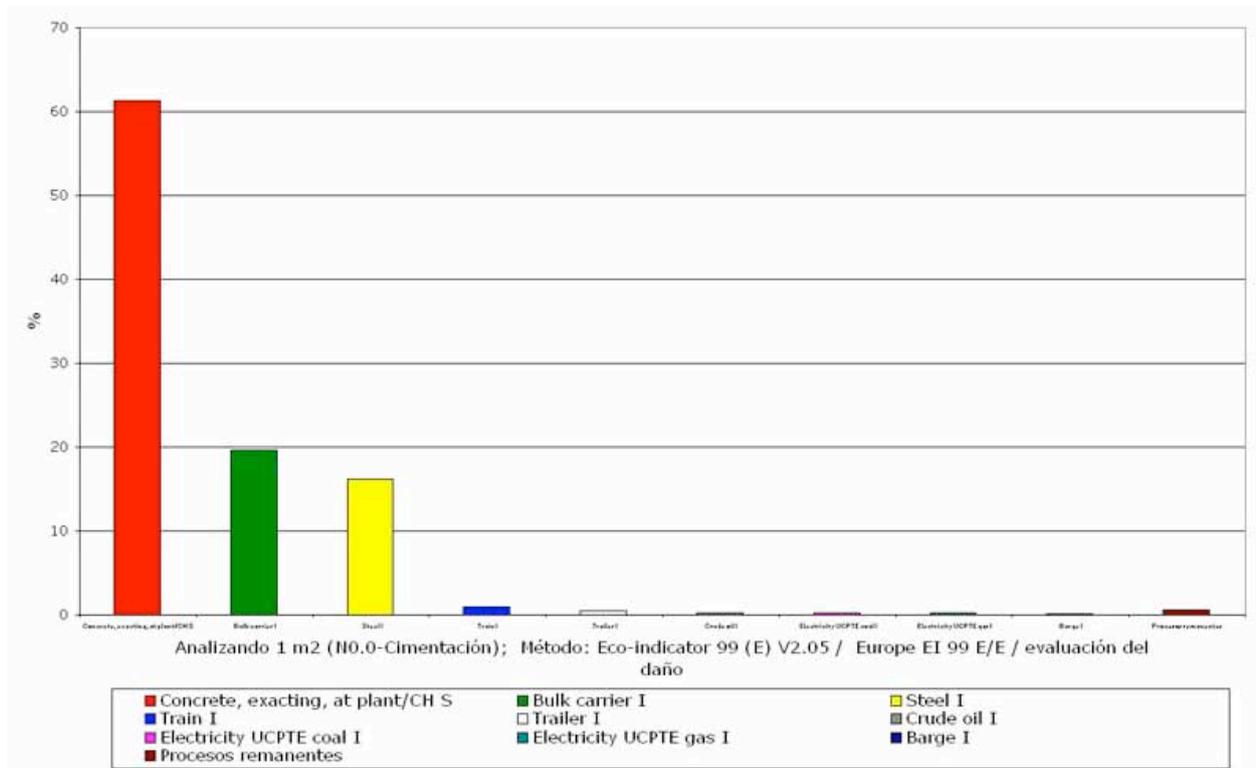


Ilustración 42: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.

### 4.1.3.- Estructura.

El sistema estructural adoptado es el de pórticos de hormigón armado en elementos verticales y forjados unidireccionales para elementos horizontales (con viguetas prefabricadas). Para los balcones de la fachada se construyen con losa de hormigón con vuelo no superior a 90cm

Características de los materiales a emplear:

- \* Cemento: CEM-II.
- \* Árido: rodado de 20 mm. de diámetro máximo.
- \* Hormigón: Fck = 25 N/mm<sup>2</sup> consistencia plástica.
- \* Armaduras: barras de acero corrugadas del tipo B 500 S y Fyk = 500 N/mm<sup>2</sup>.
- \* Encofrados: metálico y de madera de pino.

El hormigón fue elaborado, transportado y puesto en obra según las indicaciones del CTE.

Las barras de acero se cortan, labran, solapan, doblan y disponen según prescribe CTE. Estando libres de impurezas y sin estados aparentes de oxidación. El encofrado de las jácenas se ejecutará con madera de pino, al igual que el de las losas de escalera, siguiendo los criterios de construcción ya citados. Todos los encofrados se atenderán a lo especificado en el CTE. El desencofrado de todos los elementos estructurales se realizará cuidadosamente, procediéndose con posterioridad a la limpieza de los encofrados y las reparaciones en los elementos estructurales.

La estructura horizontal será forjado sanitario en el suelo de planta baja realizado con viguetas autorresistentes, los demás serán forjado unidireccional compuesto de viguetas semirresistentes de celosía. Las bovedillas son de hormigón de 22cm. de canto y 64cm. de ancho con longitud estándar. La distancia entre viguetas se ha previsto sea de 70cm. El forjado se completa con una capa de compresión de 5cm. y con los refuerzos resultantes del cálculo a base de redondos de acero

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

corrugado estirado en frío del tipo B 500 S de resistencia característica  $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ , según el tipo, disposición y longitud señaladas en los planos de Estructura. El canto del forjado será de 26cm. Los forjados llevarán además, en cumplimiento de las condiciones señaladas en la EHE, un mallazo de figuración que será de tipo F-1 MACSA. Estas mallas podrán sustituirse a criterio de la Dirección de Obra por otra similar más abundante en el mercado local, siempre y cuando cumplan las características mecánicas y de calidad solicitadas. Los forjados se ejecutarán conforme con la Instrucción EFHE.

Las losas de escalera se ejecutarán con hormigón armado, de resistencia  $25 \text{ N/mm}^2$ , con el espesor definido en planos, provista de armadura superior e inferior.

En todos los elementos estructurales se exigirá a la contrata un nivel de control medio, a realizar por laboratorio homologado, así como autorización de la Dirección Técnica para el uso de forjados y elementos prefabricados. Se protegerán los elementos estructurales según CTE.

Las partidas consideradas para el estudio son:

- Hormigón de pilares:  $0,034\text{m}^3/\text{m}^2$ .
- Armadura de pilares:  $1,415\text{kg}/\text{m}^2$ .
- Viguetas prefabricadas:  $71,38\text{kg}/\text{m}^2$ .
- Bovedillas de hormigón:  $133,112\text{kg}/\text{m}^2$ .
- Hormigón vigas, capa compresión y losas:  $0,121\text{m}^3/\text{m}^2$ .
- Armadura vigas, capa compresión y losas:  $10,832\text{kg}/\text{m}^2$ .

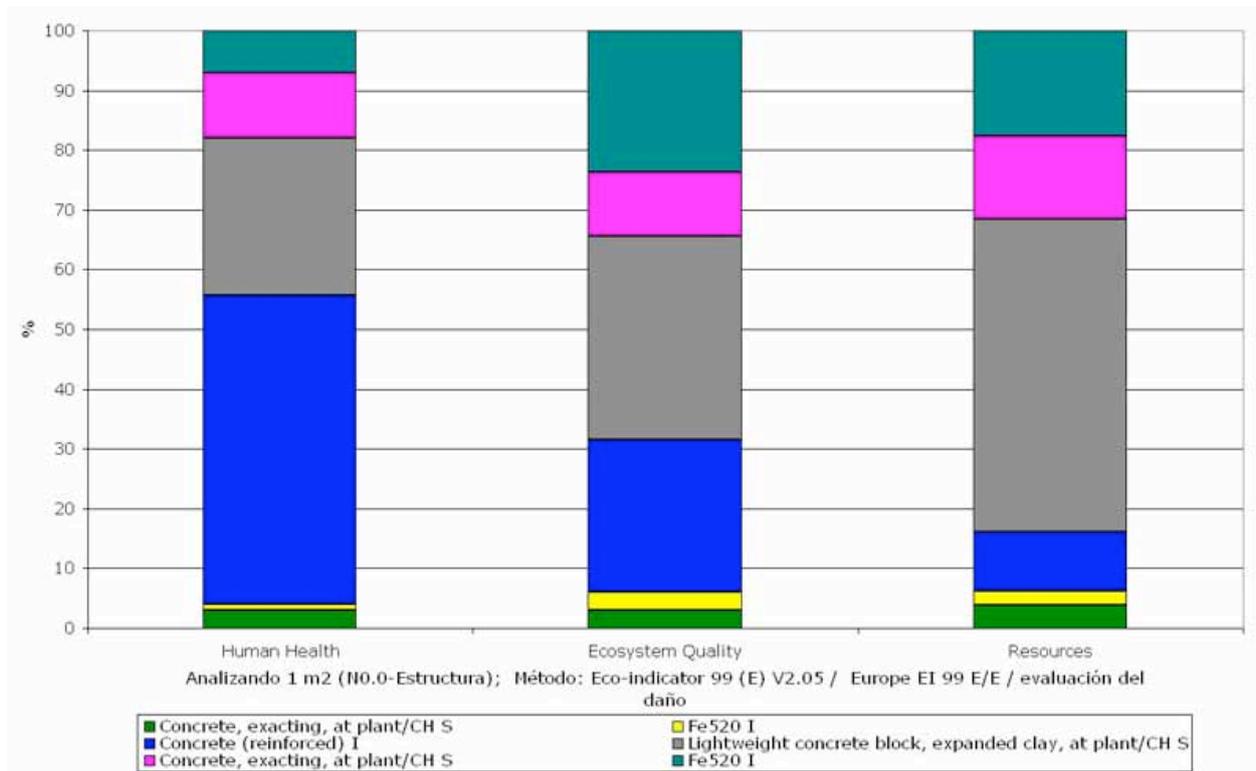


Ilustración 43: Evaluación del impacto según ámbitos.

En esta unidad de obra se sigue trabajando con los mismos materiales básicos que en la unidad anterior. Sin embargo, hay productos como vigas y bovedillas que surgen de procesos de transformación, teniendo como base el uso de hierro y cemento. Es decir, materiales surgidos de procesos de transformación, se someten a más procesos de transformación para al final reducir los tiempos de ejecución en la obra. Que duda cabe que esta reducción de tiempos en la puesta en obra, serán proporcionales a los tiempos que le quedan a la raza humana en su supervivencia en el planeta Tierra. Se ve claramente en el gráfico como las partidas de viguetas (concrete (reinforced)I) y la

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

que corresponde a los bloques aligerados de hormigón llevan el mayor impacto. Está claro, como se expone en las cantidades empleadas en cada material los prefabricados llevan más peso en esta unidad de obra. Lo reflejado en la ilustración anterior sucede del mismo modo en la evaluación por categorías que se muestra en la siguiente ilustración.

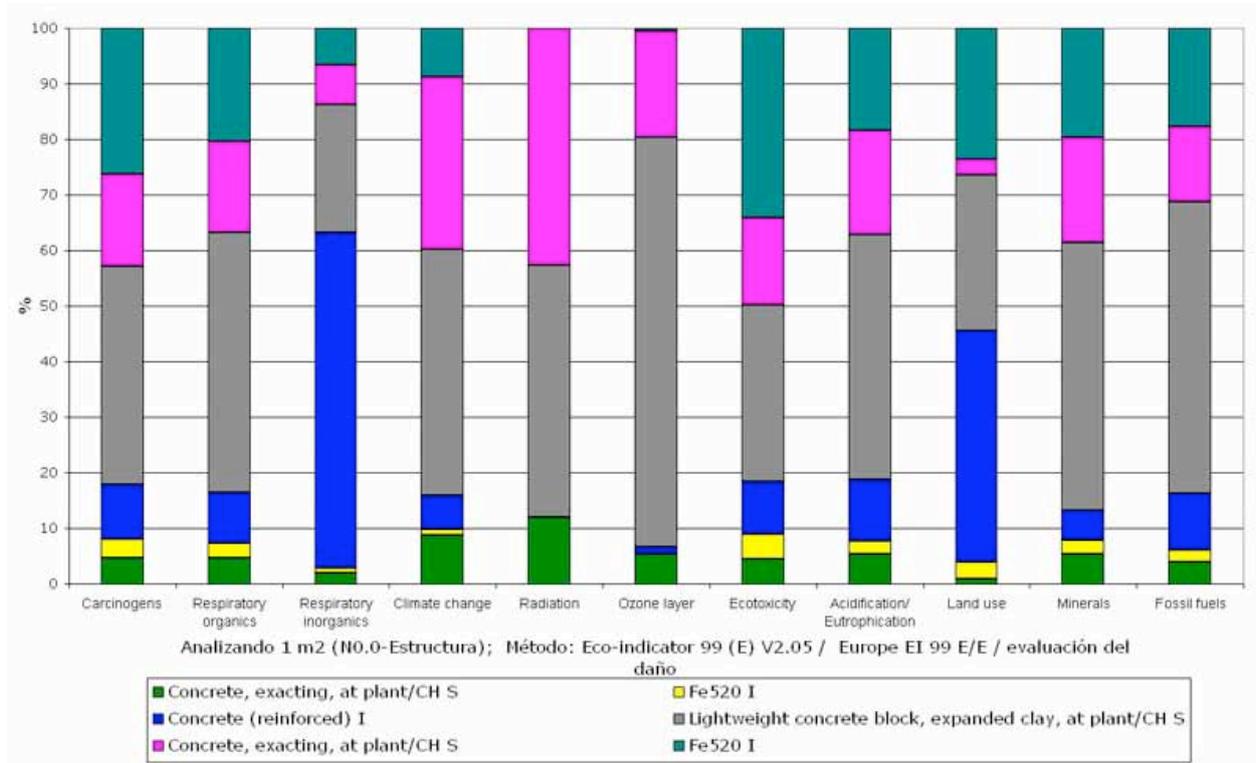


Ilustración 44: Evaluación del impacto según categorías.

Al igual que en la unidad anterior las partidas de hierro cobran importancia en los apartados de uso de la tierra, toxicidad y cancerígenos.

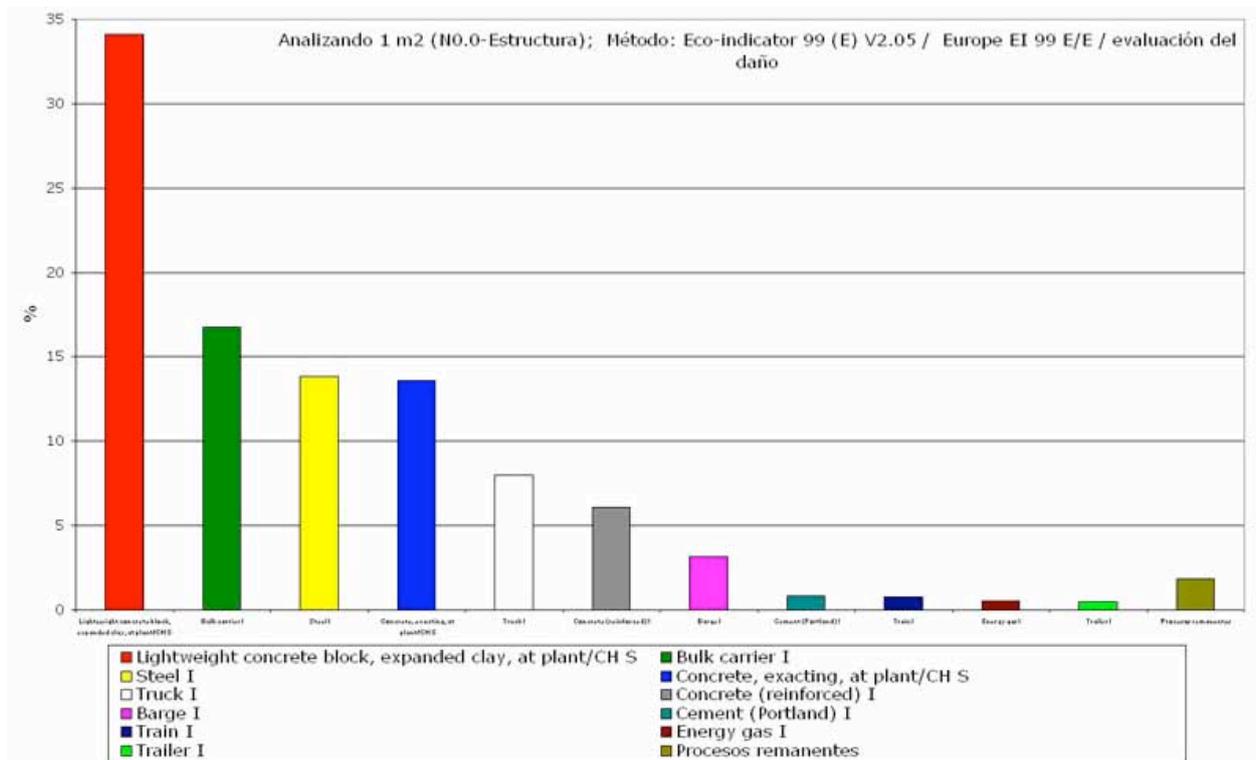


Ilustración 45: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Dentro de todo el impacto que producen los procesos de la obra, vemos como el proceso de construcción de los bloques aligerados es el que se lleva el mayor porcentaje. Quedando a la mitad el transporte de materiales y por debajo el hierro y el hormigón. Así mismo, los transportes de materiales y camiones vuelven a ganar la partida y quedar por delante en el impacto sobre la calidad del ecosistema a partidas como la de viguetas prefabricadas (Concrete (reinforced) I).

Esta última gráfica deja a la vista el gran número de procesos indirectos y en gran medida hacen referencia a gastos energéticos y transporte. Por un lado transporte de volúmenes (Bulk carrier I) con un impacto superior al que suponen el de partidas de obra como son el hierro de las armaduras (Steel I), o el hormigón de planta. En un segundo lance los camiones (truck I) por encima de las vigas prefabricadas. De este modo, queda claro como un material que es única y exclusivamente para evitar el gasto de otros materiales y aligerar la estructura, es el que mayor daño provoca sobre la calidad del ecosistema.

No se puede olvidar esa parte que en la gráfica no se refleja y queda recogida como Procesos remanentes que ocupan un 2,5% del daño total.

### 4.1.4.- Albañilería.

#### Cerramientos exteriores:

Los cerramientos exteriores están constituidos por fábrica de ladrillo perforado para revestir, colocados a tabla, tomado con mortero de cemento M6a, aislamiento térmico-acústico mediante panel de poliestireno de 3cm, cámara de aire y tabicón de ladrillo hueco doble, colocado de canto. Siendo estancos y resistentes al viento con un peso propio de 800 Kg/ml. y atenuación acústica de 50 dB A.

Muro perimetral construido con citara de ladrillo perforado colocado a tabla tomado con mortero M6a y revestido con mortero para pintar.

#### Tabiquería:

Las particiones interiores se realizaron con tabicones de ladrillo hueco doble, tomado con mortero de cemento M4a, con una atenuación acústica de 45 dB A. La separación con el garaje se ejecutará con citara de ladrillo perforado, tomado con mortero M-40.

#### Mochetas, cargaderos, emparchados y otros:

En fábricas a revestir las mochetas se realizan con citaras de ladrillo perforado en todo el ancho del cerramiento, tomado con mortero de iguales características que el de la fábrica.

Los cargaderos podrán efectuarse de las siguientes maneras:

- \* con vigueta autorresistente de hormigón armado HA-25
- \* mediante ladrillo hueco recibido con mortero de cemento M6a y armado con redondos de 10 mm. de diámetro.
- \* mediante ladrillo perforado recibido con mortero de cemento M6a, armado con redondo de 10 mm. de diámetro.

En todo caso, la longitud de apoyo del cargadero no es inferior a 20 cm. Ocupará toda la longitud del muro, asegurándose el comportamiento solidario de los elementos cuando éstos sean varios.

El emparchado de paramentos verticales y de frentes de forjados se realizará con fábrica de ladrillo hueco sencillo tomado con mortero de cemento M6a.

El peldañado de escaleras y accesos se efectuará con ladrillo hueco doble, tomado con mortero de cemento M6a. No se emplearán restos de piezas procedentes de otras unidades de obra.

El forro de las chimeneas de ventilación se efectuará con tabicón de ladrillo hueco doble de 7 cm. de espesor, tomado con mortero M6a. Las chimeneas de ventilación se ejecutarán mediante conductos de bloques de hormigón acoplados, aislados en los pasos de forjado y provistos de rejilla de lamas y acoplador.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Las partidas consideradas para el estudio son:

- Ladrillo perforado (cerramiento): 222,928kg/m<sup>2</sup>.
- Mortero de cemento (cerramiento): 64,617kg/m<sup>2</sup>.
- Panel de poliestireno (3cm): 0,582kg/m<sup>2</sup>.
- Ladrillo hueco (cerramiento): 198,556kg/m<sup>2</sup>.
- Ladrillo hueco (tabiques): 77,243kg/m<sup>2</sup>.
- Mortero de cemento (tabiques): 11,195kg/m<sup>2</sup>.
- Ladrillo perforado (citara): 88,777kg/m<sup>2</sup>.
- Mortero de cemento (citara): 10,923kg/m<sup>2</sup>.

En esta unidad de obra basada en su mayor parte en el uso de material cerámico (el ladrillo) se puede apreciar como los otros materiales, a pesar de estar en menor cantidad, son mucho más impactantes que este primero.

Primero está el poliestireno sin llegar al kilogramo por metro cuadrada en obra, si resulta con valores de impacto relevantes en los distintos ámbitos que refleja esta primera gráfica. Tanto es así que del 100% de materiales por metro cuadrado que tiene esta partida, el 0,08% de poliestireno acaba repercutiendo hasta cantidades cercanas al 4% en el daño que supone en este caso al ámbito de los recursos, o del 2% para los otros ámbitos. Esto viene motivado en primer lugar por ser un producto derivado del petróleo y en segundo por la cantidad de procesos que son necesarios para su uso.

Así mismo no podemos obviar la otra cantidad importante que representa el cemento. En esta unidad de obra representa el 12,98% de material usado, se puede verificar en la gráfica como su valoración de impacto presenta una media cercana al 25%.

La intención de este análisis no es valorar el uso del ladrillo y fomentar el mismo, pues lo que busca esta tesis es apoyar la reutilización de materiales y la reducción de los gastos. A más, se ha mostrado como el uso de cantidades reducidas de determinados materiales puede suponer un impacto sobre la Calidad del Ecosistema de hasta 25 veces más.

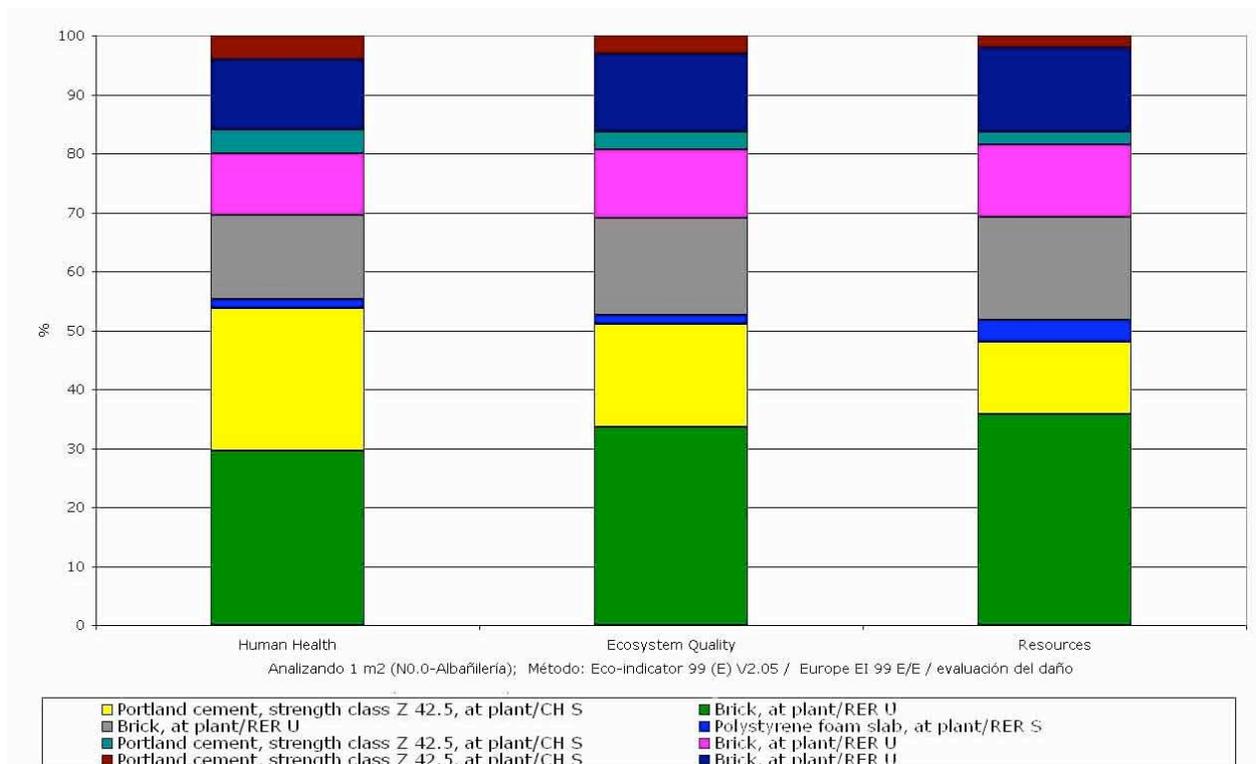


Ilustración 46: Evaluación del impacto según ámbitos.

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Para reforzar lo anteriormente explicado y poder valorar de un modo más detallado en el siguiente gráfico. Esa valoración hecha tan positiva del ladrillo en el apartado anterior, vemos como en este caso y determinadas categorías queda fuera de lugar, por ejemplo, en el consumo de espacio natural o planeta Tierra (Land use). A más se puede ver con más detalle el daño que provoca el uso de poliestireno alcanzando valores de 5-10% del daño en categorías como Eco-toxicidad (Ecotoxicity), Combustibles Fósiles (Fossil fuels) y Partículas Orgánicas Respiratorias (R. organics)

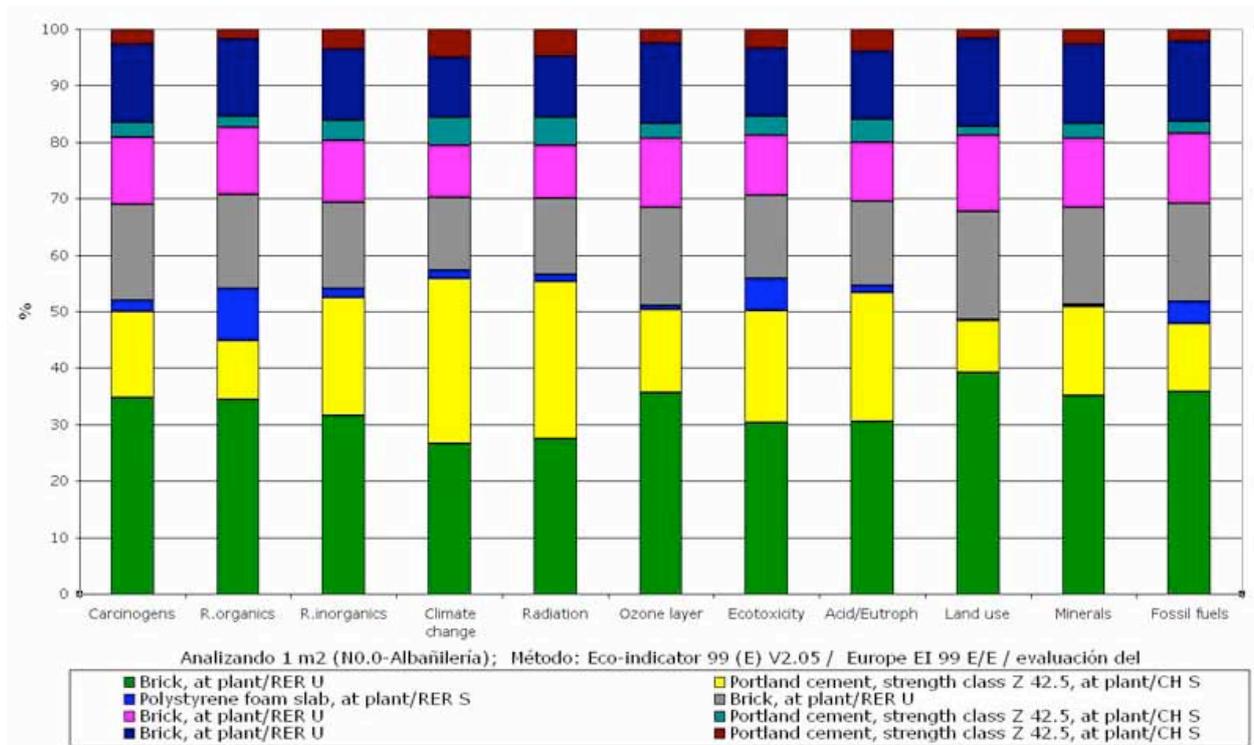


Ilustración 47: Evaluación del impacto según categorías.

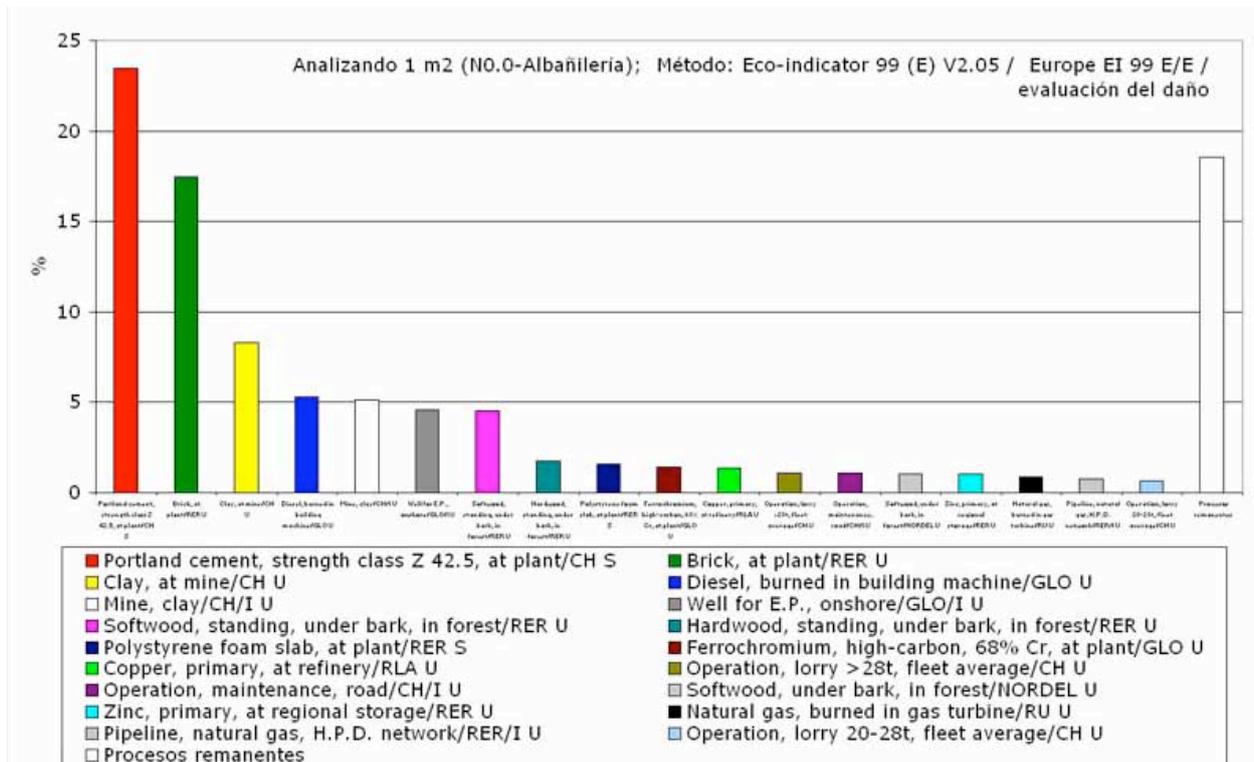


Ilustración 48: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Al ver la contribución al impacto sobre el Medio Ambiente de los distintos procesos necesarios para producir los materiales de esta unidad de obra, queda mas que presente la importancia de todo esos Procesos Remanentes. El valor de estos procesos supera el 18% lo que pone de manifiesta todo lo importante que es valorar ya no sólo el impacto del material sino también su mochila ecológica, es decir, todo lo que lleva a sus espaldas hasta que es puesto en obra.

En esta unidad de obra aparecen nuevos elementos como las excavaciones en mina, alcanzando valores importantes pues son parte importante en la obtención de arcilla (clay). Como en el resto de unidades de obra, el transporte y el gasto de combustibles aparecen e incluso llegan a alcanzar valores similares a productos finales .

### 4.1.5.- Cubiertas.

#### Cubierta inclinada:

Como elemento de cubrición se empleará la teja curva cerámica mixta. La cubierta inclinada se realiza mediante un forjado inclinado que presentará las mismas características constructivas que los otros forjados, con pendiente inferior al 40%.

Se coloca la capa de aislamiento para garantizar el correcto funcionamiento climático del inmueble, siendo protegido con una capa de mortero.

Para la colocación de la teja se replantea sobre la línea de alero, situando la primera hilada de piezas, perfectamente acopladas. Las tejas vuelan 5 cm. sobre la línea de alero. Las piezas se recalzan con mortero de cemento hasta que el asiento de la segunda hilada sea perfecto.

#### Cubierta plana:

Cubierta no transitable que se construirá en el porche central del patio sobre forjado unidireccional de características anteriormente explicadas. La capa de formación de pendiente se realizará con hormigón aligerado con un espesor no superior a 10cm. Capa de mortero para garantizar la planeidad y evitar irregularidades que puedan dañar la capa impermeabilizante de asfalto. Se protege con mortero de cemento para recibir la capa de paneles de poliestireno, protegido con mortero y sobre la que se verterá una capa de cantos rodados con diámetro no superior a 2cm.

Las partidas consideradas para el estudio son:

- Mortero de regularización:	0,042m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .
- Lámina asfáltica:	1USD.
- Poliestireno:	0,157kg/m <sup>2</sup> .
- Mortero de cemento:	20,948kg/m <sup>2</sup> .
- Teja curva cerámica mixta:	17,457kg/m <sup>2</sup> .
- Formación de pendiente:	0,025m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .
- Lámina asfáltica:	0,094UDS.
- Poliestireno:	0,094kg/m <sup>2</sup> .
- Mortero de cemento:	20,825kg/m <sup>2</sup> .
- Árido rodado:	43,733kg/m <sup>2</sup> .

Tras observar el primer gráfico aparece la sensación de miedo, como un material tan básico, la teja, puede ser tan contaminante o dañino para la Salud Humana (Human Health) sin quitar lo que toca en los otros ámbitos. Pues bien, se trata de una teja realizada con materiales naturales, arcilla. No es tanto la base natural del producto, ni tampoco el producto final, lo dañino es el proceso de transformación y transporte hasta su puesta en uso.

Por tener algunos conocimientos en cuanto al proceso de fabricación, normalmente los materiales cerámicos se producen con un proceso de cocción para lo que se usa gas natural y para la obtención de este gas natural se consume energía eléctrica. Por otro lado esta la obtención del material, los materiales

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

cerámicos se producen de la mezcla de arcilla y limos (teniendo cada empresa unas proporciones y procesos que dan un material de determinadas calidades). La obtención de ese material necesita quemar combustible fósil para accionar la maquinaria que la extrae, a la vez que una parte de energía eléctrica. Finalmente el proceso de transformación en la fábrica, moldeado del material, cocción y secado. Cada empresa tiene sus secretos, no obstante los gases emitidos por la quema del gas natural en la cocción de teja, en la mayoría de los casos, son aprovechados para el secado de ladrillos u otros productos. (ver anexo II. Redes de producción).

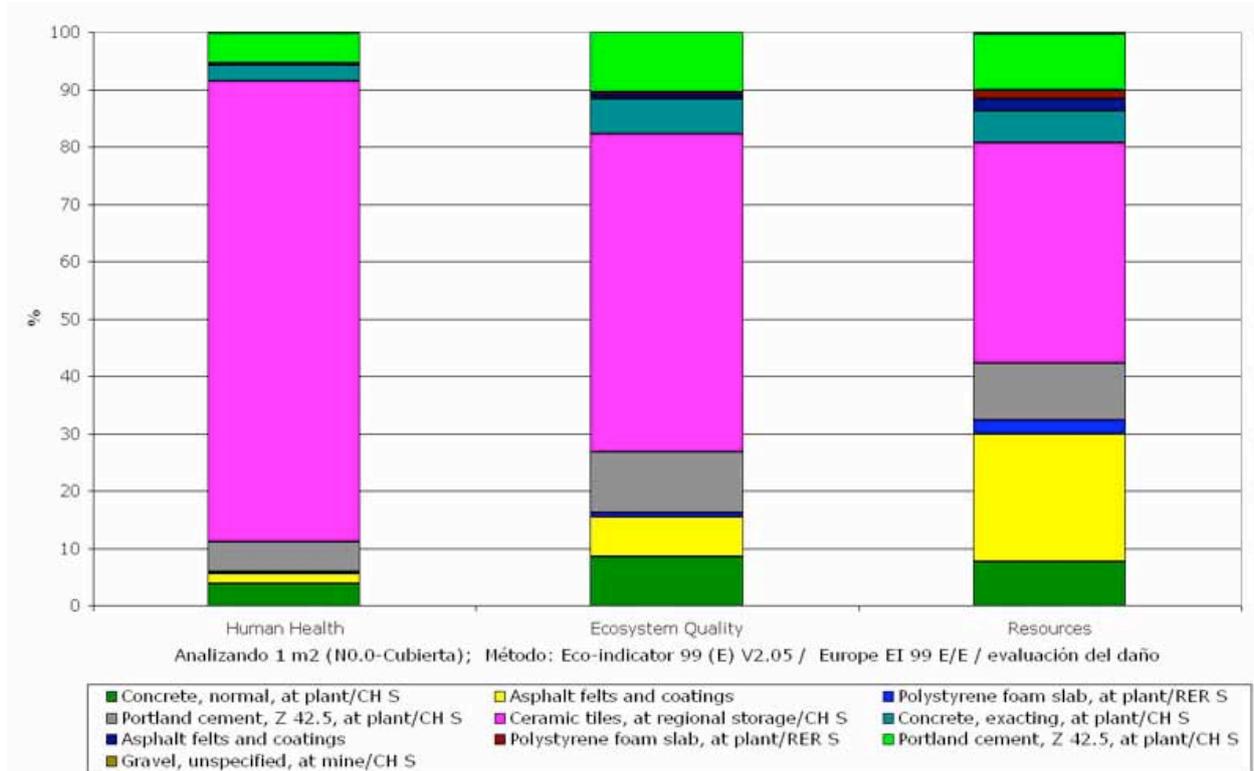


Ilustración 49: Evaluación del impacto según ámbitos.

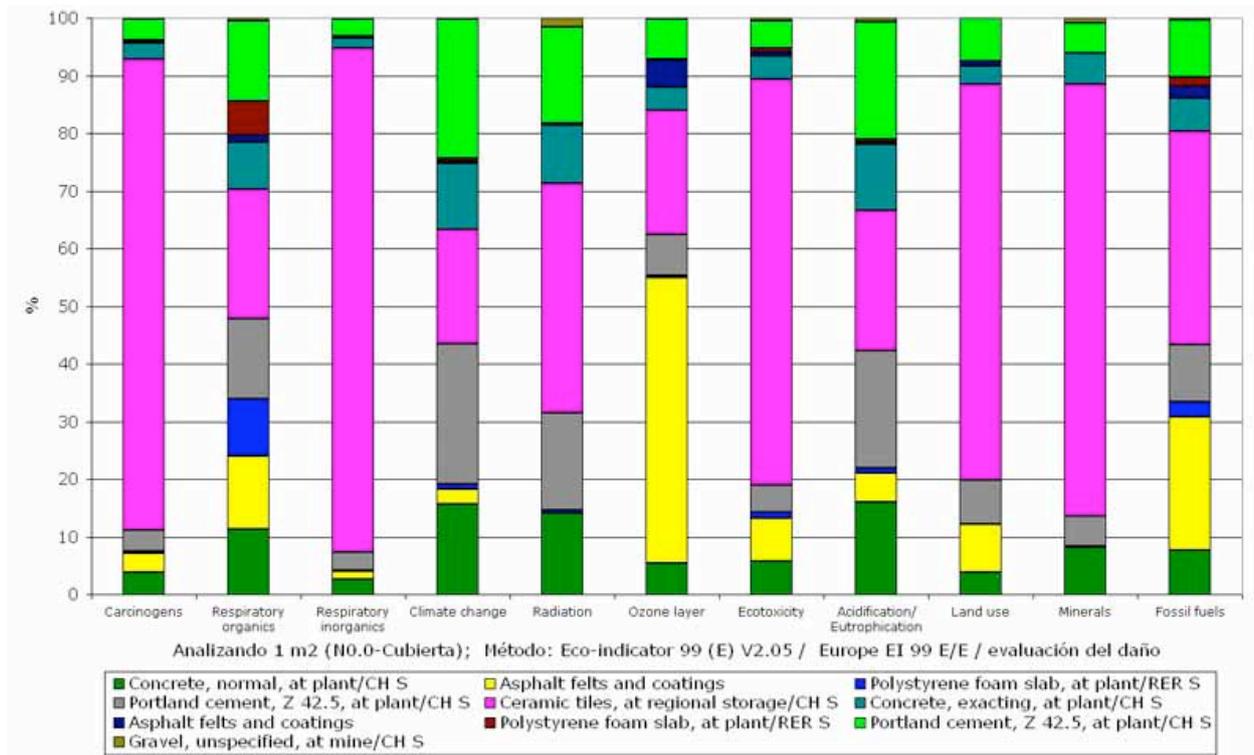


Ilustración 50: Evaluación del impacto según categorías.

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

En la evaluación de impacto según categorías se ve esos apartados que hacen la producción de teja tan dañina a la Salud Humana (Human Health) aspectos cancerígenos, respiratorios, minerales y consumo del planeta Tierra. Al igual que se ha dicho en otros apartados, debe quedar claro que el impacto está referido a esta unidad de obra, es decir, el hecho de que la teja sea el material que mayor impacto produce en esta unidad de obra no significa que sea el peor material para construir, sencillamente acá se muestra como el más contaminante de este proceso. Bastaría con revisar otro tipo de soluciones para cubiertas, entre ellas las que utilizan materiales metálicos, mucho más dañinas. En esta unidad lo importante es saber valorar que es lo dañino en el producto, y para el caso de la teja son los procesos de transformación y transporte, pues los productos cerámicos no poseen sustancias tóxicas ni aditivos, es la propia materia prima transformada.

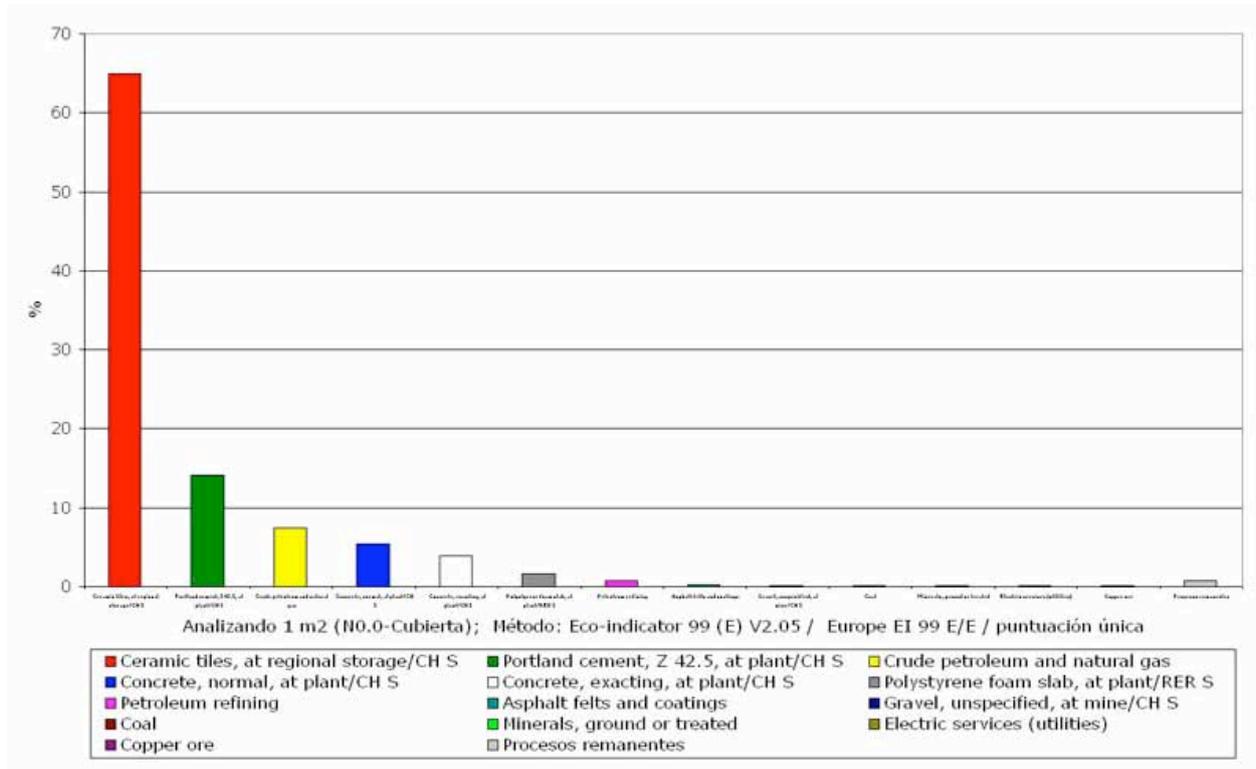


Ilustración 51: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.

Esta ultima gráfica para mostrar la veracidad de lo explicado anteriormente donde se ve claramente el impacto de procesos, siendo la teja el que mayor impacto provoca desde su extracción hasta su puesta en obra.

4.1.6.- Revestimientos.

Enfoscados:

Se enfoscarán maestreados con mortero bastardo de cemento y cal de dosificación 1:1:7, todos los paramentos exteriores, horizontales y verticales. Sobre los mismos se extenderán un mortero monocapa de poco espesor y acabado en color blanco.

Guarnecidos y enlucidos:

Los paramentos interiores de la vivienda, horizontales y verticales, se guarnecerán previo humedecido y limpieza del paramento, con pasta de yeso maestreado. Posteriormente se enlucirán. Se procurará en todos los casos un acabado a rincón vivo.

Escayolas:

Se dispondrá techo de placas de escayola lisa con fijación de cañas y estopa en aquellas dependencias que lleven redes de instalaciones colgadas. Se asegurará la perfecta horizontalidad del plano ejecutado.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

### Solados:

En las dependencias interiores, se colocarán piezas de gres compacto, con rodapié de 7 cm. del mismo material, recibidas con mortero de cemento M-40, nivelado con capa de arena de 2cm. de espesor medio.

- En las escaleras de acceso a vivienda y porche de entrada, se colocará solería de gres de exteriores.
- Los umbrales serán de mármol nacional.
- Dormitorios y comedor baldosa hidráulica.
- Cocina y baños baldosa cerámica.
- Los alfeizares se realizarán con piedra artificial de color a definir por el promotor.

### Alicatados:

Se alicatarán los cuartos de baño y la cocina con azulejos de pasta blanca de 10 calidad. Se colocarán mediante enfoscado de mortero bastardo de cemento y cal M-40 (1:1:7) previa preparación del paramento. Las esquinas y remates se realizarán con junquillos de PVC.

Las partidas consideradas para el estudio son:

– Monocapa:	35,663kg/m <sup>2</sup> .
– Guarnecido techos:	6,174kg/m <sup>2</sup> .
– Techo continuo:	1,33kg/m <sup>2</sup> .
– Guarnecido paredes:	21,916kg/m <sup>2</sup> .
– Azulejos baños:	1,897kg/m <sup>2</sup> .
– Mortero azulejos baño:	4,268kg/m <sup>2</sup> .
– Azulejos cocina:	1,090kg/m <sup>2</sup> .
– Mortero azulejos cocina:	2,452kg/m <sup>2</sup> .
– Solería baño:	0,699kg/m <sup>2</sup> .
– Mortero solería baño:	1,048kg/m <sup>2</sup> .
– Solería cocina:	0,667kg/m <sup>2</sup> .
– Mortero solería cocina:	1,001kg/m <sup>2</sup> .
– Solería estancias:	12,296kg/m <sup>2</sup> .
– Mortero solería estancias:	11,528kg/m <sup>2</sup> .
– Solería terraza y patio:	14,368kg/m <sup>2</sup> .
– Mortero solería terraza y patio:	13,470kg/m <sup>2</sup> .

En esta unidad de obra como material nuevo están las solería representando el mayor peso de la misma, de ahí que en la gráfica no se note ninguna variación diferenciada. Por lo visto en las anteriores unidades de obra el mortero de cemento vuelve a ser mas impactante en el ámbito de Salud Humana (Human Health). El caso de la solería de gres (Stoneware I), se vuelve al uso de un material cerámico, en este caso y también vincula a los procesos de producción el mayor impacto se vuelca sobre el ámbito de la calidad del ecosistema (Ecosystem Quality).

Como ya se explicó en otros gráficos el uso de cemento es proporcionalmente lo más impactante, pues independientemente de que de ser o no lo más usado la relación entre los kilogramos empleados en la obra y el daño viene a ser de uno a dos. Es decir por cada 1% de kilogramos que se empleen habrá un 2% del daño sobre dos distintos ámbitos que viene producido por el uso de cemento, en sus diferentes áreas (enfoscados, alicatados, mortero, hormigón, etc.).



## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

principal de la arquitectura popular basada en el uso de los materiales de la región dando una respuesta acorde con las necesidades de cada espacio. Sirva de ejemplo claro los iglus construidos en las zonas del polo norte, evidentemente construían con esas técnicas porque era difícil llevar otros materiales hasta donde ellos se encontraban. Incluso de un análisis pormenorizado de estas construcciones se pueden sacar profundos conocimientos de ventilación, aislamiento y climatización de los espacios. Esta visto como la sociedad actual NO piensa en los impactos y el daño a producir sobre el Medio Ambiente, sencillamente si se quiere piedra volcánica extraída de la isla de Tenerife y el único planteamiento es cuanto cuesta traerla, si la persona tiene dinero para pagarlo, esta tendrá un aplacado de piedra volcánica extraída de las canteras de la isla de Tenerife. **SIN LLEGAR A PENSAR EN NINGÚN MOMENTO**, reiterando en esta reflexión, **TODO LO DAÑINO QUE PUEDA RESULTAR PARA EL PLANETA EL HECHO DE USAR UN TIPO DE MATERIAL FUERA DEL CONTEXTO CERCANO AL LUGAR DONDE SE CONSTRUYE**, comarca de La Serena (se habla de esta comarca pues el ejemplo que se plantea es un caso real, acontecido en la comarca).

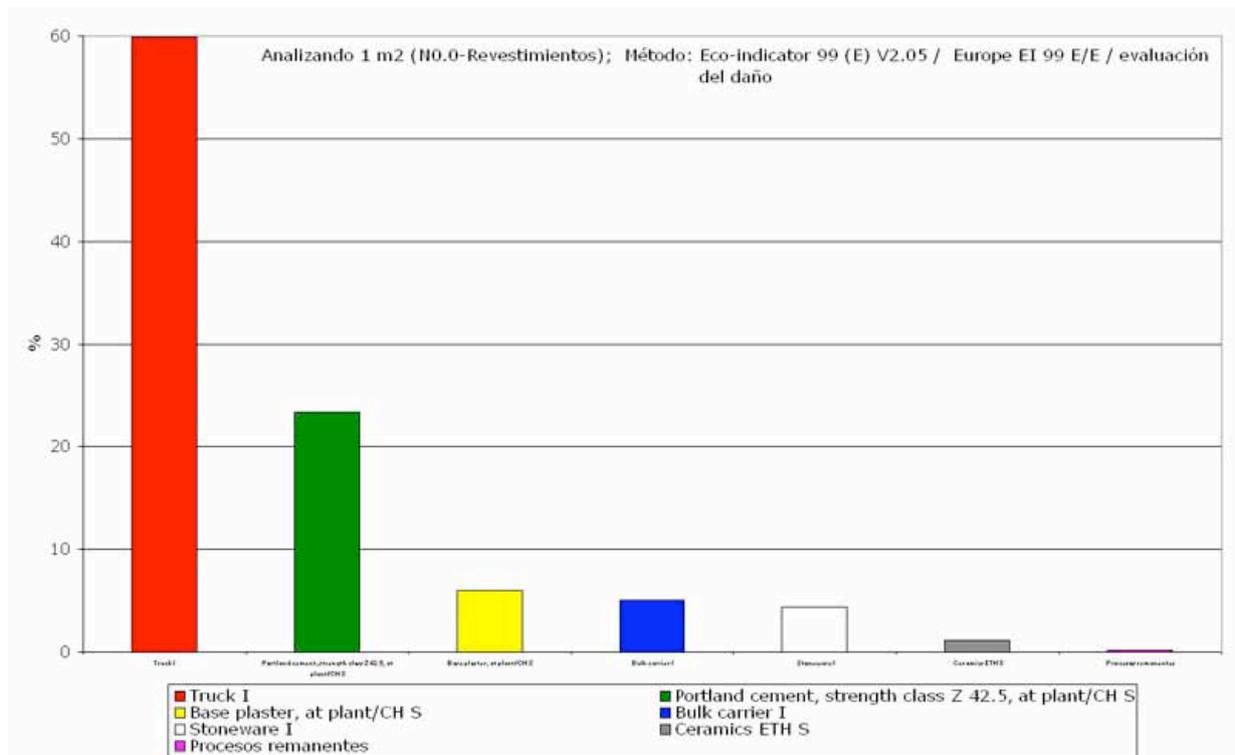


Ilustración 54: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.

### 4.1.7.- Impacto total del proceso de construcción de la vivienda de nueva planta.

Ahora podemos saber dentro de esta vivienda que unidades son más impactantes, es decir, en cuáles se produce el mayor daño sobre la Calidad del Ecosistema.

En la gráfica de evaluación del daño según ámbitos se observa el peso de cada una de las unidades de obra. Dentro de los impactos analizados para cada una de ellas, es ahora cuando se puede valorar que aquella unidad de obra que presentaba tal impacto, el movimiento de tierras, realmente no representa daño comparado con las otras.

La estructura representa el valor más alto en los ámbitos de Salud Humana y Calidad del Ecosistema, aunque en el aspecto de Recursos reduce el porcentaje de su impacto sigue teniendo un valor alto. Por otro lado las unidades de obra con materiales cerámicos o derivados del petróleo (albañilería, cubierta y revestimientos) tienen cambios importantes en su impacto, notándose para cada uno de ellos en distintos ámbitos: Albañilería en el gasto de Recursos, Revestimientos en la Calidad del Ecosistema y Cubiertas en la Salud Humana.

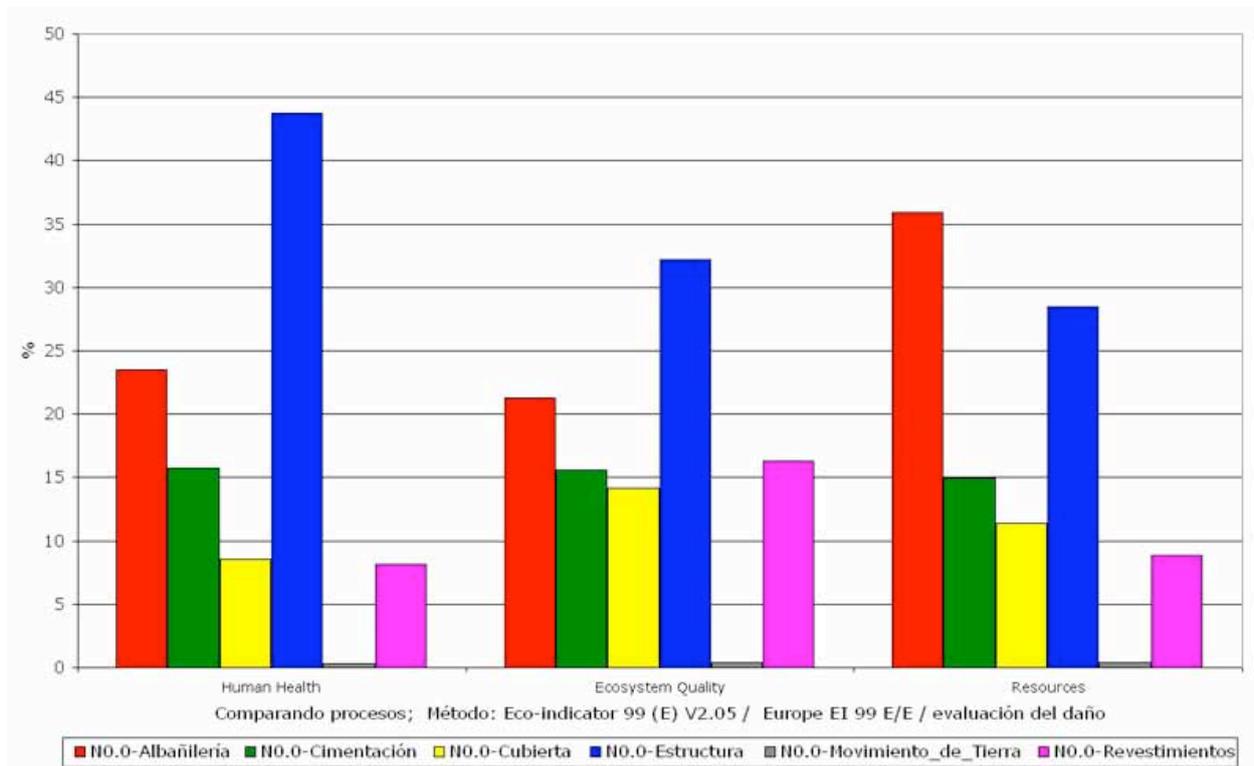


Ilustración 55: Comparativa entre las unidades de obra de la vivienda de nueva planta según evaluación del impacto por ámbitos.

	Albañilería	Cimentación	Cubierta	Estructura	M. Tierra	Revestimientos
Human Health	23,47	15,74	8,58	43,74	0,35	8,13
Ecosystem Quality	21,28	15,58	14,19	32,22	0,42	16,31
Resources	35,93	14,97	11,40	28,45	0,39	8,87

Tabla 10: Valores porcentuales de la comparativa entre unidades de obra de la vivienda de nueva planta según evaluación de impacto por ámbitos

En esta comparativa se pone en valor como influye el uso de unos materiales en determinadas unidades de obra. Por ejemplo, en el caso de la cimentación el impacto en todos los ámbitos está cerca del 15%. Para la estructura, donde la materia prima es la misma (clinker, áridos, hierro y arena) se ve como el hecho de introducir materiales prefabricados afecta en gran medida al daño sobre la Salud Humana. Es decir, en el caso de la estructura y como se vio en apartados anteriores los daños sobre la Salud Humana aparecen derivados de los procesos de producción de estos materiales prefabricados, sobre todo de bloque aligerado de hormigón.

En el caso de la unidad de Albañilería el mayor impacto se refleja en los Recursos, provocado por el uso de arcilla para la producción de ladrillos y derivados del petróleo (poliestireno). Y otro caso evidente es el de los Revestimientos, se ve claramente el aumento del daño sobre la calidad del Ecosistema venida asociada al consumo de espacio natural para la producción de cemento y de baldosas, a más de todos los procesos de transformación acumulados en su mochila ecológica.

Para la mejor comprensión de la comparativa entre unidades de obra, a la hora de valorar el impacto según categorías se ha elegido un gráfico que ponderará los valores según el daño. Es decir, en los casos anteriores se ha valorado sobre cien (porcentualmente) el impacto de todos los materiales sobre cada categoría. Utilizando el modo ponderado se resalta concretamente el impacto de cada partida analizada sobre cada categoría permitiendo así entender de mejor modo las categorías más afectadas y los valores obtenidos.

Se obtiene la clara valoración sobre lo relevante de los procesos de transformación de los materiales. De ello se deriva que el mayor impacto venga del gasto de combustibles fósiles (necesarios para el funcionamiento de las máquinas). Llevando estas acciones a la producción de partículas respiratorias inorgánicas. En menor medida y no por ello menos importante quedan las categorías referidas al

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

cambio climático (Climate change), uso de la Tierra (Land use), acidificación (Acidification / Eutrophication) y ecotoxicidad (Ecotoxicity).

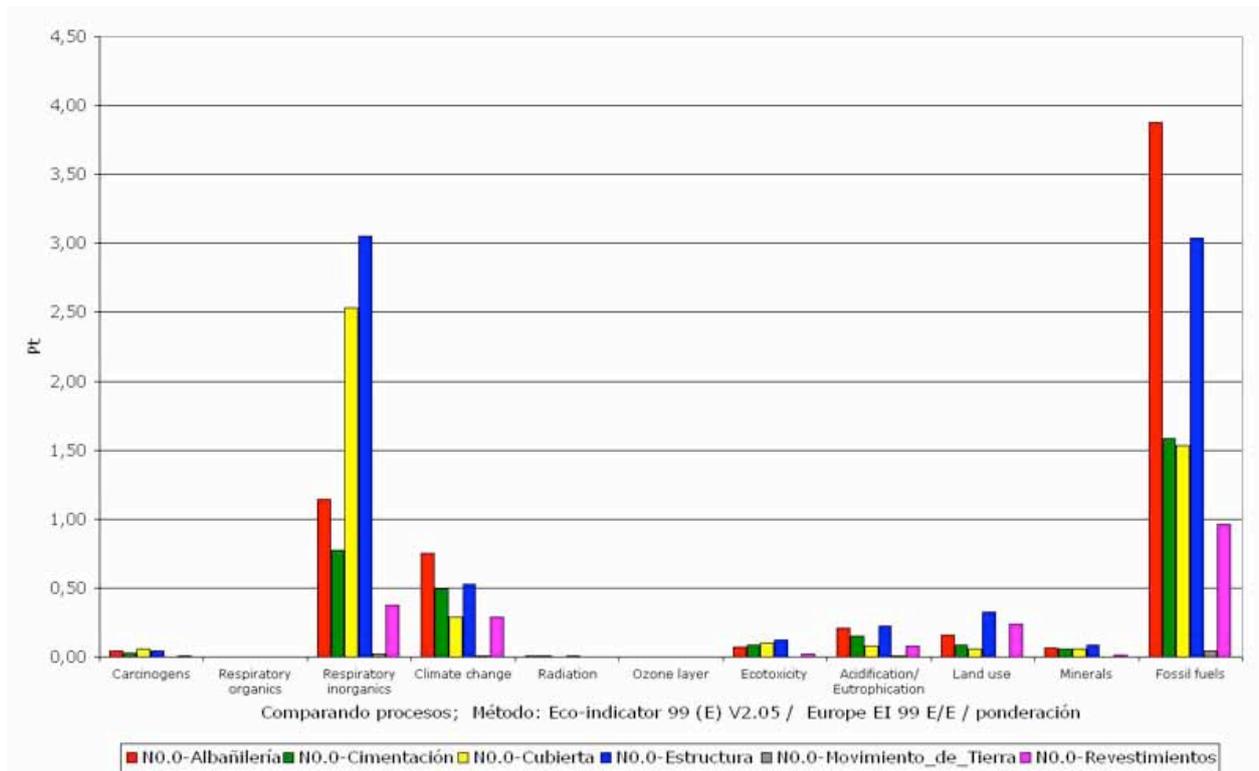


Ilustración 56: Comparativa de unidades de obra para la vivienda de nueva planta según ponderación del impacto por categorías

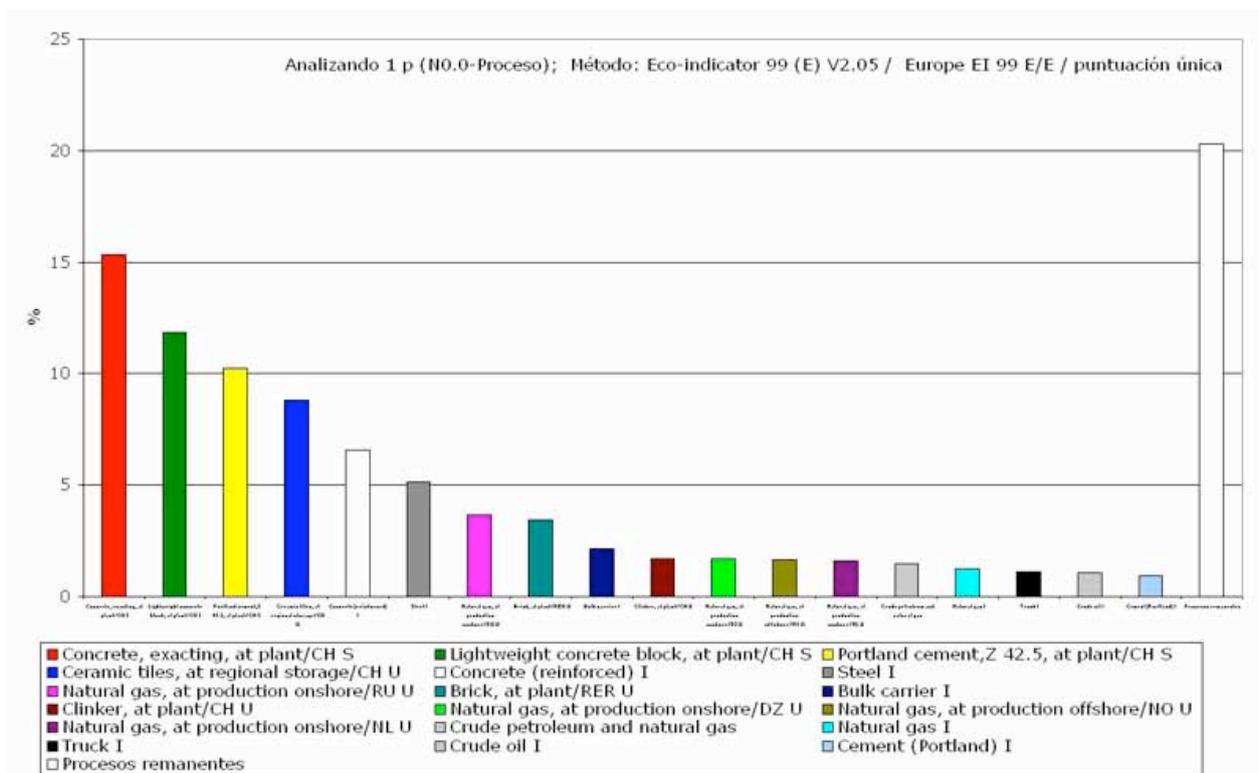


Ilustración 57: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

El gráfico anterior muestra todos los procesos necesarios para producir los materiales usados en las distintas unidades de obra.. Uno de los procesos más contaminantes es el hormigón, después los bloques de hormigón aligerado, cemento, tejas, vigas prefabricadas, hierro, etc. Teniendo especial relevancia la cantidad de Procesos Remanentes con un valor superior al 20% estando situado en la posición 19. En ese apartado, entran las baldosas de gres, los áridos utilizados para la cubierta plana no transitable, el poliestireno como productos finales y todos los procesos necesarios para obtener el resto de materiales utilizados en obra, es decir, una lista interminable la cual sería imposible de reflejar en un gráfico y reducida al termino Procesos Remanentes, como modo de simplificación.

Conocido el porcentaje y las partes del impacto para cada uno de los materiales y procesos de las distintas unidades de obra, a través de un análisis de incertidumbre, se obtiene el impacto real sobre la Calidad del Ecosistema. El impacto sobre la Calidad del Ecosistema se mide por los metros cuadrados por año afectados y en los que desaparece una parte proporcional de las especies vegetales.

Con el método de incertidumbre desarrollado por Monte-Carlo se obtienen en valor medio, la mediana, la desviación estándar media (DS), el coeficiente de variabilidad (CV), y el error estándar de la media. Ante estos valores se consideran como relevante a la hora de valorar resultados el referido a la media y el coeficiente de variabilidad por facilitarnos la información a cerca de la dispersión sufrida en los resultados.

En el caso de Movimiento de tierra no se calcula pues el impacto refleja únicamente las máquinas y sus procesos. No hay forma de valorar la no reutilización de los materiales extraídos de la excavación y el vertido a la escombrera. Cualquier intento de cálculo sería una aproximación y no daría valores reales, ante esta situación se ha decidido no tenerlo en cuenta.

	MEDIA	MEDIANA	D.S. MEDIA	C.V.	ERROR ESTÁNDAR
Cimentación	3,300	3,300	0,009	0,262	0,00008
Estructura	6,840	6,850	0,141	2,060	0,00065
Albañilería	4,510	4,440	0,684	15,200	0,0048
Cubierta	3,030	3,010	0,328	10,800	0,00343
Revestimientos	3,470	3,470	0,535	15,400	0,00487
<b>TOTAL</b>	<b>21,150</b>	<b>21,070</b>	<b>0,339</b>	<b>8,744</b>	<b>0,00015</b>
<b>Vivienda Nueva</b>	<b>21,30</b>	<b>21,20</b>	<b>1,18</b>	<b>5,57</b>	<b>0,00176</b>

*Tabla 11: Valores medios de incertidumbre por el método de Monte-Carlo. Medido en metros cuadrados de especies potenciales de desaparecer en un año.*

A falta del impacto producido por el Movimiento de Tierras, se puede observar cierta correspondencia entre el valor total y el valor que surge de la gráfica de la vivienda. Los valores de Media y Mediana representan los metros por año de fracción potencial de especies que desaparecerán.

Para poder entender el impacto tan enorme provocado por la construcción de una vivienda de nueva planta, basta con poner en relación la media con el metro cuadrado de edificación construida. Es decir, se considera el valor de la media obtenido para la vivienda de nueva planta (21,3 PDF\*m2año), teniendo en cuenta la superficie de la Vivienda Nueva, 297,91m<sup>2</sup>, se obtiene el impacto de la vivienda sobre la Calidad del Ecosistema, sencillamente multiplicando por el valor obtenido de cálculo de incertidumbre, resultando 6.345,48 PDF\*m2año.

Por valores pormenorizados, al hacer sumas entre unidades comunes y comparándolas con las tipologías de vivienda tradicional, se ve como la vivienda popular resolvía estructura y cerramiento con un mismo sistema, mientras que en este caso son necesarios dos, por un lado la estructura y por el otro la Albañilería y sumados suponen mayor impacto que la suma de las otras unidades de obra.

Con estos datos tan escalofriante, surge la pregunta ¿cuan impactante ha sido la burbuja inmobiliaria para el planeta Tierra? Más aún, ¿cuanto tiempo está dispuesta la raza humana a seguir contribuyendo a

su autodestrucción? Pues está claro que será la raza humana la que perecerá mientras el planeta se transforma y evoluciona parejo a las especies venideras.

4.1.8.- Otros datos de interés para la Vivienda Nueva.

La construcción de la vivienda de nueva planta ha supuesto un coste de 193.856,89€. Actualmente el coste habría sido mayor pues el IVA ha subido al 18%.

**RESUMEN POR UNIDADES DE ACTUACIÓN**

P001-DEMOLICIÓN Y TRABAJOS PREVIOS	0,00 €
P002-MOVIMIENTO DE TIERRAS	979,03 €
P003-CIMENTACIÓN	8.330,88 €
P004-SANEAMIENTO	2.166,87 €
P005-ESTRUCTURA	28.486,30 €
P006-ALBAÑILERÍA	17.487,20 €
P007-SOLADOS Y ALICATADOS	22.374,43 €
P008-CUBIERTA	21.884,84 €
P009-PINTURAS	4.670,55 €
P010-ELECTRICIDAD	5.042,32 €
P011-FONTANERÍA	7.095,49 €
P012-CARPINTERÍA	20.436,12 €
P013-CERRAJERÍA	224,75 €
P014 SEGURIDAD Y SALUD	1.256,52 €

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 140.435,30 €**

<u>PLAN DE CONTROL DE CALIDAD</u>	
13,00 % Gastos generales	18.256,59 €
6,00 % Beneficio industrial	8.426,12 €
SUMA DE PCC G.G., B.I. y PEM	167.118,01 €
16,00 % I.V.A.	26.738,88 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>193.856,89 €</b>

*Tabla 12: Desglose de coste de la vivienda por unidades de obra. Precio de Ejecución Material y Presupuesto General*

A más de los datos de impacto ambiental y el coste económico, se valora el gasto energético durante la vida útil del inmueble, determinando el consumo energético de la vivienda (kWh/m2año) con el programa Archisun (elaborado por el Departamento de bioclimática de la Universidad Politécnica de Cataluña). Este gasto energético va vinculado a los factores de aislamiento climático, iluminación de la vivienda así como las instalaciones dependientes de electricidad para su funcionamiento (frigorífico, lavadora, televisión, etc.). Para ello se considera una duración media de 50 años.

La vivienda objeto de análisis se encuentra en Castuera, estando ubicada esta localidad con Latitud de 38°43'N y Longitud 5°32'O. Con una altitud de 512m.

Los datos climáticos que se considerarán son los reflejados en el apartado 2.2 de esta investigación. A parte de la propia base de datos que dispone el programa de cálculo. Como dato relevante, la zona en que se emplaza la vivienda es una de las áreas con mayor radiación solar de la península, lo que influye en el diseño de la vivienda así como sus sistemas constructivos.

DATOS GENERALES	
Volumen:	893.00 m3
personas:	4
Building use::	permanent housing
media de la T. de sensacion en invierno:	10.89 °C
media de la T. de sensacion en primavera:	22.41 °C
media de la T. de sensacion en verano:	31.10 °C
media de la T. de sensacion en otoño:	24.14 °C
Eln:	7.55 lux
Li:	26.31 dBA
Calefaccion:	10.61 kWh/m2año
Refrigeracion:	4.50 kWh/m2año
Iluminacion:	4.13 kWh/m2año
Agua caliente:	2.28 kWh/m2año
Cocina:	2.01 kWh/m2año
Otros:	1.29 kWh/m2año

*Tabla 13: Datos Generales para la valoración del gasto energético de la Vivienda Nueva.*

La instalación de gas considerada ha sido caldera de combustión con gas natural con un sistema de suelo radiante.. Para la climatización se usa bomba de calor con fanc-oil colocados bajo los techos. El sistema de iluminación utiliza bombillas de bajo consumo. La producción de agua caliente será con panel solar térmico y con apoyo de termo eléctrico. La cocina se considera de gas, aprovechando que el sistema de calefacción utilizará este combustible.

#### 4.2.- ACV rehabilitación y ampliación de vivienda.

La vivienda a rehabilitar se encuentra en una parcela de superficie 112m<sup>2</sup>, en el barrio del cerrillo. En su estado actual presenta planta baja (66,78m<sup>2</sup> construidos), el "doblao" (62,35m<sup>2</sup> construidos) el resto de la parcela es patio.



*Ilustración 58: Estado actual vivienda a rehabilitar C/ Cuesta de la fuente 21 (Castuera)*

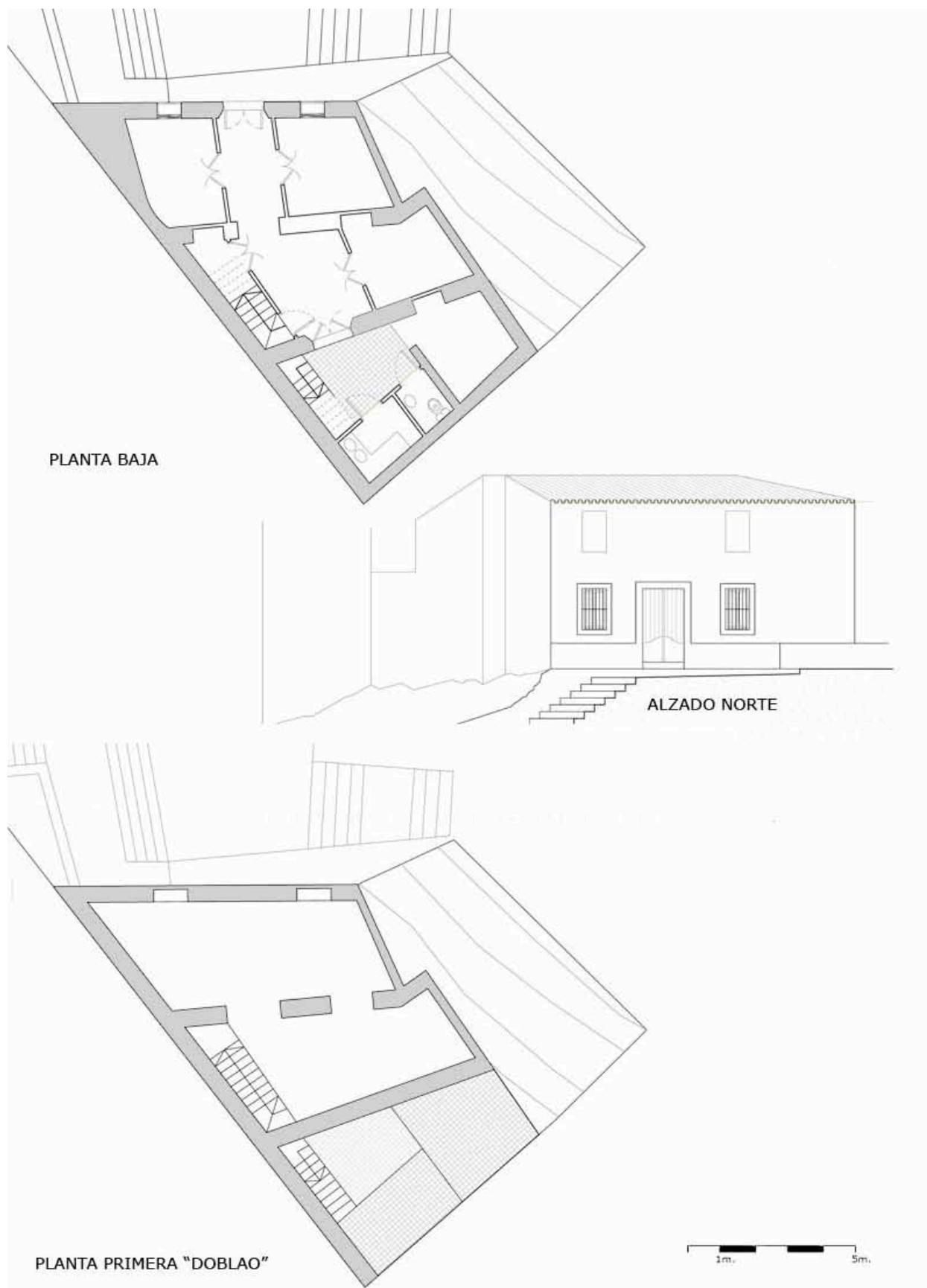


Ilustración 59: Planta Baja, "Doblao" y Alzado Norte del estado actual de la vivienda C/ Cuesta de la fuente 21 (Castuera)

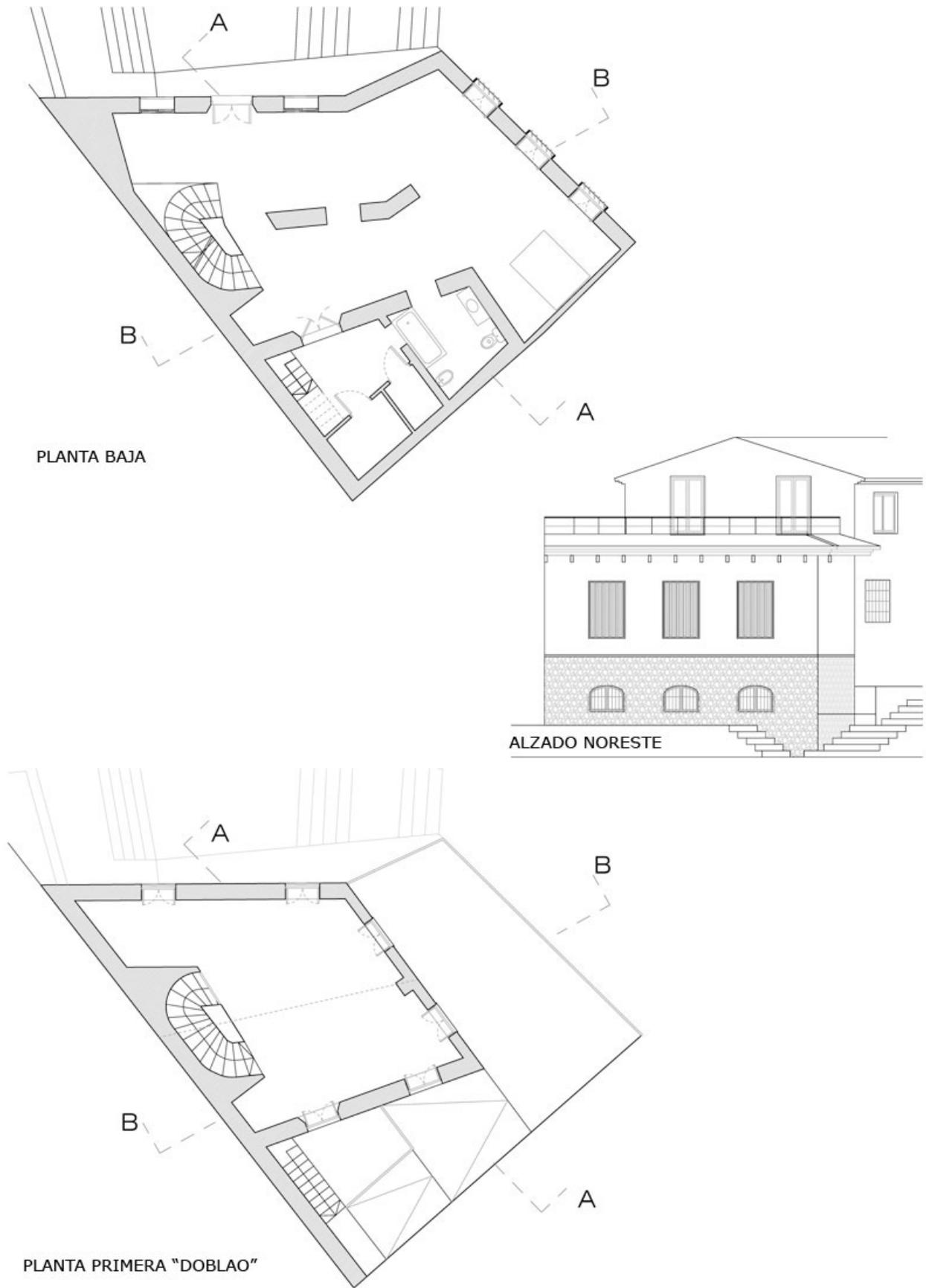
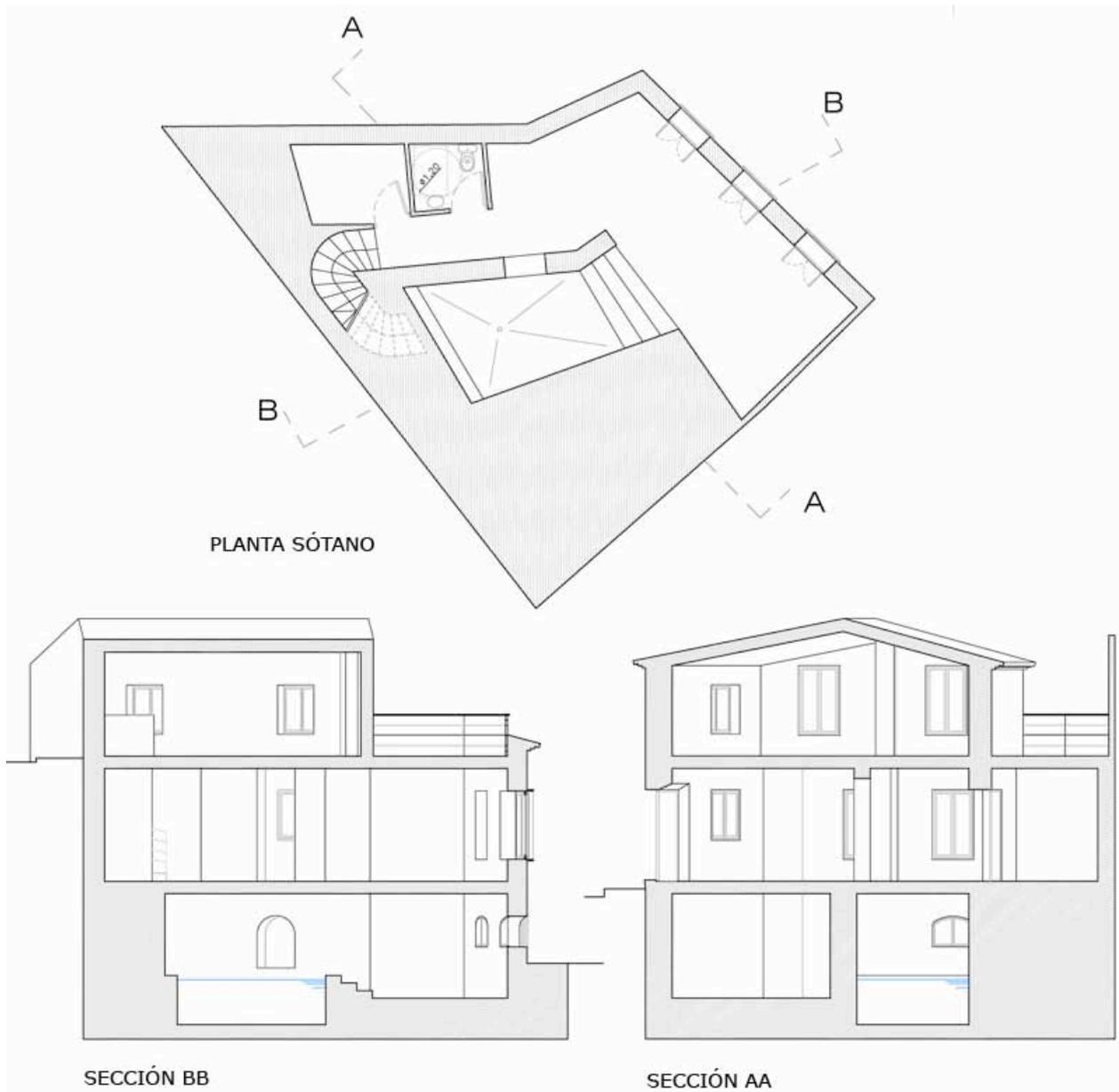


Ilustración 60: Planta Baja, Primera y Alzado Noreste del estado final de la Vivienda Rehabilitada-ampliada C/ Cuesta de la Fuente 21 (Castuera)



*Ilustración 61: Planta de sótano y secciones final de la Vivienda Rehabilitada-ampliada C/ Cuesta de la Fuente 21 (Castuera)*

El proceso de rehabilitación de la vivienda seguirá una metodología de deconstrucción según la unidad de obra correspondiente. La mayor parte del trabajo es manual, sin necesidad de máquinas, cuando se use maquinaria (camiones, excavadoras, etc) los valores serán reflejados en el análisis de la unidad de obra a la que correspondan:

I. Cubierta:

La constructora encargada de la ejecución de obra destina una cuadrilla de albañiles para desmontar por partes esta unidad de obra, en primer lugar las tejas (serán almacenadas para posterior reutilización). Limpieza de la tierra y transporte a la planta de tamizado para su posterior uso. Desmontaje de la tablazón anclada a los troncos con puntas de hierro. Los troncos tras el desmontaje deberán ser supervisados por el carpintero para verificar la presencia de carcoma o aspectos que hayan podido dañarlos y complique su utilización como elemento de soporte para la cubierta.

### II. Estructura:

Los muros de carga norte y sur del "doblar" serán deconstruidos, parte de los mampuestos se utilizarán en subir el muro suroeste (esos materiales se almacenarán en la vivienda para evitar transporte) el resto se llevará a la planta de tamizado donde permanecerán hasta ser empleados en otra obra.

El proceso de deconstrucción sirve también para aligerar el inmueble permitiendo abordar la excavación y cimentación por bataches.

### III. Albañilería:

El muro Este construido con adobe deberá ser demolido pues su reutilización se hace difícil, siendo más provechoso el traslado a la planta de tamizado para su posterior reutilización. Se puede volver a hacer adobes (con gasto energético mínimo) o bien para mortero de cal.

### IV. Revestimientos:

La solería actual de la vivienda está realizada con baldosas hidráulicas de 20x20cm y de 30x30 en el centro del pasillo de mayor resistencia por tratarse de una zona de mayor trasiego. Mediante proceso manual se realizará el levantamiento de esta solería para posteriormente ser reutilizada con la misma función y en las zonas donde fueran necesarias. El doblar no tiene solería pues está en bruto, sin acabado alguno.

Realizada la desconstrucción se apuntalarán los elementos y se empezarán el movimiento de tierras. Para el estudio de cada una de las unidades de obra se hará con el mismo criterio utilizado en la Vivienda Nueva, es decir, valoración de impacto por metro cuadrado construido. Será necesario considerar este valor de referencia para así poder comparar los resultados de los dos casos estudiados.

#### 4.2.1.- Movimiento de Tierras.

Teniendo en cuenta que el proyecto busca ampliar a través de la excavación de un sótano bajo la parte construida, es necesario realizar una actuación por bataches. Previo a esta actuación se realiza el levantamiento de las baldosas mediante trabajo manual de operarios sin uso de elementos mecánicos que pudieran generar gasto energético. Así se reutiliza el material y reduciremos el gasto en nuevos materiales para el pavimento de algunas áreas del inmueble.

En la parte medianera do de no hay nada construido se actuará también por bataches por tener una construcción de tres plantas a fin de no provocar posibles asentamientos o desplomes del inmueble colindante. El resto de la cimentación podrá cavarse sin necesidad de hacerlo por partes divididas y siguiendo modelo similar al de un proyecto de nueva planta (similar a lo visto en el otro caso).

Al contrario que en el proyecto anterior, las tierras obtenidas de esta excavación se trasladan a una planta de separación de materiales que existe en la localidad. Esta empresa lleva un trabajo exhaustivo de separación de materiales pétreos, arenas, arcillas, etc. aunque es un negocio familiar y se trata de un caso único en la localidad.

En el movimiento de tierra también está contemplada la deconstrucción de la cubierta para poder reutilizar las tejas, troncos y tablazón en el proyecto final (se refleja en las toneladas-kilometro por metro cuadrado, pues el mismo camión tiene grúa que permite la deconstrucción de las vigas y el transporte hasta el local de almacenaje). Así mismo, los muros norte y sur, realizados con mampostería serán trasladados a planta para someter a tamiz y poder posteriormente reutilizar la mampostería en el recrecido del muro oeste, continuando así con el sistema constructivo (muro de mampostería tomado con mortero de cal).

El tipo de suelo que hay en la parcela es pizarra por lo que no será necesario el vertido de hormigón para evitar cualquier cambio de humedad que pueda afectar a la estructura.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Las partidas consideradas para el estudio son:

- Excavadora hidráulica: 0,67m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.
- Camión de transporte: 13,4T·km/m<sup>2</sup>.

Esta unidad de obra únicamente se ve afectada por los materiales en la medida de saber el destino del material extraído en la excavación. Según el estudio geotécnico suelo compuesto por una primera capa de arena y pasando por transiciones con el limo y la arcilla hasta llegar al firme pizarroso. En este caso se sabe que serán destinados a la planta de tamizado para su reutilización. No existe modo de valorar esta opción, frente a tirarlo a la escombrera, el hecho de reflejar su destino es para dar constancia de lo realizable.

El impacto en esta unidad se limitará a las máquinas por lo que los diagramas son sencillos, quedando el impacto de la excavadora frente al del camión que transportará los materiales hasta tres kilómetros de donde se realiza la obra.

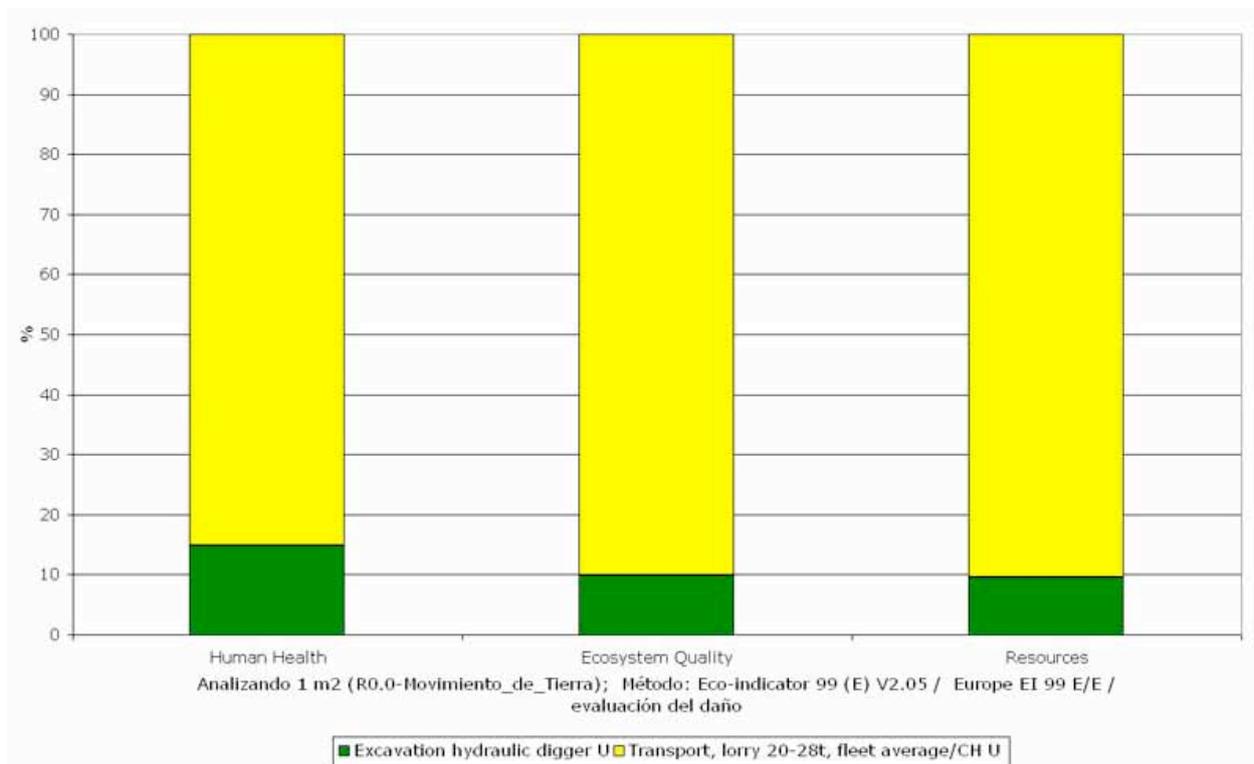


Ilustración 62: Evaluación del impacto según ámbitos.

En esta unidad de obra no existen cambios y la valoración será similar, la única variación es que en esta unidad de obra hay mayor cantidad de tierra excavada y transportada. Su impacto se verá de mejor modo en el apartado de comparación así como todo lo que pueda influir al proyecto de rehabilitación, pues esta parte habitualmente no es necesaria en las rehabilitaciones, es un apartado impuesto para poder saber cuánto menos impactante puede llegar a ser rehabilitar y ampliar frente a construir de nueva planta.

### 4.2.2.- Cimentación.

Se trabajará por batches en los tramos delicados para evitar cualquier perturbación de la estructura existente. La cimentación se desarrolla con muros de contención, zapatas flexibles perimetrales de hormigón armado, atadas mediante vigas de riostra o centradoras y asentadas sobre la pizarra.

Características de los materiales y controles exigidos que se realizaron:

- \* Cemento tipo CEM-II

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

- \* Árido: Arena y grava procedentes de machaqueo, Ø20 mm. en H-100, 40 mm. en HA-25.
- \* Hormigón: Fck= 25 N/mm<sup>5</sup> en muros, zapatas, riostras y soleras.
- \* Armaduras: barras de acero corrugadas del tipo B 500 S y Fyk = 500 N/mm<sup>5</sup>

Se protegen los elementos estructurales según las indicaciones del Código Técnico de la Edificación. En los muros se colocará un fieltro impermeabilizante para evitar la entrada de agua en las zonas coincidentes con los muros originales, para evitar cualquier filtración de agua al interior de la vivienda.

Los hormigones son de consistencia blanda y se elaboran, transportan y ponen en obra según prescribe el CTE, siguiendo las indicaciones prescritas para la cimentación por bataches.

El vertido del hormigón se realiza desde una altura no superior a 100 cm. Vertido y compactado por tongadas de espesor suficiente para la correcta utilización de barra o vibrador de compactación, de manera que no se produzca disgregación, que las armaduras experimenten movimientos, queden envueltas sin dejar coqueas y el recubrimiento sea el especificado.

Las partidas consideradas para el estudio son:

- Hormigón de limpieza: 0,010m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.
- Hormigón zapatas y solera: 0,082m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.
- Hormigón muro: 0,098m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.
- Armadura zapatas y solera: 1,005kg/m<sup>2</sup>.
- Armadura zapatas y vigas: 6,040kg/m<sup>2</sup>.

De nuevo los materiales son los mismos (hierro y hormigón) para la construcción de las distintas partidas de la cimentación. Se ve claramente como el hormigón vuelve a ser más impactante en la parte de Salud Humana (Humand Health) y Recursos (Resources), mientras el acero daña más la parte de Calidad del Ecosistema (Ecosystem Quality) motivo de estudio en esta investigación.

En cuanto a los procesos aparecen los mismos materiales en idéntica secuencia, respondiendo a fases de transformación y productos intermedios hasta lograr el material que se utilizará en obra: cemento, hierro, arena y cantos rodados o de machaqueo.

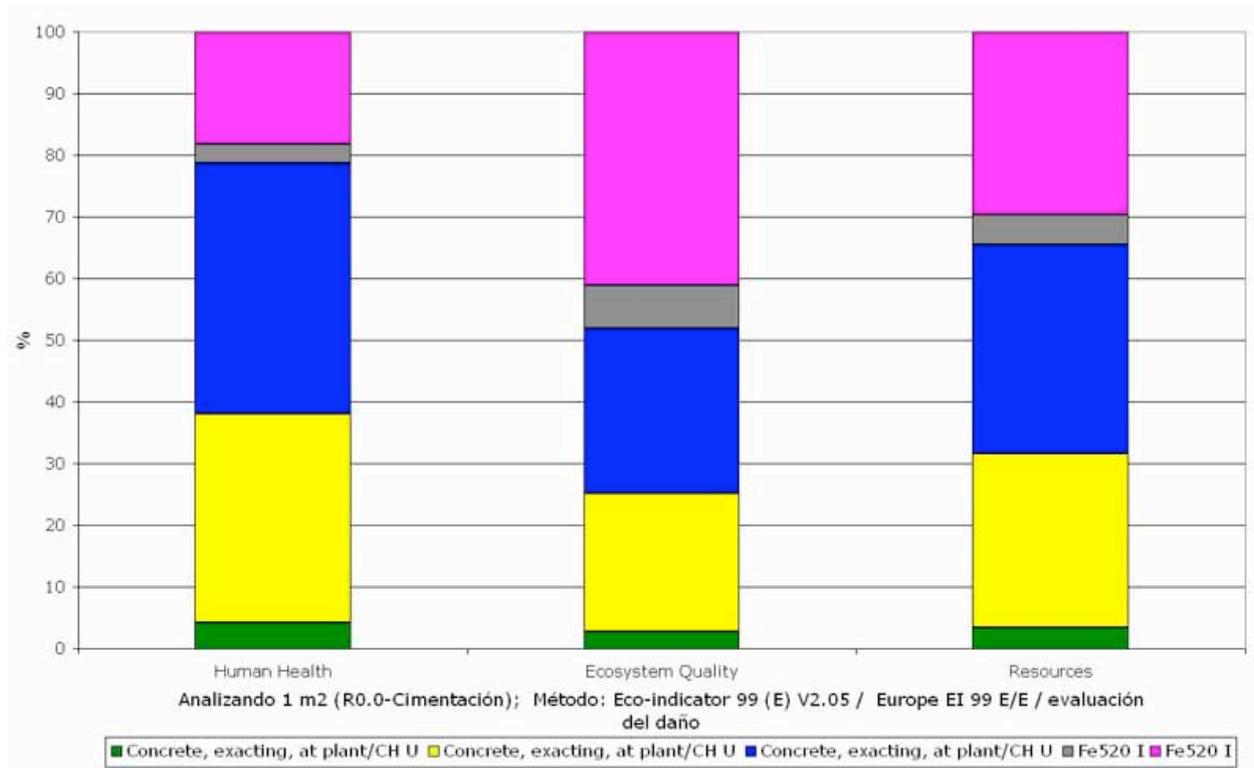


Ilustración 63: Evaluación del impacto según ámbitos.

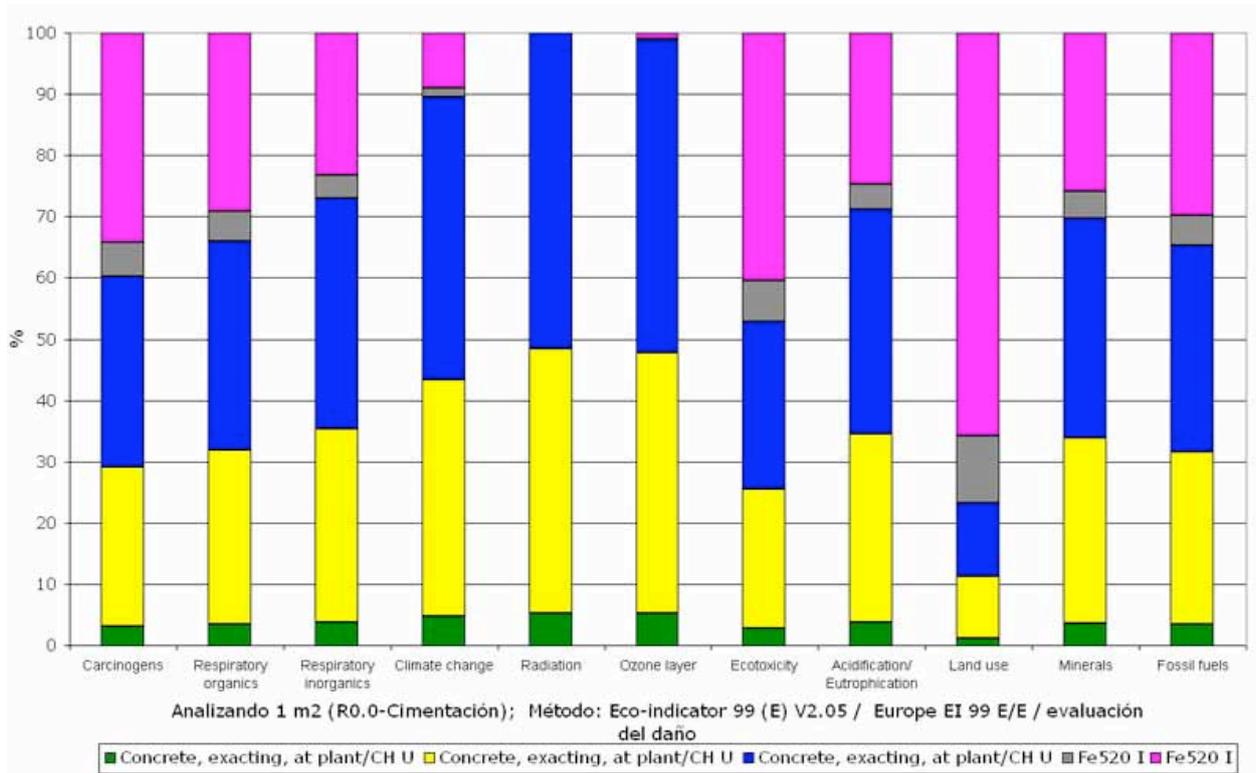


Ilustración 64: Evaluación del impacto según categorías.

Los valores reflejan un mismo comportamiento del daño producido por el uso de estos materiales en las distintas categorías, lo que lleva a un acercamiento del resultado final. Es decir, si en estas dos últimas unidades de obras no ha habido cambio de los materiales, la diferencia radicará en el volumen de materiales que se utilicen. Entre otras cosas porque ambas obras distan menos de dos kilómetros por lo que no va a influir la cercanía a empresas distribuidoras de materiales y si la cantidad de material utilizado por metro cuadrado construido.

#### 4.2.3.- Estructura.

El sistema estructural trabaja con sistemas tradicionales de construcción. Para la zona del sótano se utilizan muros de carga mediante mampuestos y ladrillo perforado. En la parte existente se utiliza forjado unidireccional, en el resto de zonas forjados a base de vigas de madera, entablado y elementos ligeros para aislamiento acústico y térmico.

El forjado de planta primera es unidireccional pero no tiene capa de compresión, para garantizar un trabajo conjunto se rematará la parte construida actual con pilares y vigas de hormigón, para poder garantizar la correcta ejecución de la capa de compresión que falta en este forjado y un trabajo monolítico. Esto facilitará el anclaje de vigas y traviesas de madera mediante sistema de tornillería, estos perfiles son reutilizados de escombros producidos en obras de Castuera y pueblos de alrededor, salvados directamente desde las escombreras de cada punto y a los que se les aplicarán el tratamiento insecticida e impermeabilizante. A más se reutilizarán perfiles UPN desechados de un proyecto que se realizó en Cáceres, por lo que el impacto considerado para este material igual que para pilares y vigas de madera será el transporte desde su lugar de origen.

Los tableros utilizados para el encofrado serán reutilizados en la construcción de forjados alargando el ciclo de vida de estos materiales.

Características de los materiales a emplear:

- \* Cemento: CEM-II.
- \* Árido: rodado de 20 mm. de diámetro máximo.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

- \* Hormigón:  $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$  consistencia plástica.
- \* Armaduras: barras de acero corrugadas del tipo B 500 S y  $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ .
- \* Encofrados: madera de pino.

El hormigón fue elaborado, transportado y puesto en obra según las indicaciones del CTE.

Las barras de acero se cortan, labran, solapan, doblan y disponen según prescribe CTE. Estando libres de impurezas y sin estados aparentes de oxidación. El encofrado de las jácenas se ejecutará con madera de pino, al igual que el de las losas de escalera, siguiendo los criterios de construcción ya citados. Todos los encofrados se atenderán a lo especificado en el CTE. El desencofrado de todos los elementos estructurales se realizará cuidadosamente, procediéndose con posterioridad a la limpieza de los encofrados y las reparaciones en los elementos estructurales.

La estructura horizontal en las zonas construidas, será forjado sanitario en el suelo de planta baja realizado con viguetas autorresistentes, los demás serán forjado unidireccional compuesto de viguetas semirresistentes de celosía. Las bovedillas son de hormigón de 22cm. de canto y 64cm. de ancho con longitud estándar. La distancia entre eje de las viguetas se ha previsto sea de 70cm. El forjado se completa con una capa de compresión de 5cm. y con los refuerzos resultantes del cálculo a base de redondos de acero corrugado estirado en frío del tipo B 500 S de resistencia característica  $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ , según el tipo, disposición y longitud señaladas en los planos de Estructura. El canto del forjado será de 26cm. Los forjados llevarán además, en cumplimiento de las condiciones señaladas en la EHE, un mallazo de figuración que será de tipo F-1 MACSA. Estas mallas podrán sustituirse a criterio de la Dirección de Obra por otra similar más abundante en el mercado local, siempre y cuando cumplan las características mecánicas y de calidad solicitadas. Los forjados se ejecutarán conforme con la Instrucción EFHE.

Las losas de escalera se ejecutarán con hormigón armado, de resistencia 25  $\text{N/mm}^2$ , con el espesor definido en planos, provista de armadura superior e inferior.

En todos los elementos estructurales se exigirá a la contrata un nivel de control medio, a realizar por laboratorio homologado, así como autorización de la Dirección Técnica para el uso de forjados y elementos prefabricados. Se protegerán los elementos estructurales según CTE.

Las partidas consideradas para el estudio son:

– Hormigón de pilares:	0,009m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .
– Armadura de pilares:	0,540kg/m <sup>2</sup> .
– Capa de compresión:	0,016m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .
– Vigas perimetrales H.A.:	0,031m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .
– Armadura v.p. y capa de compresión:	2,213kg/m <sup>2</sup> .
– Viguetas prefabricadas:	24,249kg/m <sup>2</sup> .
– Bovedillas de hormigón:	45,540kg/m <sup>2</sup> .
– Aislamiento lana de roca PB:	0,170kg/m <sup>2</sup> .
– Tableros PB:	6,460kg/m <sup>2</sup> .
– Vigas UPN PB:	0,280T·km/m <sup>2</sup> .
– Aislamiento lana de roca:	0,170kg/m <sup>2</sup> .
– Tableros P1:	6,460kg/m <sup>2</sup> .
– Vigas de madera:	0,810T·km/m <sup>2</sup> .
– Fardos de paja en cubierta:	0,370kg/m <sup>2</sup> .
– Tableros en forjado cubierta:	0,850kg/m <sup>2</sup> .
– Vigas de madera cubierta:	0,850T·km/m <sup>2</sup> .
– Pilares de madera:	0,490T·km/m <sup>2</sup> .
– Vigas de madera:	0,120T·km/m <sup>2</sup> .

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Para esta unidad de obra aparecen materiales nuevos y en gran medida derivados de la deconstrucción de otros edificios. Para estos materiales reutilizados se considero como daño sobre el Medio Ambiente el proceso de deconstrucción y el transporte desde el lugar de origen hasta donde vaya a reutilizarse.

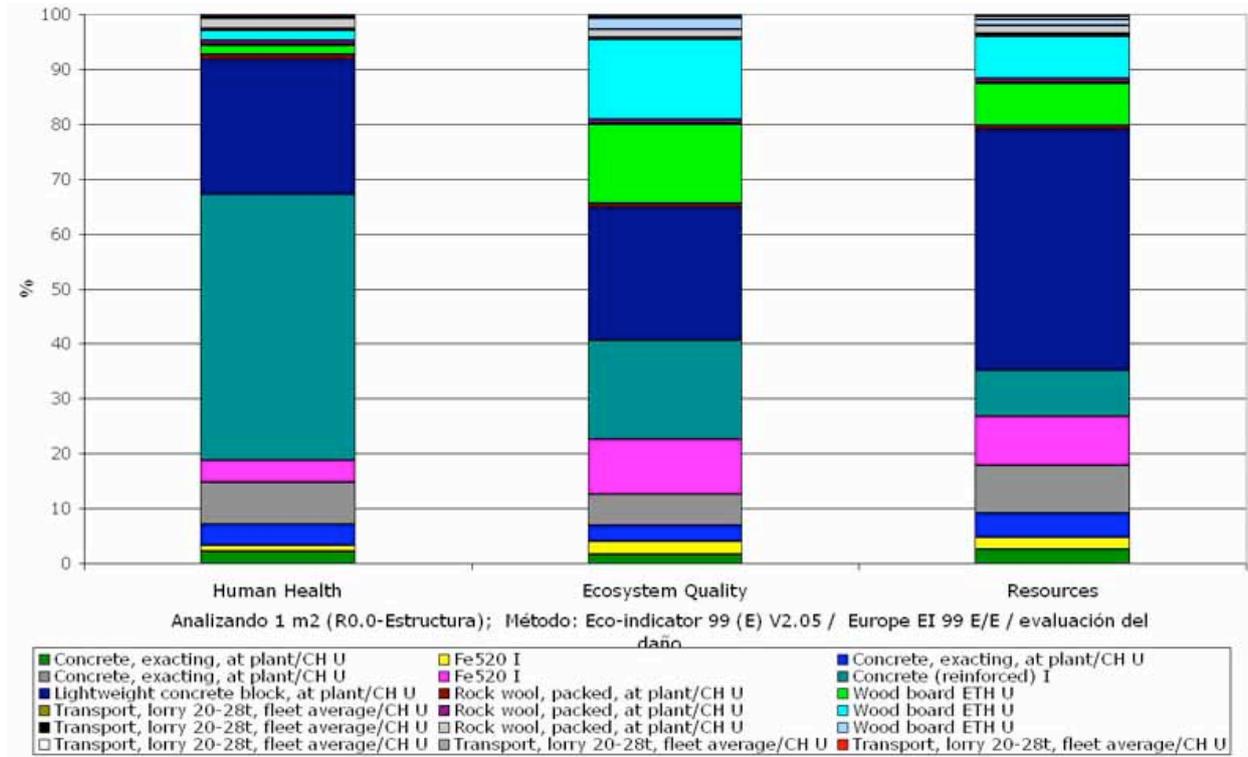


Ilustración 65: Evaluación del impacto según ámbitos.

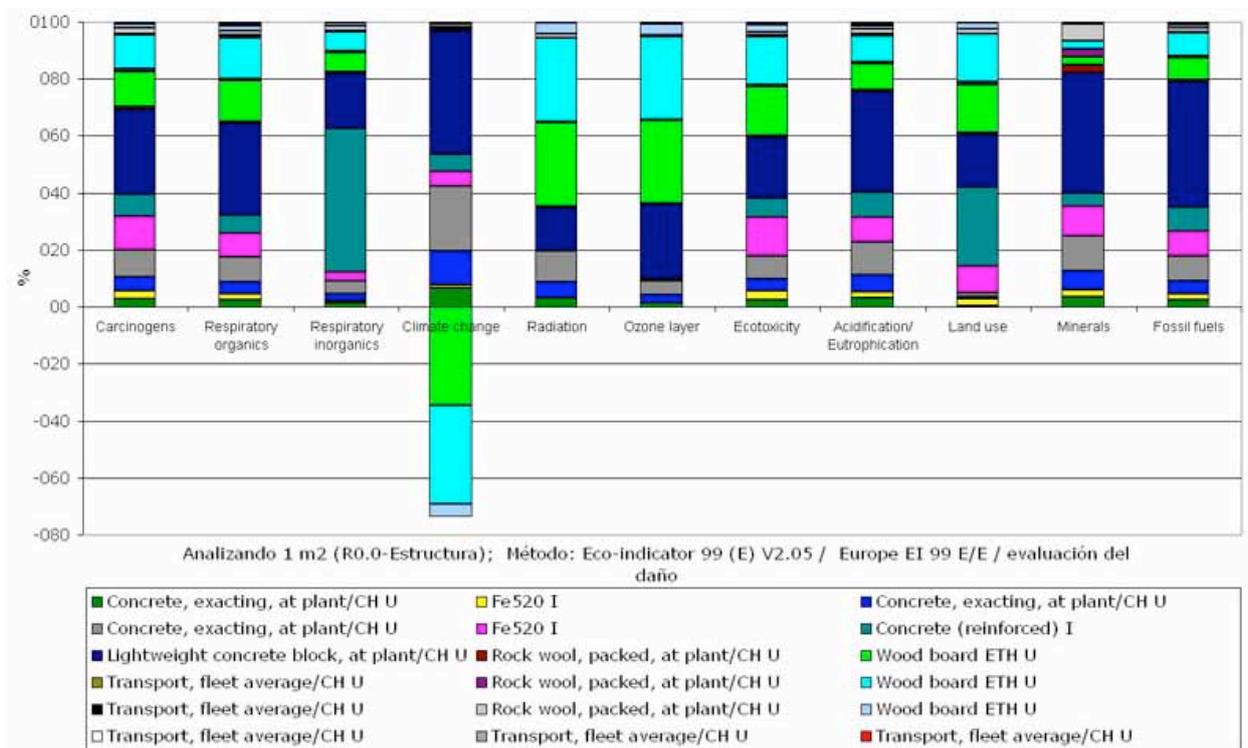


Ilustración 66: Evaluación del impacto según categorías.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

En este caso los materiales prefabricados, bloques de hormigón aligerado y viguetas, son los representativos. En el caso de Salud Humana (Human Health) son las viguetas prefabricadas (Concrete (reinforced) I) y en los Recursos (Resources) los bloques de hormigón aligerado. En el caso de la calidad del ecosistema destaca el porcentaje del impacto vinculado a los paneles de madera.

En la gráfica de categorías, para la categoría Cambio Climático (Climate Change), surge el valor negativo en los paneles de madera. Es decir, este valor negativo de la gráfica muestra no haber daño para esta categoría. Hablamos de un material que contribuye a los ciclos de vida absorbiendo CO2 y un correcto ciclo de vida permite reducir el daño potencial. No obstante, con la gráfica ponderada de categorías se ven las partes (Pt) de daño generado en cada categoría por metro cuadrado construido.

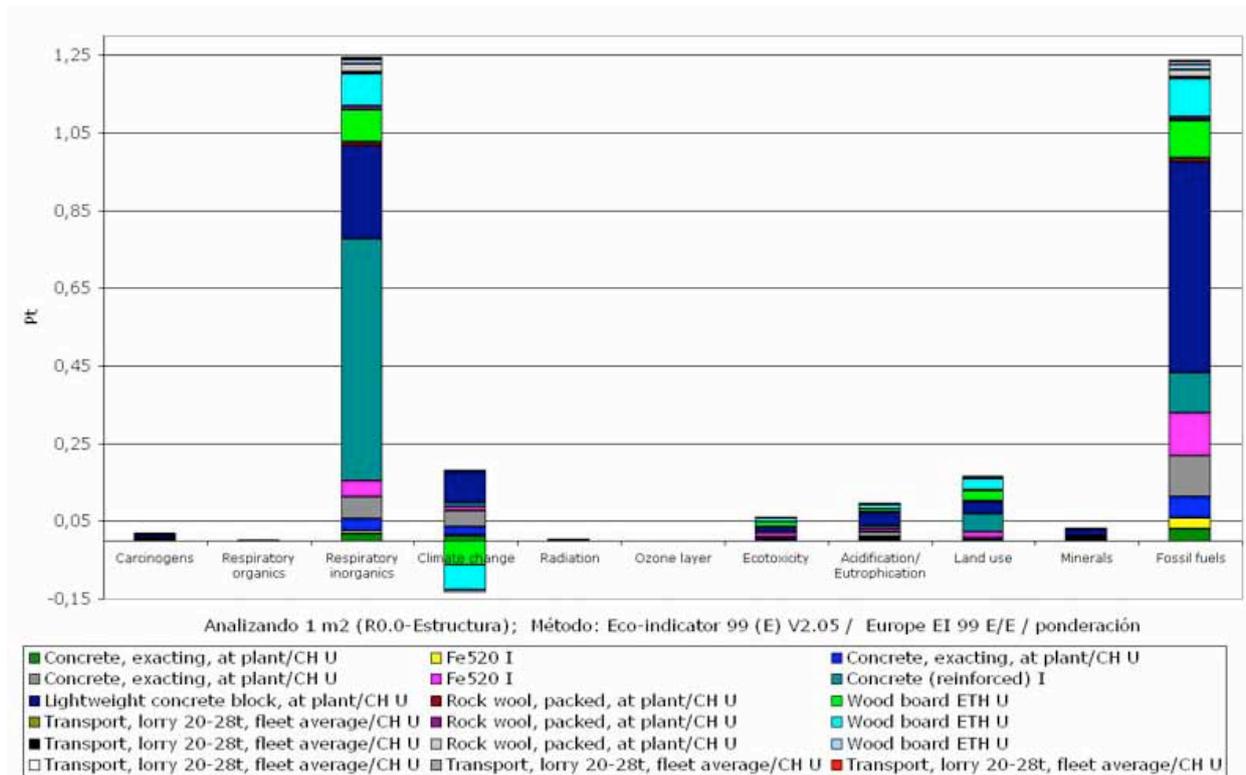


Ilustración 67: Evaluación ponderada del impacto según categorías.

Los daños más representativos del uso de tableros de madera de pino (normalmente usados para encofrado) son producción de partículas respiratorias inorgánicas, consumo de combustibles fósiles y el uso de suelo. El resto de categorías se ve afectado en valores poco representativos en comparación con las nombradas. Por el lado positivo, que hasta ahora no se había dado el caso, está la categoría referente al Cambio Climático, donde el valor roza las 15Pt. Es decir, aunque el uso de la madera pueda ser negativo en algunos aspectos, siempre habrá una parte ayudando a ralentizar el cambio climático. Siendo claramente los materiales más dañinos, en esta unidad de obra, los prefabricados, bloques de hormigón aligerado y viguetas de colores azul y verde oscuro.

Será necesario ver la comparación de unidades de obras para entender lo impactante que puede ser esta unidad de obra y cuales son los procesos más representativos de la misma. En un primer acercamiento se puede valorar dentro de esta unidad de obra aquellos procesos más dañinos en las fases de transformación de la materia prima hasta obtener el producto final utilizado en la obra.

De la red de procesos se obtiene como agente directamente implicado en esta situación el tipo de energía utilizada para los procesos de producción. (Ver anexo II).

En esta unidad aparece como más dañino el proceso de limpieza de la madera de pino. No siendo el único proceso relacionado con la madera reflejado en la gráfica, hay otros representativos mostrando todo lo necesario hasta poder usar el material final. Algo positivo para estos tableros es que serán reutilizados en la obra, primero para el encofrado y después como acabados en los forjados. Esta acción no hay modo de valorarla, igual que ocurrió con el traslado de algunos materiales a la planta de tamizado para su posterior reutilización.

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

A más, los Procesos remanentes alcanzan un valor superior al doble (~28%) respecto a la limpieza de madera (~13%). Dentro de esos procesos, en color azul oscuro aparece el uso de uranio (Uranium natural in concentrate U) representando su uso en centrales nucleares para la producción de energía eléctrica, la cual es necesaria para el funcionamiento de la maquinaria transformadora de la madera (ver anexo II). Una vez más aparece cuanto puede afectar el proceso de transformación, así mismo, no toda la madera del mundo se produce usando energía eléctrica proveniente de centrales nucleares. Era necesario mostrarlo de este modo para así ver como de influyentes son los procesos, pues un material puede ser lo menos dañino para el Medio Ambiente mas son sus procesos quienes originan ese daño. No se debe olvidar la MOCHILA ECOLÓGICA asociada a todos, seres vivos o inertes, pues todos actúan como agentes en la evolución del planeta.

[...]

*«Esta piedra sólo es piedra, no tiene valor, pertenece al mundo de Maja; pero como en el circuito de las transformaciones también puede llegar a ser un ente humano y un espíritu, por ello le doy valor». Así, quizás, hubiera pensado antes. Pero ahora razono: esta piedra es una piedra, también un animal, también un dios, también un buda; no la venero ni amo porque algún día pueda llegar a ser esto o lo otro, sino porque todo esto lo es desde hace tiempo, desde siempre. Y, precisamente, esto que ahora se me presenta como una piedra, que ahora y hoy veo que es una piedra, justamente por ello la amo y le doy un valor y un sentido en cada una de sus líneas y huecos, en el amarillo, en el gris, en la dureza, en el sonido que produce cuando la golpeo, en la sequedad o humedad de su superficie. [...]*<sup>xxiii</sup>

A través de la reflexión de Herman Hesse en su libro "Siddharta" hay un acercamiento a la comprensión de los procesos, transformaciones y la vida. Independientemente del comportamiento de los seres humanos el planeta seguirá en su proceso de evolución. Se podrá optar por ir de la mano evitando lo dañino de algunos procesos o sencillamente obviarlo todo y disfrutar aunque ello le cueste la vida a otros seres vivos y algún día a la raza humana.

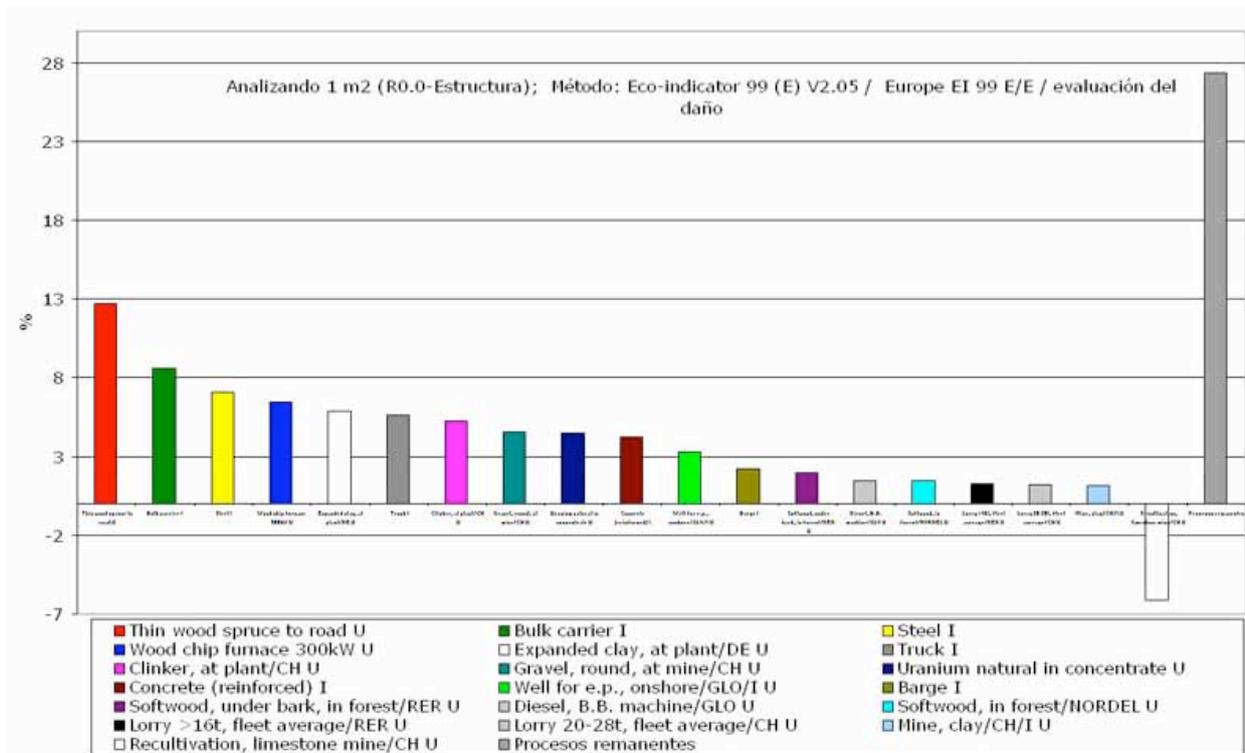


Ilustración 68: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

El valor negativo del penúltimo proceso, recultivo de zonas mineras (Recultivation, limestone mine/CH\_U), se muestra con valor negativo por tratarse de un proceso positivo para el planeta. Es decir, aunque para la obtención del fin es necesario el gasto energético, el proceso en sí tendrá resultados beneficiosos para el Medio Ambiente. El recultivo de zonas mineras consiste en sanear de modo progresivo las superficies afectadas por la excavación a cielo abierto. Se restablecen así las condiciones naturales del entorno para destinarlas a cultivo o sencillamente espacio natural de reforestación.<sup>xxiv</sup>

### 4.2.4.- Albañilería.

#### Cerramientos exteriores:

En la planta de sótano el muro se construirá con un muro de carga compuesto por mampostería hacia el exterior, ladrillo perforado en el interior y tierra en el centro. Tanto la piedra como la tierra se traerán de la planta de tamizado donde fueron llevados los materiales fruto de la deconstrucción de los muros del "doblao" y la excavación.

Los cerramientos exteriores se construyen con el sistema de muros de fardos de paja no portante. Las cargas recaen en la estructura de vigas y pilares de madera. Para ello es necesario que los fardos estén directamente conectados con los elementos estructurales. Estos muros cumplen las prescripciones establecidas en el CTE siendo resistentes al fuego, con coeficiente de aislamiento térmico de  $0,14W/m^2K$  y aislamiento acústico de 55dBA.<sup>xxv</sup>

Los fardos de paja son reutilizados

Para el muro perimetral del semisótano se realizarán con mampostería hacia el exterior, ladrillo perforado en el interior y una capa de arena intermedia, tomado con mortero de cemento M6a. Se garantiza la estanqueidad, aislamiento térmico y atenuación acústica de 51dBA.

#### Tabiquería:

Las particiones interiores se realizaron con tabicón de ladrillo hueco doble, tomado con mortero de cemento M4a, con una atenuación acústica de 45 dB A. La separación con el garaje se ejecutará con citara de ladrillo perforado, tomado con mortero M-40.

El peldañeo de escaleras y accesos se efectuará con ladrillo hueco doble, tomado con mortero de cemento M6a. No se emplearán restos de piezas procedentes de otras unidades de obra.

El forro de las chimeneas de ventilación se efectuará con tabicón de ladrillo hueco doble de 7 cm. de espesor, tomado con mortero M6a. Las chimeneas de ventilación se ejecutarán mediante conductos de bloques de hormigón acoplados, aislados en los pasos de forjado y provistos de rejilla de lamas y acoplador.

Las partidas consideradas para el estudio son:

- Piedra (reutilizada):	3,32T·km/m <sup>2</sup> .
- Ladrillo perforado (cerramiento):	17,580kg/m <sup>2</sup> .
- Mortero de cal (cerramiento):	5,100kg/m <sup>2</sup> .
- Panel de poliestireno (3cm):	0,130kg/m <sup>2</sup> .
- Fardos de paja (Reutilizado):	0,66T·km/m <sup>2</sup> .
- Ladrillo hueco (tabiques):	10,930kg/m <sup>2</sup> .
- Mortero de cal (tabiques):	1,270kg/m <sup>2</sup> .

El impacto e los materiales en esta unidad de obra se ajusta casi proporcionalmente a la cantidad de uso. Como ya se ha visto en otras unidades, aparecen incrementos o disminuciones del impacto según el ámbito. Para el ladrillo y el poliestireno son más dañinos a nivel de recursos. Mientras el transporte de materiales y el mortero de cal son más representativos en el ámbito de Salud Humana (Human Health) y Calidad del Ecosistema (Ecosystem Quality).

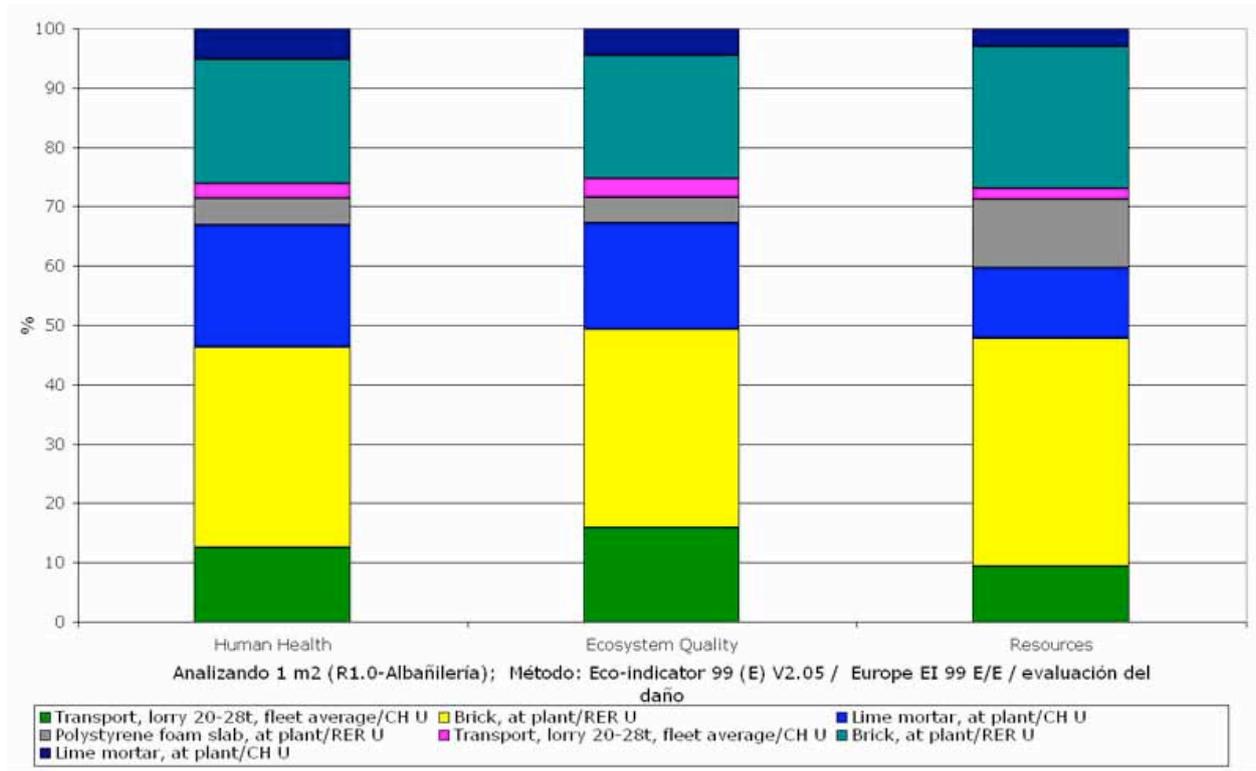


Ilustración 69: Evaluación del impacto según ámbitos.

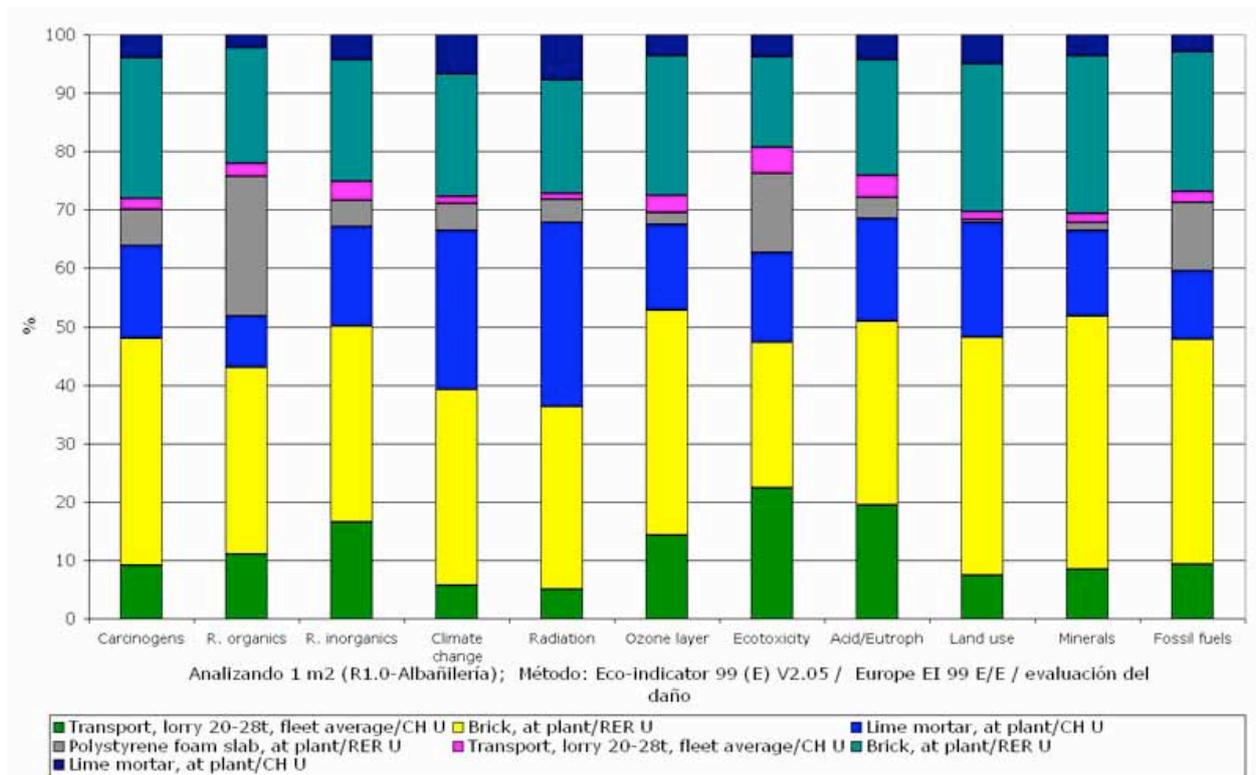


Ilustración 70: Evaluación del impacto según categorías.

Se observa el mayor impacto del ladrillo en consumo de combustible fósil, su influencia directa con el daño en la capa de Ozono y la producción de agentes cancerígenos.

El mortero de cal sustituye al cemento utilizado para esta misma unidad de obra en la Vivienda Nueva, su impacto es más relevante en las categorías de cambio climático y radiaciones, en menor medida en el uso de la tierra y acidificación. La situación es parecida al lugar que ocupaba el cemento, será necesario acudir a la valoración pormenorizado del impacto al final de este capítulo para saber lo

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

relevante del cambio. Así mismo, la comparación de las mismas unidades de obra para cada vivienda permitirá concretar si se ha reducido el impacto al cambiar de materiales de características y funciones similares (Cemento vs. Cal).

Los kg/m2 usados de mortero de cal representan el 20% frente al uso del ladrillo. A pesar de ello a nivel de impacto representa el 36,6%. Es decir, para esta unidad de obra, por cada kg/m2 de cal usado el impacto es 3,28%. Mientras que para el ladrillo es del 2%. Se reafirma nuevamente importante de los procesos de transformación en el análisis del impacto.

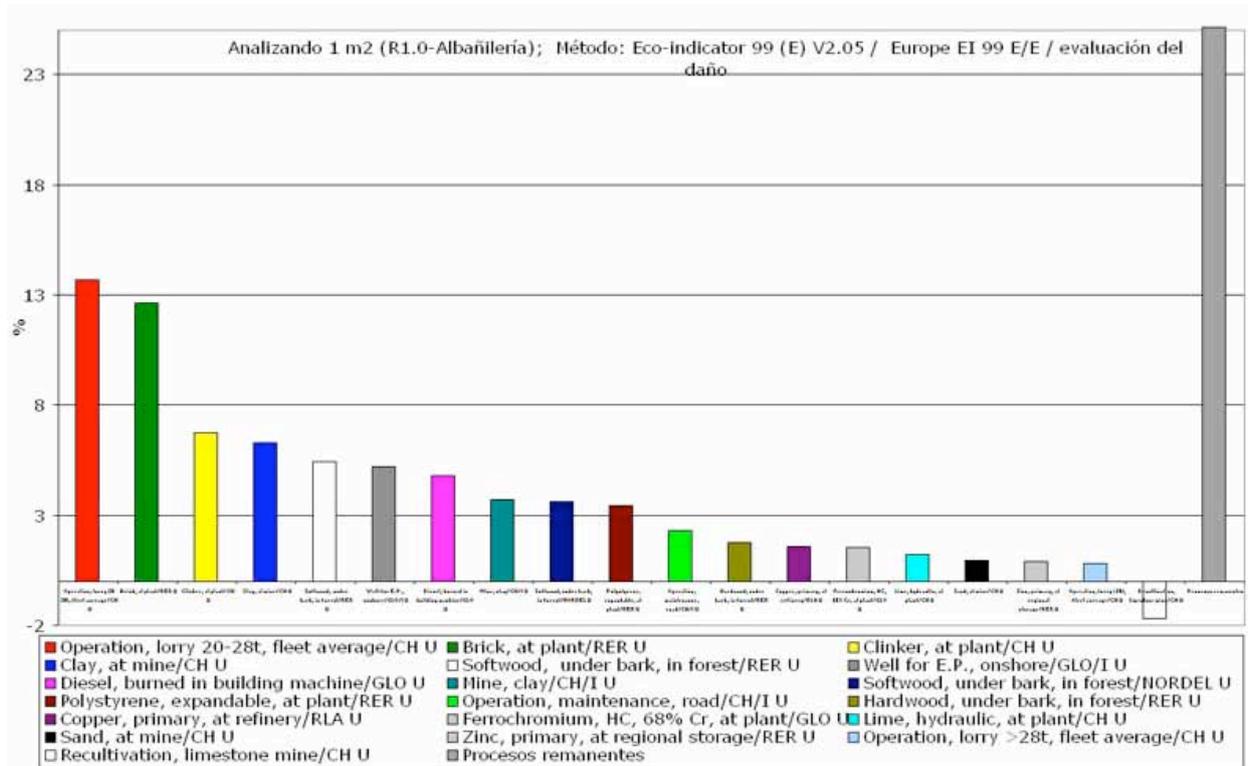


Ilustración 71: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.

La aparición del transporte como el proceso de más impacto resulta evidente, pues gran parte de los materiales han sido reutilizados, derivado de lo cual ha sido necesario el transporte desde su origen de deconstrucción hasta la obra.

Hay un grupo de procesos a partir del ladrillo (Brick, at plant/RER U) vinculados con la producción de cal, prueba clara del calculo mostrado anteriormente en base a porcentajes de influencia en el impacto de los materiales para esta unidad de obra.

De nuevo se da el proceso de la Recultivación minera (Rcultivation, limestone mine/CH U), como en la unidad de obra anterior. Así como se vuelve a alcanzar un valor en Procesos Remanentes doble al proceso de mayor repercusión representado en la gráfica. Todo ello, como ya se ha explicado, motivo de la innumerable cantidad de procesos necesarios para la producción de materiales de obra.

4.2.5.- Cubiertas.

Cubierta inclinada:

Recuperando el modo tradicional de construcción se reutilizarán los troncos que se desmontaron de la cubierta existentes sobre los que se colocará la tablazón. Para garantizar el aislamiento acústico y térmico se colocará con poliestireno extrudido, que se protegerá con capa de mortero de cal sobre a que se colocará la teja curva surgida de la deconstrucción del tejado original.

Para la colocación de la teja se replantea sobre la línea de alero, situando la primera hilada de piezas, perfectamente acopladas. Las tejas vuelan 5 cm. sobre la línea de alero. Las piezas se recalzan con mortero de cemento hasta que el asiento de la segunda hilada sea perfecto.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

### Cubierta plana:

Cubierta transitable que se construirá sobre el forjado de la zona ampliada. La capa de formación de pendiente se realizará con hormigón aligerado con un espesor no superior a 10cm. Capa de mortero para garantizar la planeidad y evitar irregularidades que puedan dañar la capa impermeabilizante de asfalto. Se protege con mortero de cemento para recibir la capa de paneles de poliestireno, protegido con mortero y sobre la que se tomarán baldosas reutilizadas (adquiridas de un edificio antes de su demolición).

Las partidas consideradas para el estudio son:

- Formación de pendiente: 0,014m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.
- Lámina asfáltica: 0,05USD.
- Poliestireno: 0,052kg/m<sup>2</sup>.
- Mortero cubierta inclinada: 6,917kg/m<sup>2</sup>.
- Mortero cubierta transitable. 12,249kg/m<sup>2</sup>.
- Teja curva árabe: 0,040t·km/m<sup>2</sup>.

Vista la partida, donde los materiales utilizados para la cubierta son en su mayor parte reutilizados es obvio que en las gráficas, como se puede ver, lo más representativo es el impacto del mortero de cal y del transporte necesario para traer esos materiales reutilizados.

El hecho de ser lo más impactante deja más visible lo impactante de los materiales derivados del petróleo la lámina asfáltica y el poliestireno. Estos materiales producen mayor impacto sobre los recursos y en menor medida en los otros ámbitos. Una recomendación directa es no usar este tipo de materiales pues existen otros tipos menos dañinos como pueden ser para el caso de aislamiento la lana de roca o incluso algunas empresas españolas están trabajando con la lana de oveja. En cuanto al impermeabilizante, como ya se ha visto en las técnicas tradicionales el propio uso de la cal en cubiertas como material impermeabilizante.

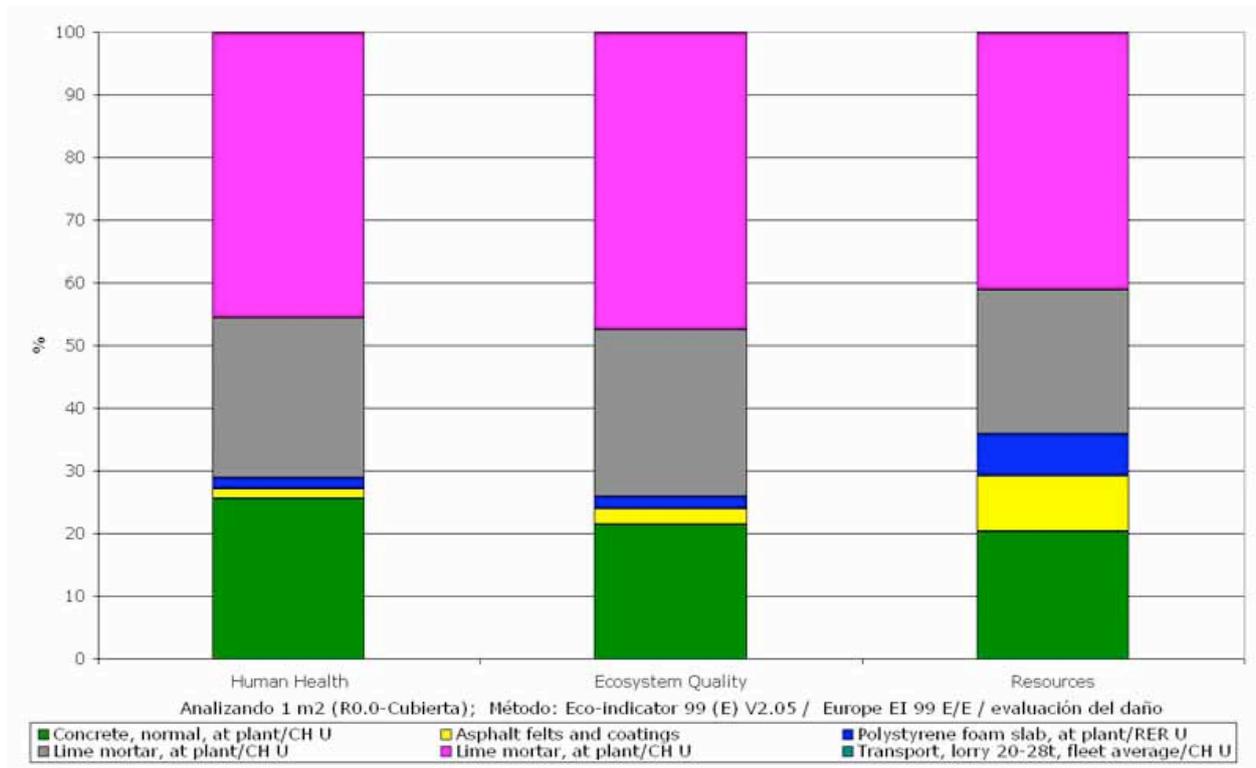


Ilustración 72: Evaluación del impacto según ámbitos.

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

En el análisis por categorías se mantienen proporciones similares a las vista en los ámbitos. Así se ve concretamente los aspectos más dañinos para los derivados del petróleo. En primer lugar consumo de combustibles fósiles resultando similar para ambos materiales. Por otro lado la Lámina asfáltica es más dañina sobre la capa de Ozono (Ozone layer) pues su producción necesita ciclos retroalimentados sobre el petróleo para forzar la evaporación de partículas volátiles y el aumento del peso molecular (existen procesos naturales de evaporación de las partículas volátiles mas son lentos y no se ajustan a las necesidades de mercado). En el caso del poliestireno, también derivado del petróleo está más vinculado su daño por la producción de partículas respiratorias orgánicas (Respiratory organics).

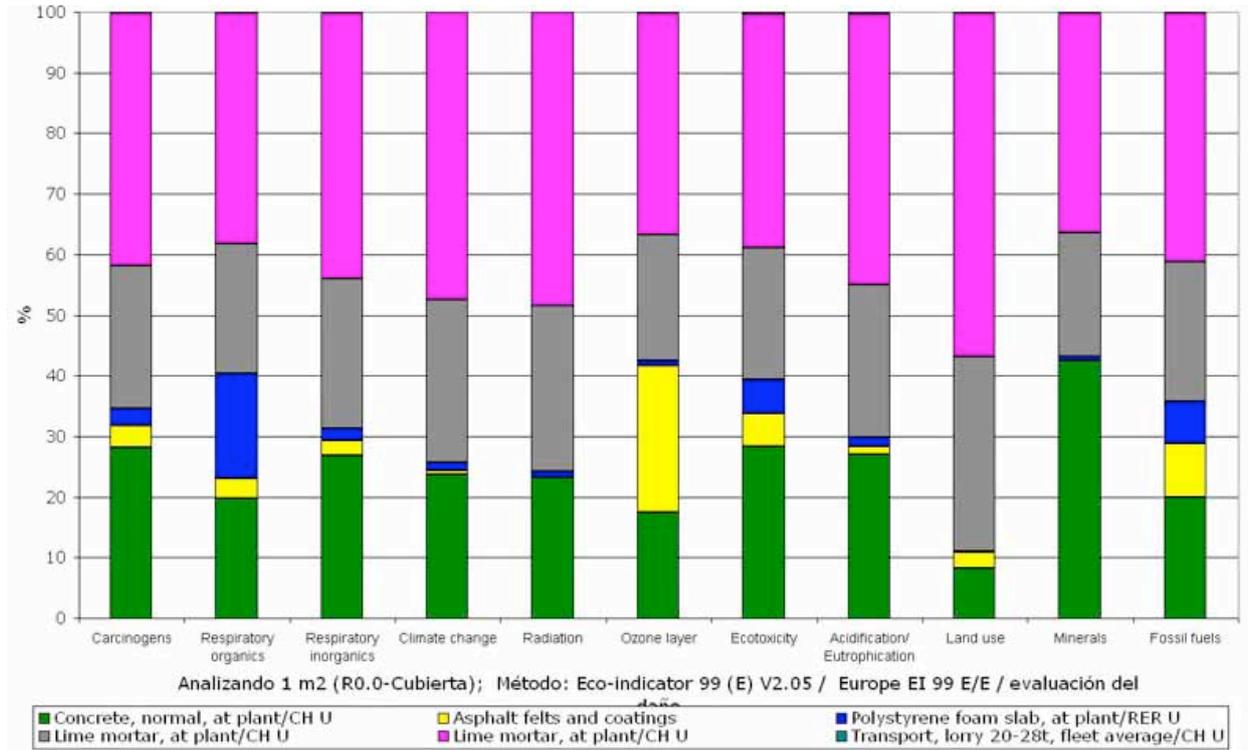


Ilustración 73: Evaluación del impacto según categorías.

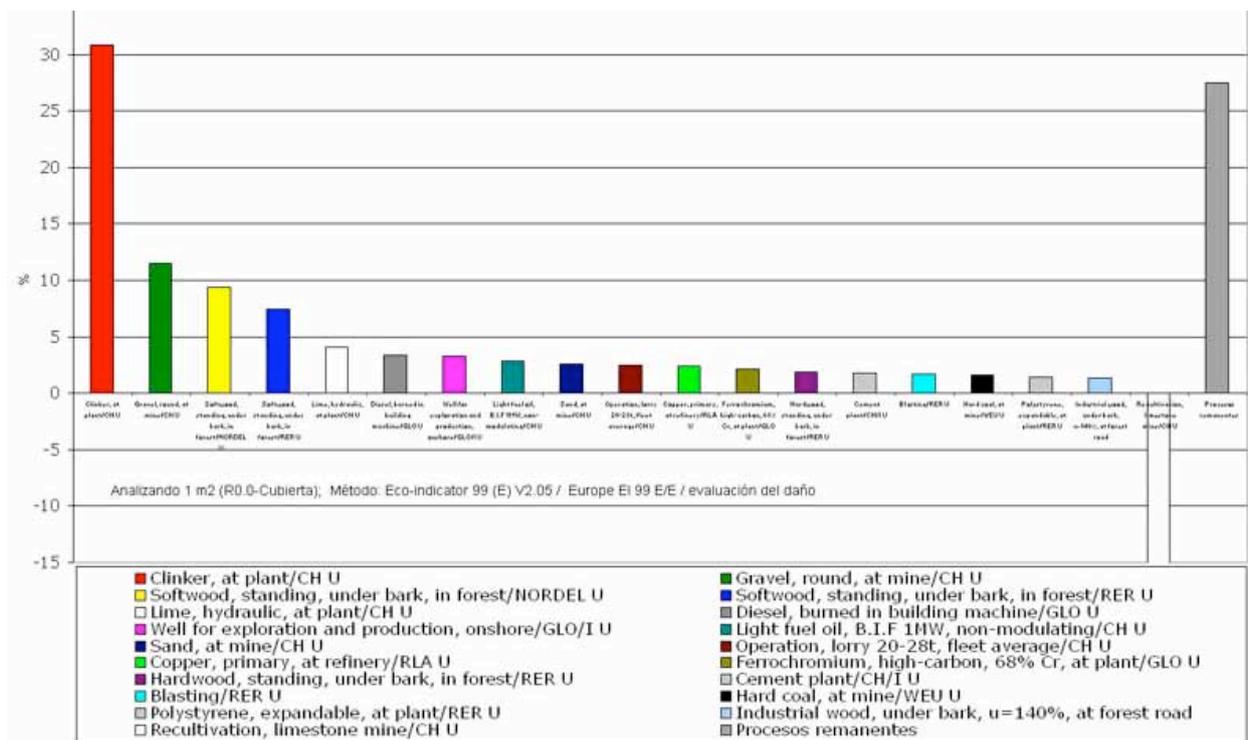


Ilustración 74: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

El proceso mas impactante la obtención de clinker para la producción de cal, es evidente su valor pues la cal, es un derivado del mismo. Es obtenido de minas a cielo abierto, de ahí nuevamente la aparición del proceso de Recultivación de las minas (Rectultivation, limestone mine/CH U) con valor negativo, pues es un proceso positivo para la conservación del Medio Ambiente y reducción del impacto.

Por otro lado, aparecen procesos aparentemente incomprensibles como puede ser los de transformación de la madera (Softwood, standing, under bark, in forest/RER U), estos procesos son los necesarios para la producción de los sacos en los que se almacenan habitualmente los morteros (cal, cemento, yeso, etc.). De nuevo vuelven a ser representativos procesos indirectos, poniendo en valor lo representativo de la MOCHILA ECOLÓGICA para cada material. Algunos de estos procesos se pueden verificar en el anexo II relativo a las redes de producción.

### 4.2.6.- Revestimientos.

#### Enfoscados:

Se enfoscarán maestreados con mortero cal y arcilla de dosificación 1:5, todos los paramentos exteriores. Sin necesidad de pintar.

#### Guarnecidos y enlucidos:

Los paramentos interiores de la vivienda, horizontales y verticales, se guarnecerán mortero cal y arcilla de dosificación 1:5. Sin necesidad de pintar. Se procurará en todos los casos un acabado a rincón vivo.

#### Solados:

En las dependencias interiores, se colocarán piezas reutilizadas surgidas de la desconstrucción del edificio original. Recibidas con mortero de cal, nivelado con capa de arena de 2cm. de espesor medio. De igual modo para la parte nueva de terraza. La parte existente se mantiene en su estado actual pues no presenta defectos.

- En las escaleras se colocará baldosa hidráulica reutilizada.
- Los umbrales serán pizarra traída de la planta de reutilización de la localidad.
- Dormitorios y comedor baldosa hidráulica reutilizada.
- Cocina y baños baldosa cerámica reutilizada.
- Los alfeizares se realizarán con baldosa cerámica reutilizada.

#### Alicatados:

Se alicatarán los cuartos de baño y la cocina con azulejos de pasta blanca de 10 calidad, previa preparación del paramento.

Las partidas consideradas para el estudio son:

- Mortero de Cal exterior: 46,513kg/m<sup>2</sup>.
- Mortero de Cal interior: 12,950kg/m<sup>2</sup>.
- Azulejo baño: 2,706kg/m<sup>2</sup>.
- Mortero azulejo baño: 6,088kg/m<sup>2</sup>.
- Azulejo cocina: 0,508kg/m<sup>2</sup>.
- Mortero azulejo cocina: 1,143kg/m<sup>2</sup>.
- Baldosa baño: 0,010T·km/m<sup>2</sup>.
- Mortero baldosa baño: 1,478kg/m<sup>2</sup>.
- Baldosa estancias: 0,120T·km/m<sup>2</sup>.
- Mortero baldosa estancias: 26,437kg/m<sup>2</sup>.
- Baldosa terraza: 0,030T·km/m<sup>2</sup>.
- Mortero baldosa terraza: 7,335kg/m<sup>2</sup>.

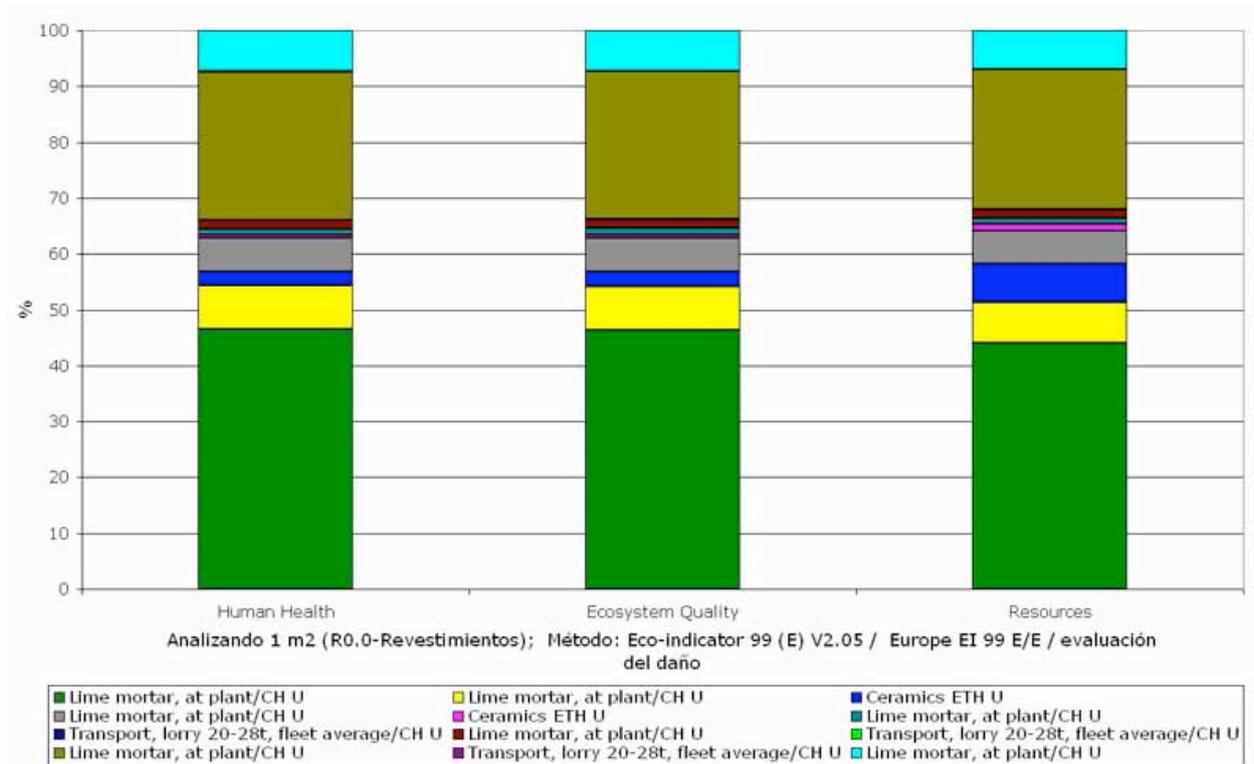


Ilustración 75: Evaluación del impacto según ámbitos.

En otras unidades de obra se pudo ver como el hecho de ocupar casi el 50% de la partida no era motivo para tener la misma proporción en el impacto. En este caso, se trata de materiales derivados de los pétreos con transformaciones parejas. Ello es la justificación de casi no ver alteraciones importantes en las gráficas. Lo más relevante, y en poca proporción, son azulejos (Ceramics ETH U). Con mayor impacto en los recursos, lo que va unido a mayor gasto de combustible fósil (Fossil fuels) y afectará la capa de Ozono (Ozone layer).

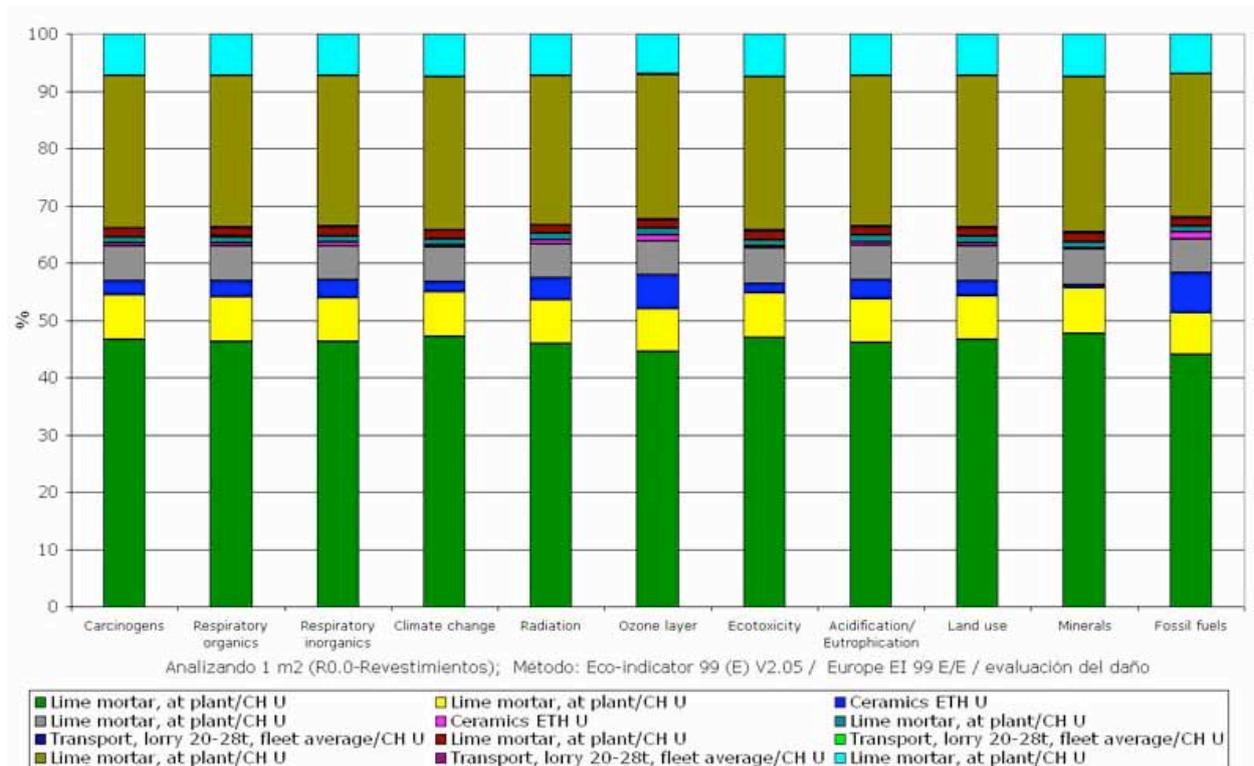


Ilustración 76: Evaluación del impacto según categorías.

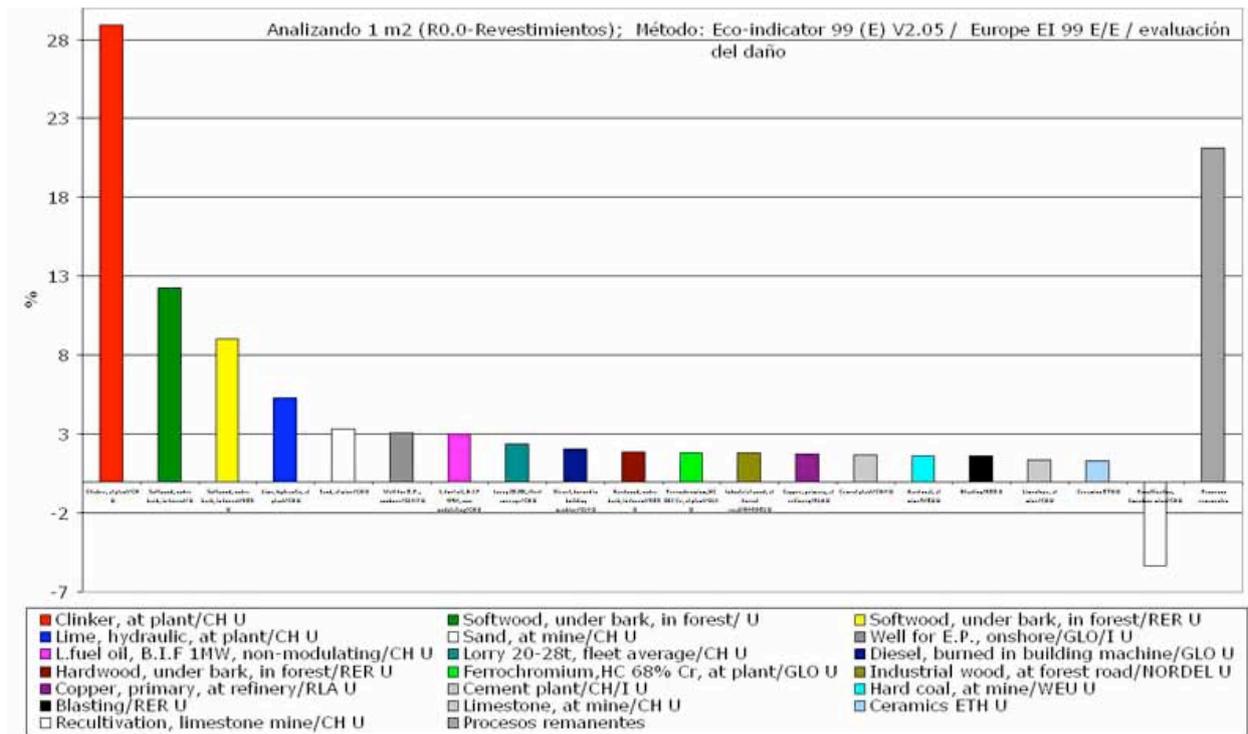


Ilustración 77: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.

Presencia absoluta de los procesos de transformación para la obtención de la cal. Como ya se dijo antes la existencia de procesos parejos al tratarse de materiales surgidos de la materia prima similar muestra acciones relacionados con la mina. A más vuelven a ponerse a la vista acciones de transformación de la madera, para producir el papel kraft en el que se empaqueta el mortero de cal.

Del mismo modo surgen los Procesos remanentes y la parte vinculada al Recultivación minera.

4.2.7.- Impacto total del proceso de construcción de la Vivienda Rehabilitada-ampliada.

Teniendo analizados los porcentajes de influencia de los materiales de las distintas unidades de obra (ya fueran reutilizados o nuevos), a través de la siguientes gráficas se busca valorar el daño sobre la Calidad del Ecosistema que puedan producir las unidades de obra.

En la gráfica de evaluación del daño según ámbitos se puede ver lo impactante de cada unidad, sobresaliendo en todos los ámbitos la parte correspondiente a estructura y cimentación, quedando en un segundo nivel los revestimientos. Al hacer la valoración del impacto de las unidades se resuelve claramente como aquellas en las que se reutilizan materiales tienen menor peso.

A más, en el caso de la estructura, donde se reutilizan partes importantes como pilares, vigas y el forjado de cubierta parece no ser relevante. Es decir, el hecho de usar materiales prefabricados fruto de diversos procesos de transformación asociados al gasto energético no se ve afectado, en el impacto total de la unidad de obra, por haber reutilizado algunas partidas. Al quitar las partidas relativas a reutilización de materiales la gráfica mostraría en cero las unidades de obra en relación quedando la estructura, la cimentación y el movimiento de obra como únicas productoras de daño, pues como se ha visto en las unidades anteriores los materiales reutilizados casi no se veían en las gráficas de impacto.

	Albañilería	Cimentación	Cubierta	Estructura	M. Tierra	Revestimientos
Human Health	4,48	26,11	4,88	43,83	2,66	18,04
Ecosystem Quality	4,66	28,54	4,23	42,92	3,31	16,35
Resources	7,96	28,65	5,52	35,09	3,31	19,47

Tabla 14: Valores porcentuales de la comparativa entre unidades de obra de la Vivienda Rehabilitada-ampliada según evaluación de impacto por ámbitos

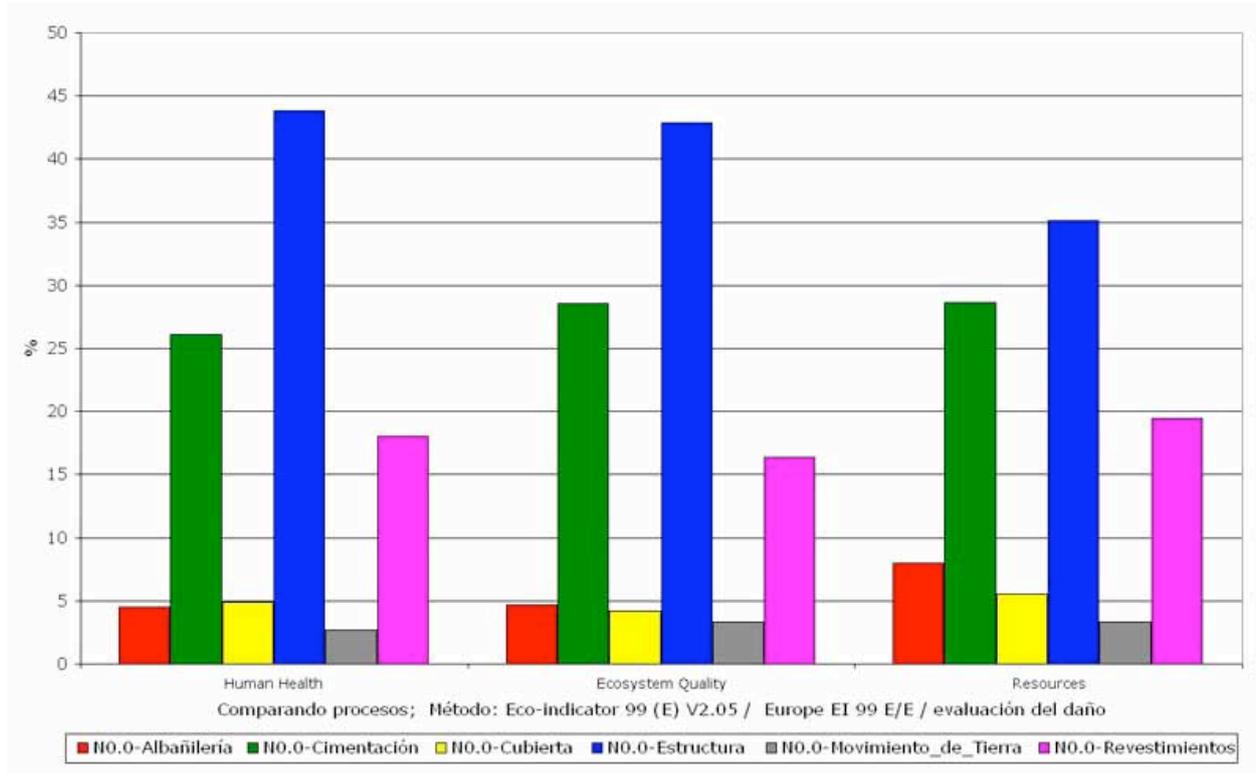


Ilustración 78: Comparativa entre las unidades de obra de la Vivienda Rehabilitada-ampliada planta según evaluación del impacto por ámbitos.

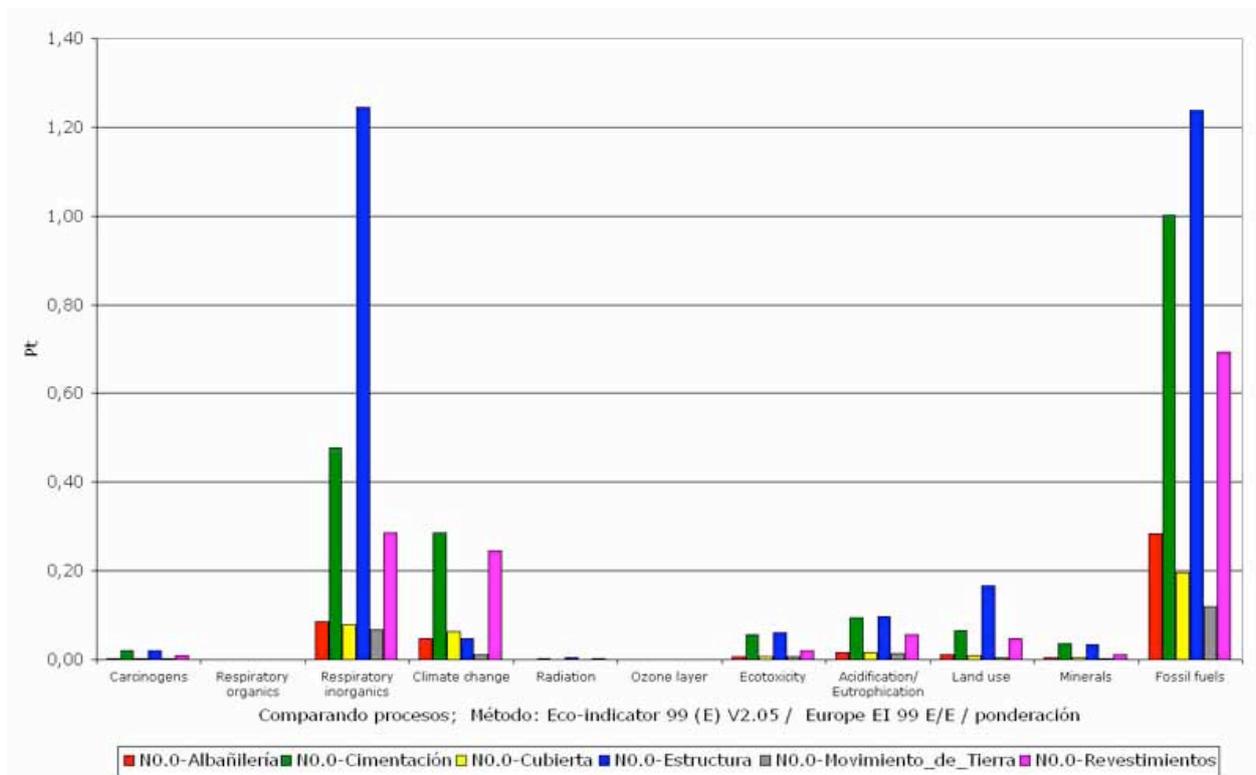


Ilustración 79: Comparativa de unidades de obra para la Vivienda Rehabilitada-ampliada planta según ponderación del impacto por categorías

Haciendo la comparativa ponderada, se ve claramente el impacto de las unidades de obra así como las categoría a las que más afectan. Empezando por el consumo de Combustibles Fósiles (Fossil fuels) donde se ve como la Estructura esta muy por encima del resto de unidades de obra, hecho directamente

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

vinculado con los materiales prefabricados y en cierta medida apoyado por los reutilizados, pues fue necesario el consumo de combustible fósil para trasladarlos desde donde fueron deconstruidos para su reutilización. Aún así de las unidades de obra con mayor parte de materiales reutilizados, la de mayor impacto de todas, representa hasta cinco veces menos que la Estructura. Esta es la Albañilería, es la unidad de obra con mayor volumen de materiales. El resto de unidades están por debajo de la mitad del impacto debido a la Albañilería. De modo similar sucede en la categoría de partículas respiratorias inorgánicas y en el resto de categorías que son visibles.

Para la categoría de cambio climático presenta mayor relevancia las otras unidades que comparten impacto con la Estructura, Cimentación y Revestimientos. El mayor valor de estas es por la existencia de altos contenidos en materiales surgidos de la minería y la casi nula presencia de materiales reutilizados. En el caso de revestimientos si aparecen las baldosas y azulejos, aún así es tanto el volumen de mortero empleado por metro cuadrado construido que es imposible reducir el impacto en esta categoría.

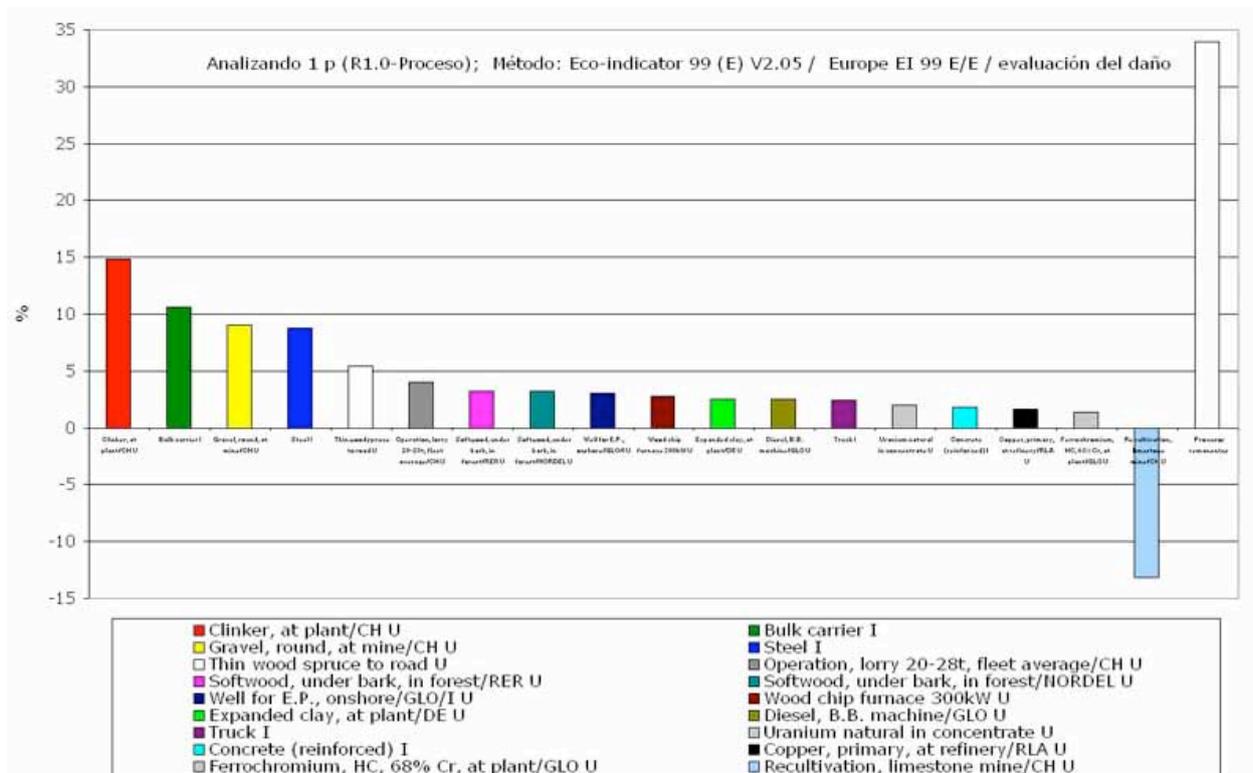


Ilustración 80: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.

La gráfica de procesos verifica lo dicho a partir de las anteriores, presentando mayor porcentaje de contribución al impacto ambiental los procesos de transformación y almacenamiento de los morteros. A más quedan presentes en esta gráfica procesos vinculados a los materiales prefabricados y su transporte. Incluso de color azul celeste aparece el Uranio que se empleará en la central nuclear, suministradora de energía eléctrica a la fabrica de tableros.

Al igual que en los otros procesos estudiados aparece, pues es común a varios de ellos, la recultivación de espacios mineros como proceso positivo para el medio ambiente. Sin olvidarnos de todos los Procesos Remanentes imposibles de mostrar, quedando recogidos en el último valor de la gráfica.

Una vez comprendido el impacto de las unidades de obra y la relevancia del impacto entre ellas, donde se ha tenido en cuenta los procesos de transformación y transporte, con el análisis de incertidumbre se podrá definir el impacto sobre la Calidad del Ecosistema. Este valor, junto con la comparación del impacto en ámbitos y categorías, permitirá la comparación del impacto de cada uno de los proyectos analizados en esta investigación. (Las gráficas de incertidumbre de cada una de las unidades de obra se pueden ver en el anexo III).

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Tal y como se explicó en el apartado relativo a la Vivienda Nueva, se hará uso del método de Monte-Carlo para conseguir el valor medio, la mediana, la desviación estándar media (DS), el coeficiente de variabilidad (CV), y el error estándar de la media. Se toma como valor para la comparación la Media.

Para el Movimiento de tierra se sigue el mismo criterio utilizado en el caso de la Vivienda Nueva, pues no hay forma de valorar la no reutilización de los materiales extraídos de la excavación y el vertido a la escombrera o su traslado a planta de tratamiento.

	MEDIA	MEDIANA	D.S. MEDIA	C.V.	ERROR ESTÁNDAR
Cimentación	2,240	2,270	1,700	77,700	0,02460
Estructura	3,300	3,310	0,566	17,100	0,00541
Albañilería	0,359	0,351	0,072	19,900	0,00630
Cubierta	0,326	0,308	0,222	68,000	0,02150
Revestimientos	1,300	1,080	0,898	68,900	0,02180
<b>TOTAL</b>	<b>7,525</b>	<b>7,319</b>	<b>3,458</b>	<b>251,600</b>	<b>0,07961</b>
<b>Vivienda Nueva</b>	<b>7,79</b>	<b>7,89</b>	<b>2,71</b>	<b>34,70</b>	<b>0,01100</b>

*Tabla 15: Valores medios de incertidumbre por el método de Monte-Carlo. Medido en metros cuadrados de especies potenciales de desaparecer en un año.*

El movimiento de tierras de nuevo no vuelve a ser considerado pues no hay modo de cuantificar sobre materiales, pues son trabajos mecánicos. A más lo surgido de la excavación no hay modo de contabilizar todo lo positivo que pudiera ser llevarlo a una planta de tamizado o verterlo directamente en una escombrera.

Para la valoración del impacto tanto a nivel interno de este caso como la comparación con la Vivienda Nueva se considerará la MEDIA.

Analizado anteriormente la relación de los impactos entre distintas unidades de obra, se llegó a resultados, donde porcentualmente, la Estructura y la Cimentación eran lo más impactante. Para su mejor comprensión se recurrió a la valoración ponderado, del mismo modo seguían siendo las unidades de obra con mayor impacto en las diferentes categorías y ámbitos. Tenidos los resultados del estudio de incertidumbre se verifica como válido lo anteriormente reflejado en porcentajes.

Hasta ahora con los gráficos de evaluación de impacto por ámbitos y por categorías se iba viendo lo influyente de los nuevos materiales en el impacto ambiental. Con los datos obtenidos, se verifica como la Estructura y la Cimentación dañan 2,79 veces más que la suma del resto de unidades. Motivado por la ampliación de la vivienda fue necesaria la Cimentación para el sótano y la estructura que soportara los nuevos espacios.

Gran parte del daño ocasionado al Medio Ambiente se podría haber reducido si únicamente se hubiera rehabilitado la vivienda. No obstante, el objetivo marcado en esta investigación es demostrar cuan menos impactante es una VIVIENDA REHABILITADA Y AMPLIADA frente a la VIVIENDA NUEVA. Cuestión que se demostrará en el apartado de comparación y la conclusión final.

Con los datos obtenidos para la Vivienda Rehabilitada-ampliada se puede obtener el impacto sobre la Calidad del Ecosistema, teniendo en cuenta que la superficie construida de la vivienda es 241,13m<sup>2</sup>, el impacto es 1.878,40 PDF\*m2año.

También es motivo de esta investigación mostrar buenas prácticas, entre ellas, el modo de reducir el impacto de las unidades de obra motivo de la ampliación. Utilizando más materiales y evitar el uso de materiales nuevos. Para ello sería bueno fomentar la correcta gestión de los materiales de obra surgidos de deconstrucción de edificios en cada región, ciudad o metrópolis para así garantizar la continuidad de su uso y prolongación del ciclo de vida de los mismo. Motivo de esta postura será la reducción del impacto ambiental y producción de nuevos materiales en el caso de ser necesarios, evitando así el crecimiento de una sociedad consumista.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

### 4.2.8.- Otros datos de interés para la Vivienda Rehabilitada-ampliada.

En el caso de la Rehabilitación y ampliación de la vivienda los costes de transporte de materiales para reutilizar se han incluido en la unidad de obra donde vayan a ser reutilizados, para así obtener el valor según unidades de obra contenidas en el proyecto. Así, las vigas de madera A diferencia de la Vivienda nueva la partida deconstrucción y trabajos previos tiene un coste amplio que supone el 6,76% de la obra, referente a los costes de deconstrucción de la parte de cubierta y solería, pues estos materiales se encuentran en el mismo edificio a rehabilitar.

#### RESUMEN POR UNIDADES DE ACTUACIÓN

P001-DECONST. Y TRABAJOS PREVIOS	5.988,59 €
P002-MOVIMIENTO DE TIERRAS	5.864,77 €
P003-CIMENTACIÓN	23.646,07 €
P004-SANEAMIENTO	2.215,43 €
P005-ESTRUCTURA	5.460,42 €
P006-ALBAÑILERÍA	7.793,80 €
P007-SOLADOS Y ALICATADOS	2.244,72 €
P008-CUBIERTA	2.623,68 €
P009-PINTURAS	2.298,96 €
P010-ELECTRICIDAD	6.679,42 €
P011-FONTANERÍA	8.392,19 €
P012-CARPINTERÍA	11.269,85 €
P013-CERRAJERÍA	2.773,86 €
P014 SEGURIDAD Y SALUD	1.238,76 €

#### **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 88.490,52 €**

<b>PLAN DE CONTROL DE CALIDAD</b>	
13,00 % Gastos generales	11.503,77 €
6,00 % Beneficio industrial	5.309,43 €
SUMA DE PCC G.G., B.I. y PEM	105.303,71 €
18,00 % I.V.A.	18.954,67 €

#### **TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 124.258,38 €**

*Tabla 16: Desglose de coste de la Vivienda Rehabilitada-ampliada por unidades de obra. Precio de Ejecución Material y Presupuesto General*

Siguiendo el criterio de análisis empleado para la Vivienda Nueva, se valora el gasto energético durante la vida útil del inmueble, determinando el consumo energético de la vivienda (kWh/m2año) con el programa Archisun. Este gasto energético va vinculado a los factores de aislamiento climático, iluminación de la vivienda así como las instalaciones dependientes de electricidad para su funcionamiento (frigorífico, lavadora, televisión, etc.). Para ello se considera una duración media de 50 años.

La vivienda objeto de análisis se encuentra en Castuera, estando ubicada esta localidad con Latitud de 38º43'N y Longitud 5º32'O. Con una altitud de 512m.

Los datos climáticos que se considerarán son los reflejados en el apartado 2.2 de esta investigación. A parte de la propia base de datos que dispone el programa de cálculo. Como dato relevante, la zona en que se emplaza la vivienda es una de las áreas con mayor radiación solar de la península, lo que influye en el diseño de la vivienda así como sus sistemas constructivos.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

### DATOS GENERALES

Volumen:	840,96
personas:	4
Building use::	permanent housing
media de la T. de sensacion en invierno:	11,63 °C
media de la T. de sensacion en primavera:	22,93 °C
media de la T. de sensacion en verano:	31,58 °C
media de la T. de sensacion en otoño:	24,44 °C
Eln:	9,87 lux
Li:	25,61 Dba
Calefaccion:	4,98 kWh/m <sup>3</sup> año
Refrigeracion:	3,60 kWh/m <sup>3</sup> año
Iluminacion:	4.12 kWh/m <sup>3</sup> año
Agua caliente:	2,36 kWh/m <sup>3</sup> año
Cocina:	2,14 kWh/m <sup>3</sup> año
Otros:	1,30 kWh/m <sup>3</sup> año

*Tabla 17: Datos Generales para la valoración del gasto energético de la Vivienda Rehabilitada-ampliada.*

Se han considerado las mismas instalaciones utilizadas en la Vivienda Nueva para así poder valorar la respuesta del inmueble bajo las mismas condiciones de contorno.

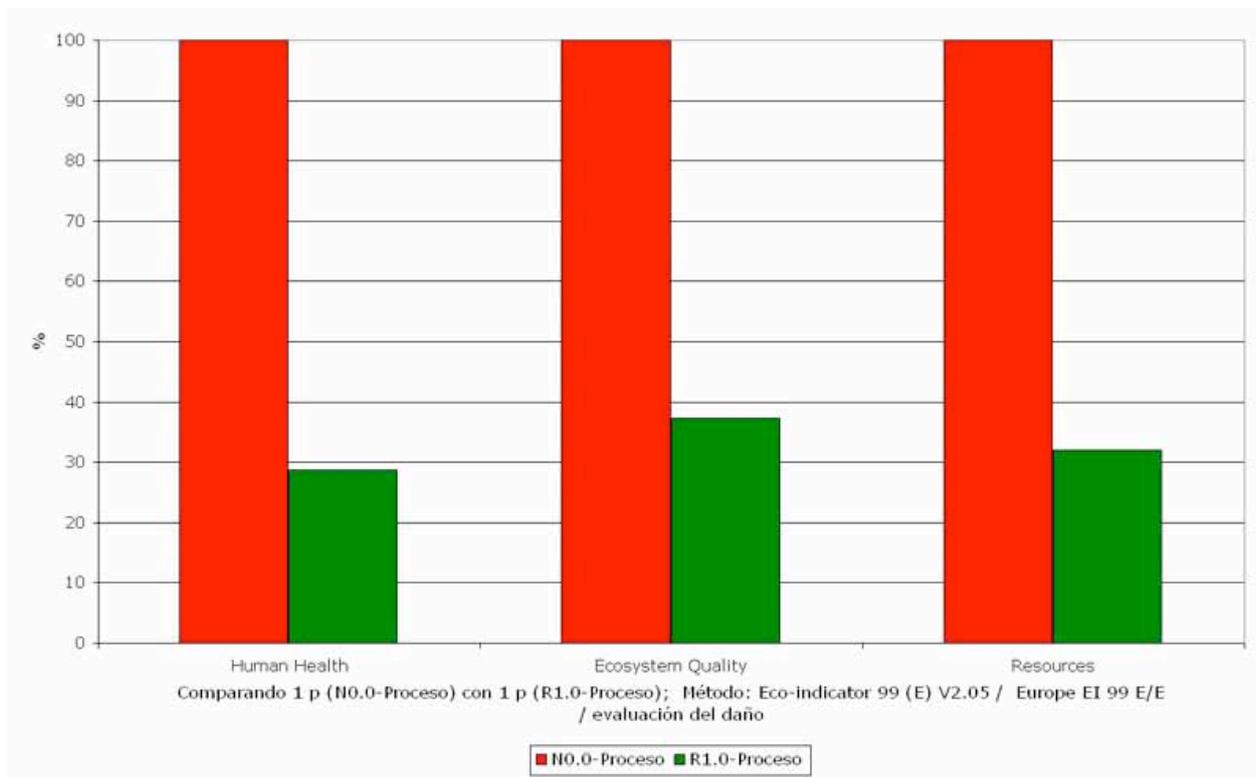
- Caldera de combustión con gas natural.
- Climatización con fanc-oil.
- Iluminación con bombillas de bajo consumo.
- Agua caliente con panel solar térmico, apoyado con termo eléctrico.
- La cocina es de gas natural.

**5.- Comparación de resultados. Vivienda Nueva vs Vivienda Rehabilitada-ampliada.**

La obtención de valores capaces de justificar los impactos de cada vivienda, permite mostrar los resultados de impacto, siguiendo el mismo orden establecido en la exposición de cada una de las viviendas. En primer lugar la valoración del impacto según ámbitos y categorías, para después poder comparar los datos. En segundo lugar, los datos relativos al gasto económico necesario para construir cada vivienda y el impacto de cada una de ellas durante un periodo de uso de 50 años.

5.1.- Comparativa del impacto sobre la Calidad del Ecosistema.

Para el análisis comparativo entre la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada en un primer acercamiento al tema de estudio, el daño sobre la Calidad del Ecosistema, se valora a través de la gráfica de ámbitos. Se trata del mismo tipo de gráfica utilizado en el análisis de las unidades de obra y de cada caso de estudio. Así ahora se podrá ver la relación porcentual del impacto provocado por la construcción de la Vivienda Nueva frente a la Vivienda Rehabilitada-ampliada.



*Ilustración 81: Comparativa entre la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada de la evaluación del impacto según ámbitos.*

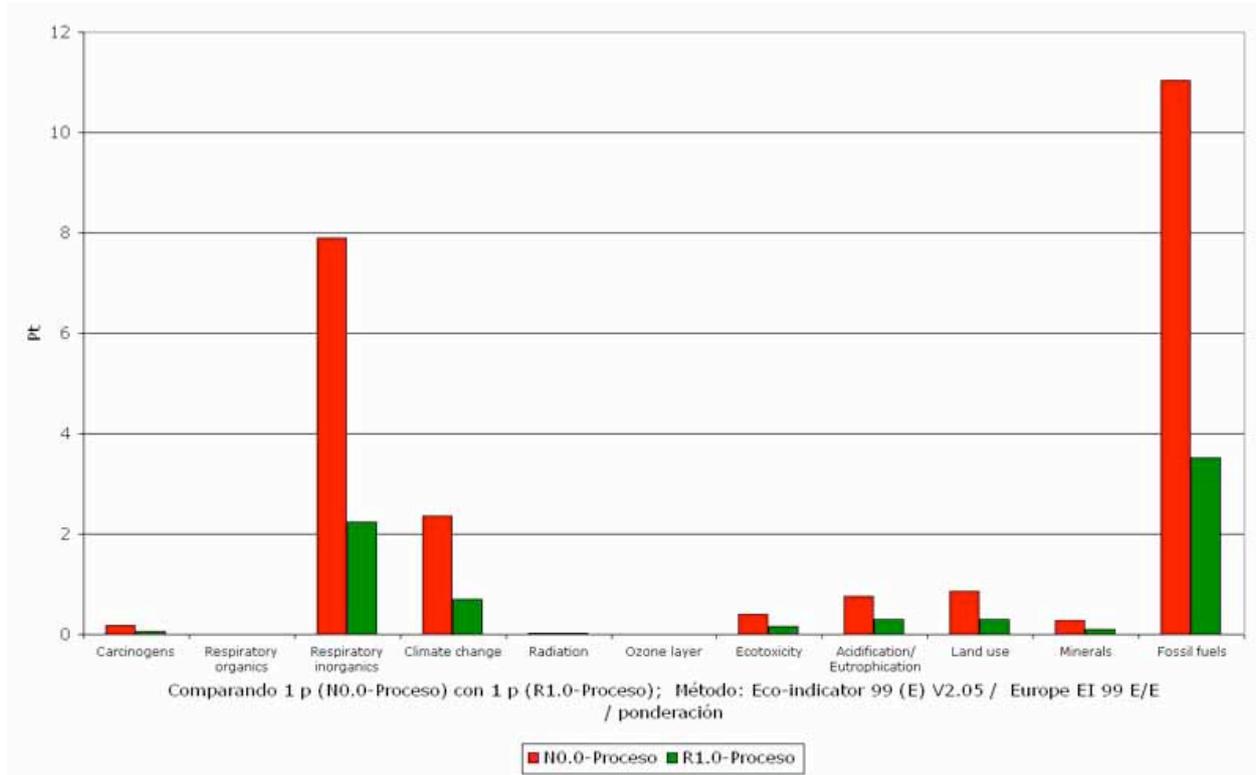
En este primer acercamiento a la comparativa del impacto destaca como más dañino construir de nueva planta frente a la rehabilitación y ampliación de la vivienda. En ninguno de los ámbitos, frente al 100% del daño producido por la Vivienda Nueva, la Vivienda Rehabilitada-ampliada no supera el 40%. Es decir, el daño producido por cada metro cuadrado construido de la ampliación y rehabilitación de vivienda será 2,7 veces inferior en el peor de los casos; Calidad del Ecosistema (Ecosystem Quality). En el caso de Salud Humana (Human Health) es 3,45 veces menor y en Recursos (Resources) 3,13 veces por debajo de lo producido por el metro cuadrado construido de Vivienda Nueva.

En un estudio pormenorizado por categorías, hay tres sobresalientes del resto, cada una de las cuales está a su vez directamente relacionada cada uno de los ámbitos tratados anteriormente. En primer lugar el consumo de Combustibles Fósiles (Fossil fuels) frente a 11,04 partes por metro cuadrado gastados en la Vivienda Nueva, la Vivienda Rehabilitada solo gasta 3,53, es decir, 3,12 veces menor el gasto de Combustibles Fósiles.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

En segundo lugar producción de partículas inorgánicas respiratorias (Respiratory Inorganics). Los procesos de producción de los materiales en la Vivienda Nueva generan 7,9 Pt por metro cuadrado, mientras los asociados a la Vivienda Rehabilitada-ampliada 2,24, de nuevo el impacto de la Vivienda Nueva supera por encima de tres veces al producido por la Vivienda Rehabilitada-ampliada, concretamente 3,52.

Por último, dentro de este acercamiento a las categorías, el Cambio Climático va directamente relacionado con la Calidad del Ecosistema. Mientras la Vivienda Nueva produce 2,35 partes por metro cuadrado frente a 0,7 partes producidas en el proceso de rehabilitación y ampliación, es decir, 3,35 veces, siendo de nuevo más impactante la Vivienda Nueva frente a la Rehabilitada-ampliada.



*Ilustración 82: Comparativa entre la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada según ponderación del impacto por categorías*

Para un estudio más exhaustivo y saber realmente dentro de cada vivienda donde reside el origen de los impactos por categorías se ha comparado cada vivienda por unidades de obra. Es el modo más exacto para saber si el resultado final se corresponde con el impacto pormenorizado por unidades de obra. También se obtienen valores mas cercanos para hacer una valoración sobre las unidades que producen mayor impacto.

La primera acción considerada en la obra, movimiento de tierra, muestra en la gráfica comparativa un dato a priori sorprendente. La Vivienda Rehabilitada-ampliada tiene impacto superior al de la Vivienda Nueva, en cierta medida comprensible, pues como se explico en el apartado de la Vivienda Rehabilitada-ampliada, a más de la rehabilitación se amplía. Esto hace necesario el vaciado de gran parte de la vivienda (trabajo de excavadora) y el transporte del material producido por la excavación (transporte con camión hasta planta de tamizado). La Vivienda Nueva, únicamente necesita el vaciado de las partes de cimentación lo cual representa menos de la mitad del volumen vaciado en la Vivienda Rehabilitada-ampliada. Por tanto es normal el dato en esta partida, no obstante se puede ver que el impacto se mide en milipartes (mPt), es decir que frente al resto de unidades analizadas no resulta relevante. Esto mismo se puede apreciar en las comparativas realizadas para cada caso de estudio en los apartados 4.1.7 y 4.2.7; referidos al impacto total de la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada respectivamente.

No obstante, debe quedar presente como 0,12 partes por metro cuadrado del consumo de combustibles fósiles, en la Vivienda Rehabilitada-ampliada, representan el 3,39% del impacto para esta categoría. Aunque no sea un valor muy alto, siempre será bueno tenerlo en cuenta, sobre todo

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

cuando el motivo de este daño viene ligado a la ampliación de la vivienda. Es decir, está dentro del plus introducido en las condiciones de contorno a la hora de saber si la Vivienda Nueva sería más impactante frente a la Rehabilitada-ampliada. Esto reafirma la postura positiva de fomentar rehabilitaciones y evitar en cualquier caso ampliar o construir con materiales nuevos, apostando por procesos de reutilización y en su defecto reciclaje.

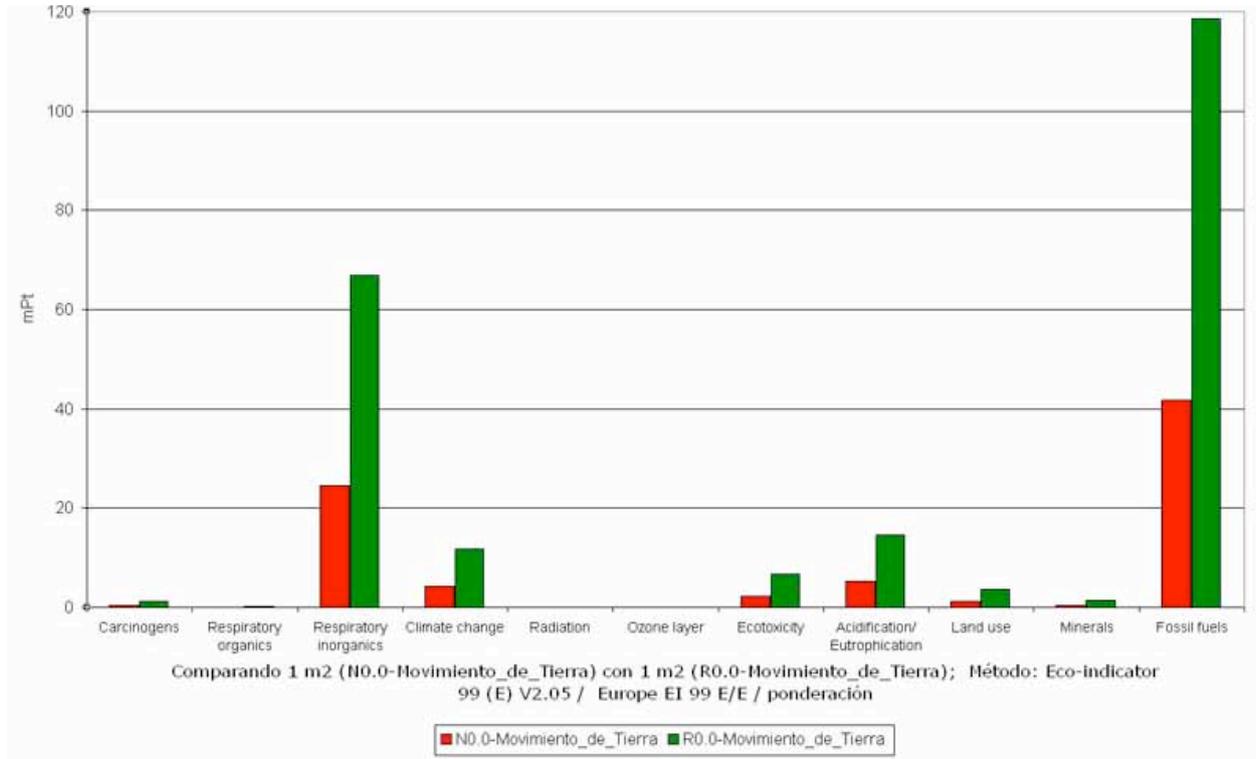


Ilustración 83: Comparativa entre el Movimiento de Tierra de la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada según ponderación del impacto por categorías

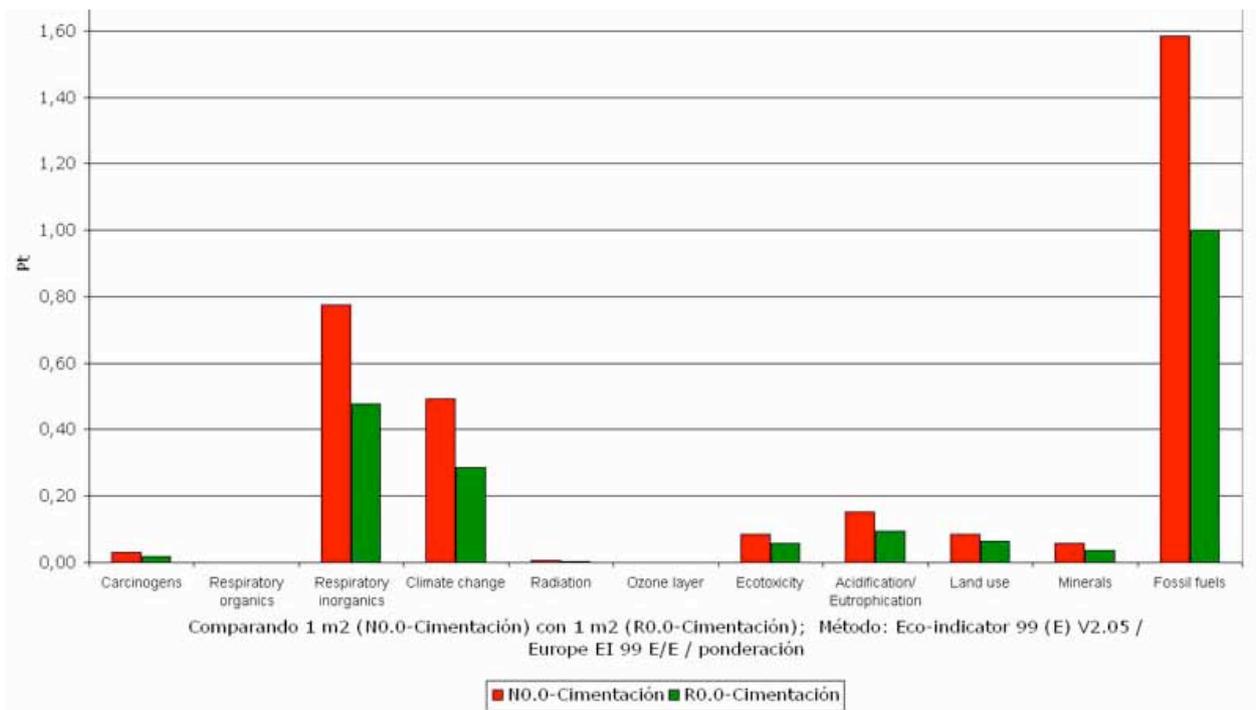


Ilustración 84: Comparativa entre el Cimentación de la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada según ponderación del impacto por categorías

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Las mismas categorías vuelven a tener relevancia en la cimentación así como sucedía en la comparativa de las viviendas. Se trata de los mismos materiales (hierro y hormigón) la comparación es proporcional a la cantidad de materiales utilizados en e la obra. Sencillamente vale con comprobar los valores y se demuestra esa proporción. Considerando el gasto de combustible fósil, los valores son 1,6Pt para la Vivienda Nueva mientras para la Vivienda Rehabilitada-ampliada 1,0Pt. Haciendo la suma total de materiales por un lado está el hormigón por un lado 0,338m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> y por el otro 0,19m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. La relación de los primeros valores es 1,6 mientras que la de los materiales 1,77. Siendo la partida de hierro para las armaduras la que ajusta esa proporción.

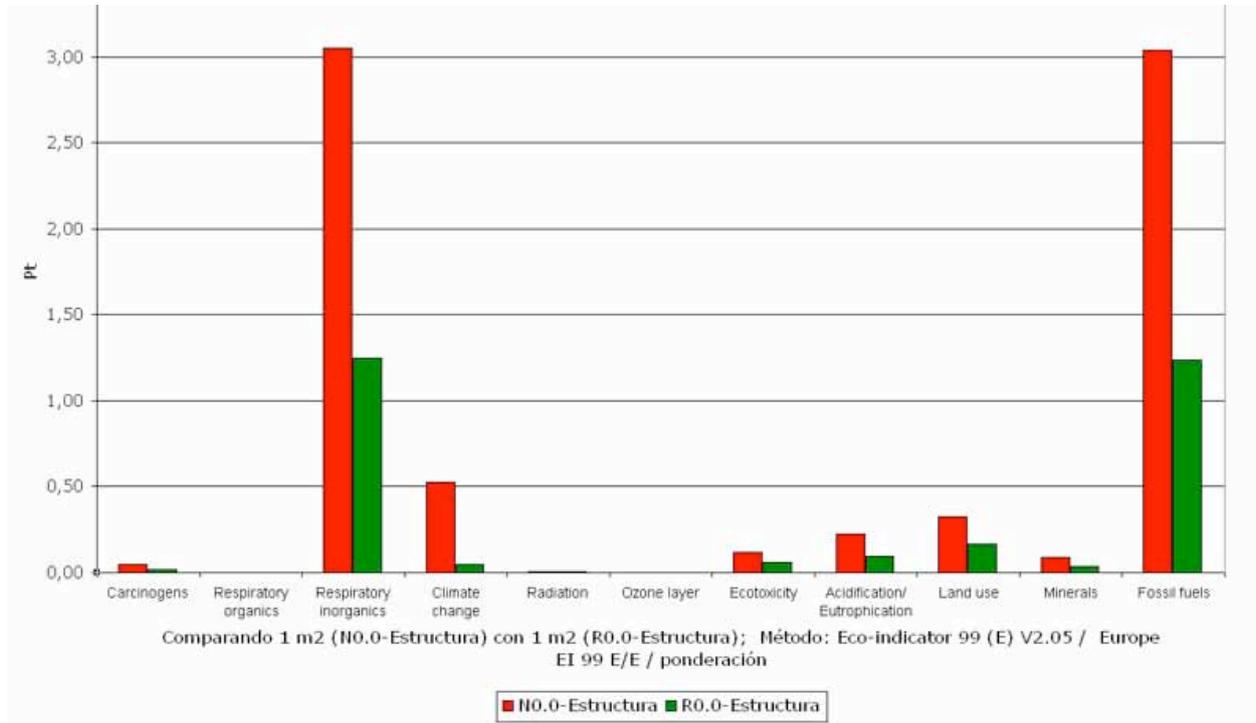


Ilustración 85: Comparativa entre la Estructura de la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada según ponderación del impacto por categorías.

El hecho de ser menor el impacto de la Estructura en la Vivienda Rehabilitada-ampliada frente a la Vivienda Nueva, es en cierta medida por ser una unidad sujeta a la ampliación de la vivienda. Es decir, si no hubiera ampliación no habría sido necesario construir nueva estructura para soportar las nuevas estancias y reforzar las partes que hacen posible la construcción de sótano.

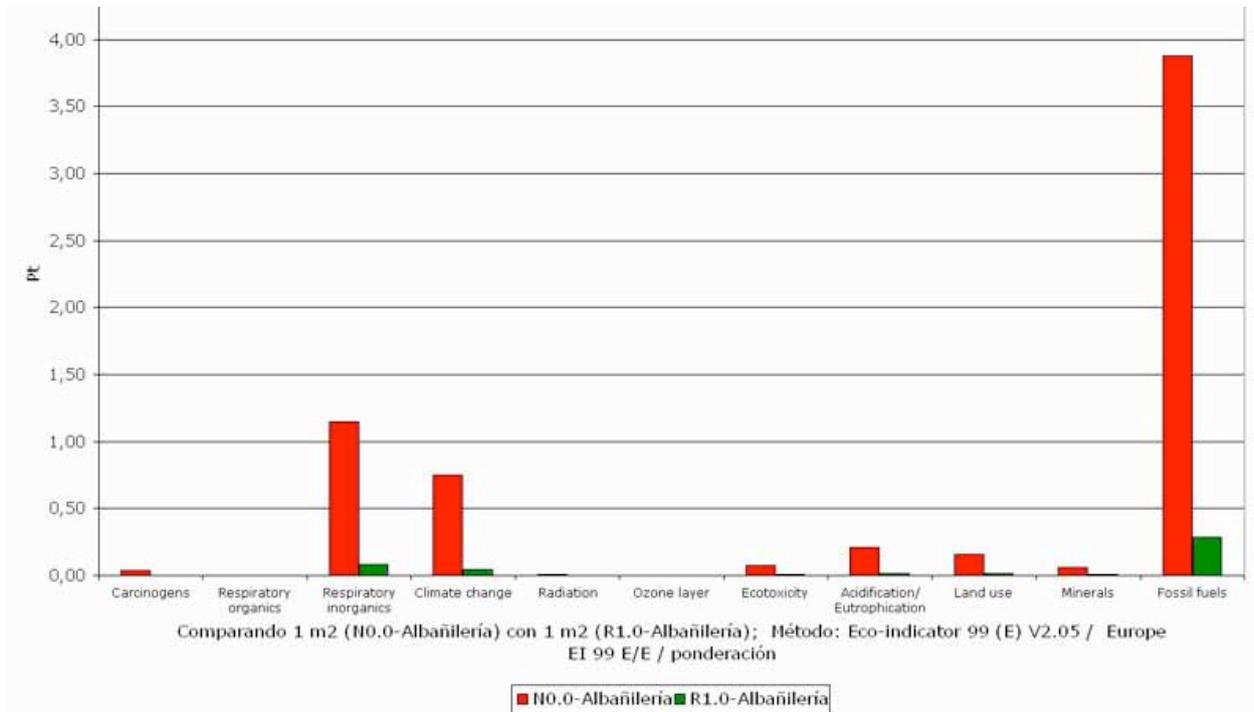
Por tener un orden de valores, en el aspecto de consumo de combustible fósil, el valor del impacto es de 1,25Pt. Considerando la gráfica de evaluación ponderada para la Estructura de la Vivienda Rehabilitada-ampliada se puede desglosar el impacto por partidas, permitiendo corroborar la amplísima reducción del impacto si no se hubiera considerado la opción de ampliar la vivienda. En la siguiente tabla se consideran las partidas por material:

Concrete (reinforced) I	0,10415
Concrete, exacting, at plant/CH U	0,13752
Fe520 I	0,13585
Lightweight concrete block, at plant/CH U	0,54408
Concrete, exacting, at plant/CH U	0,05501
Rock wool, packed, at plant/CH U	0,03357
Transport, lorry 20-28t, fleet average/CH U	0,02040
Wood board ETH U	0,20646

Tabla 18: Partidas por material de la unidad de obra de Estructura de la Vivienda Rehabilitada-ampliada.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

La suma de hormigón, acero y prefabricados, utilizados en la ampliación de la estructura suman 0,921Pt, suponiendo un 75% del impacto de esta unidad de obra de la Vivienda Rehabilitada-ampliada. No se considera una partida de hormigón (Concrete, excting, at plant/CH), correspondiente al refuerzo del forjado de planta primera, necesario para la rehabilitación de vivienda. Este cálculo no hace más que reafirmar lo impactante de las construcciones de nueva planta. Aún así como se ha podido comprobar en la gráfica, la Vivienda Rehabilitada-ampliada tiene un impacto 2,5 veces menor respecto al daño ocasionado por la Estructura de la Vivienda Nueva (todos estos datos hacen referencia a la partida Combustibles fósiles como un ejemplo reproducible en el resto de categorías).



*Ilustración 86: Comparativa entre la Albañilería de la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada según ponderación del impacto por categorías.*

En el caso de la Albañilería es rotundo el impacto de la Vivienda Nueva frente a una reducida aparición de la Vivienda Rehabilitada-ampliada. Justificación de lo reflejado es la completa reutilización de materiales para esta partida, salvando las reducidas partidas de ladrillo, el poliestireno y la cal para producción de mortero. Ante esta gráfica no es necesario hacer cálculos pues la misma hace evidente lo poco impactante de la reutilización frente a los materiales nuevos.

La unidad Revestimientos, como se puede ver en la gráfica siguiente, presenta impacto muy similar. Teniendo en cuenta la diferencia básica entre las unidades se observa la diferencia en la base del mortero. En la Vivienda Nueva el mortero se hace con cemento, mientras en la Vivienda Rehabilitada-ampliada se utiliza cal. Ya se ha explicado el origen de ambos materiales, minas a cielo abierto. La diferencia entre ellos no es su origen, pues radica en el comportamiento del material a lo largo de procesos y su uso final.

Ambos materiales se obtienen por el proceso de calcinación de piedras calizas. En el caso de la cal se necesita alcanzar hasta 1200°C mientras que para el cemento es necesario llegar a los 1450°C.

La cal se produce por descomposición de rocas calizas a alta temperatura, de donde se desprende anhídrido carbónico y se obtiene el óxido de calcio, comúnmente llamada cal viva. El ciclo de la cal se consolida en obra, pues una vez mezclada con la tierra para producir el mortero, en el proceso de fraguado (con una durabilidad de hasta 4 meses), ganando dureza. Este proceso tiene una continuidad en años proceso mediante el cual se absorbe anhídrido carbónico del aire, provocando la carbonatación de la cal permitiendo al material volver a su estado primitivo, CARBONATO CÁLCICO. Este proceso es tan extenso en el tiempo que casi no podría ser reflejado en el gráfico pues el cemento no tiene tanta durabilidad, a más que el ciclo de vida se ha considerado para ambas viviendas de 50 años.<sup>xxvi</sup>

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

En cuanto al cemento, no se puede decir lo mismo, las propiedades no tienen nada que ver aunque procedan de la misma materia prima. El cemento se produce a temperaturas superiores a 1400°C y en su proceso de fraguado también absorbe CO<sub>2</sub> más no se llega al equilibrio del ciclo de vida pues se emite mucho más CO<sub>2</sub> del que se llega a absorber.<sup>xxvii</sup>

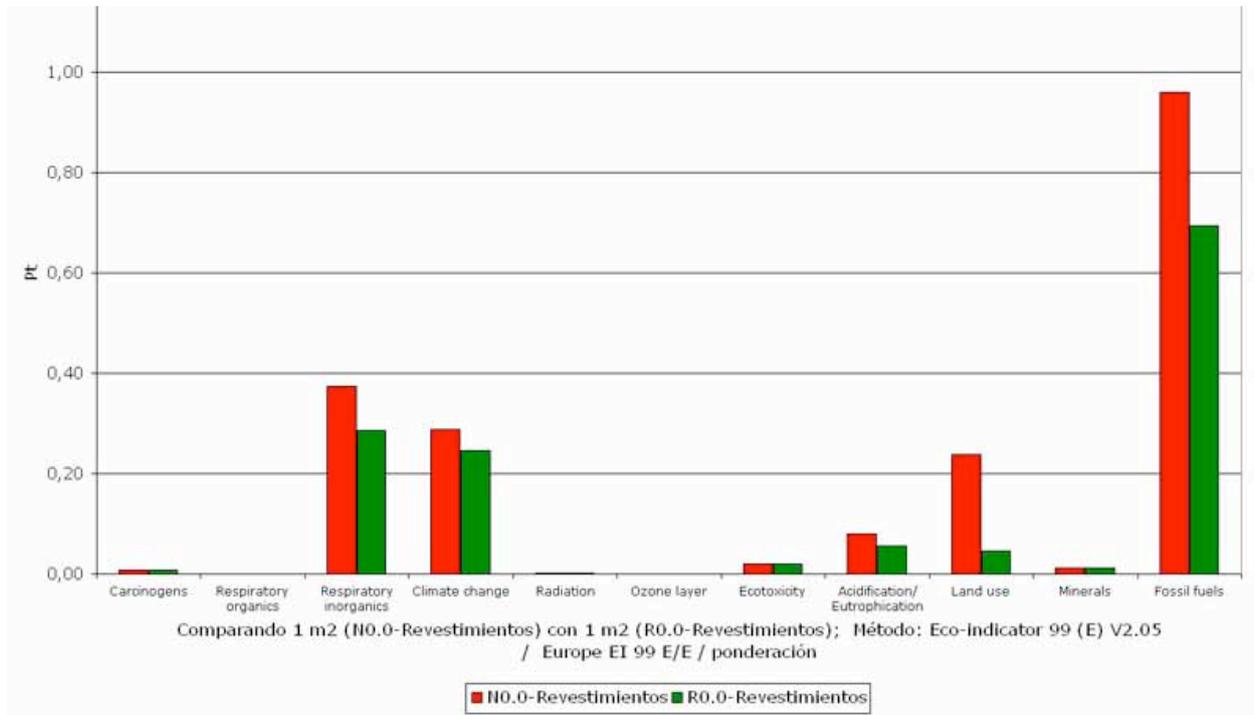


Ilustración 87: Comparativa entre la Revestimientos de la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada según ponderación del impacto por categorías.

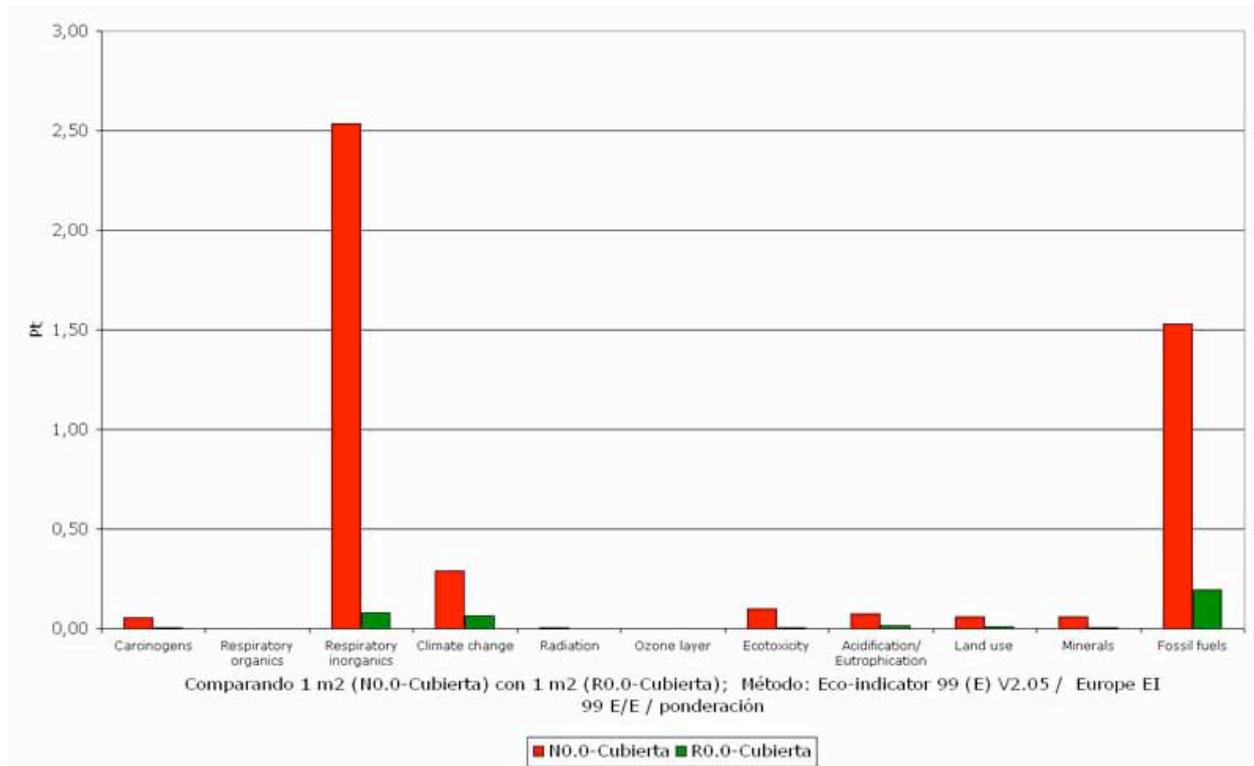


Ilustración 88: Comparativa entre la Revestimientos de la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada según ponderación del impacto por categorías.

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

En la unidad de la Cubierta vuelve a darse situación similar a albañilería, el sencillo hecho de reutilizar materiales hace casi inapreciable el impacto de la unidad de la Vivienda Rehabilitada-ampliada. La parte más notable va ligada al consumo de Combustibles fósiles, ligados en su mayor parte al transporte de los materiales reutilizados.

	VIVIENDA NUEVA	VIVIENDA REHABILITADA Y AMPLIADA
Cimentación	3,300	2,240
Estructura	6,840	3,300
Albañilería	4,510	0,359
Cubierta	3,030	0,326
Revestimientos	3,470	1,300
SUMA	21,150	<b>7,525</b>
<b>Vivienda</b>	<b>21,30</b>	<b>7,79</b>

Tabla 19: Valores medios de incertidumbre por el método de Monte-Carlo. Medido en metros cuadrados de especies potenciales de desaparecer en un año.

Resultado final de la comparación a nivel de impacto sobre la Calidad del Ecosistema deja claro la gran diferencia entre la Vivienda Nueva y al Vivienda Rehabilitada-ampliada. **El impacto de la Vivienda Rehabilitada-ampliada es 2,73 veces menor al producido por la Vivienda Nueva..** Se podría mejorar, como ya se ha referido en la comparativa de unidad de Estructura. Si en vez de tratarse de la ampliación y rehabilitación de una vivienda únicamente hubiera sido rehabilitación la relación del impacto sería mucho mayor.

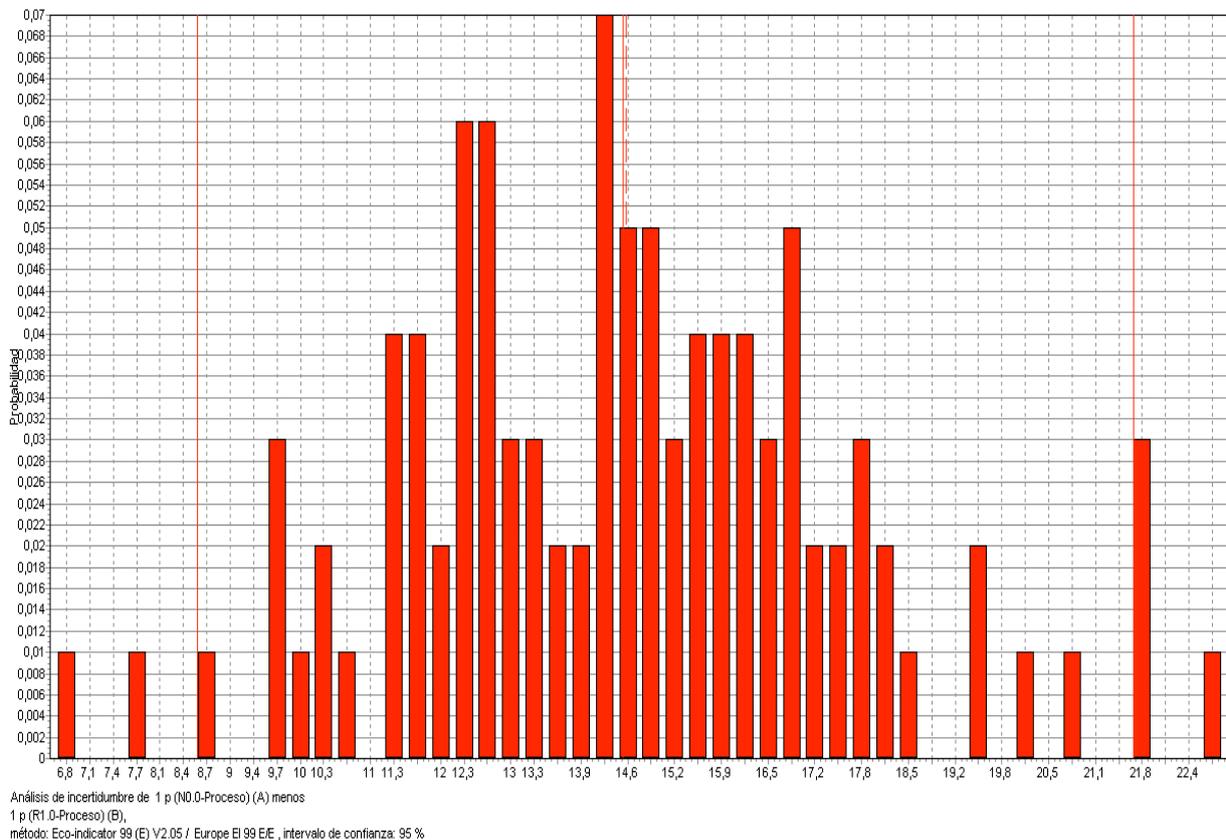


Ilustración 89: Calculo de incertidumbre en la comparativa de impacto sobre la Calidad del Ecosistema de la Vivienda Nueva menos la Vivienda Rehabilitada-ampliada.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

A más a partir del cálculo de incertidumbre de la comparativa entre el impacto sobre la Calidad del Ecosistema, de la Vivienda Nueva menos la Vivienda Rehabilitada-ampliada, se obtiene la MEDIA de 14,5. El valor de la MEDIA es superior al obtenido del cálculo comparativo entre las MEDIAS de cada estudio de incertidumbre por separado. No obstante, esta gráfica, pone aún más en valor la relevancia de lo expuesto anteriormente.

Por otro lado, haciendo un cálculo aproximado, se puede conocer un resultado asociado a la comparación de **únicamente rehabilitar frente a construcción de nueva planta**. En primer lugar la vivienda únicamente rehabilitada no habría necesitado hacer la cimentación, por tanto los 2,240PDF\*m2año correspondientes a esta unidad no se considerarían. Por otro lado como ya se ha mostrado en la comparación de unidad de estructura, el no hacer la ampliación supondría un 75% menos, así quedaría un impacto de 0,850PDF\*m2año. El impacto de la suma de las unidades de obra de la Vivienda Rehabilitada sería 2,835 y por una regla de tres obtenemos un valor de impacto para la **Vivienda Rehabilitada de 2,94 PDF\*m2año**. Por ello, **el impacto de la Vivienda Rehabilitada sería 7,24 veces menor al producido por la Vivienda Nueva**.

### 5.2.- Comparación de otros datos de interés.

Para dejar aún más clara la comparación de lo que supone construir viviendas nuevas frente a rehabilitar el parque inmobiliario existente, se continua con los otros datos aportados relativos a consumo energético de la vivienda y el coste económico de la construcción.

<b>RESUMEN POR UNIDADES DE ACTUACIÓN</b>	<b>VIVIENDA REHABILITADA AMPLIADA</b>	<b>VIVIENDA NUEVA</b>
P001-DECONST. Y TRABAJOS PREVIOS	5.988,59 €	- €
P002-MOVIMIENTO DE TIERRAS	5.864,77 €	979,03 €
P003-CIMENTACIÓN	23.646,07 €	8.330,88 €
P004-SANEAMIENTO	2.215,43 €	2.166,87 €
P005-ESTRUCTURA	5.460,42 €	28.486,30 €
P006-ALBAÑILERÍA	7.793,80 €	17.487,20 €
P007-SOLADOS Y ALICATADOS	2.244,72 €	22.374,43 €
P008-CUBIERTA	2.623,68 €	21.884,84 €
P009-PINTURAS	2.298,96 €	4.670,55 €
P010-ELECTRICIDAD	6.679,42 €	5.042,32 €
P011-FONTANERÍA	8.392,19 €	7.095,49 €
P012-CARPINTERÍA	11.269,85 €	20.436,12 €
P013-CERRAJERÍA	2.773,86 €	224,75 €
P014 SEGURIDAD Y SALUD	1.238,76 €	1.256,52 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>88.490,52 €</b>	<b>140.435,30 €</b>
<b>PLAN DE CONTROL DE CALIDAD</b>		
13,00 % Gastos generales	11.503,77 €	18.256,59 €
6,00 % Beneficio industrial	5.309,43 €	8.426,12 €
SUMA DE PCC G.G., B.I. y PEM	105.303,71 €	167.118,01 €
I.V.A.	18.954,67 €	26.738,88 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>124.258,38 €</b>	<b>193.856,89 €</b>

*Tabla 20: Comparativas de costes económicos de la construcción Vivienda Nueva frente a Vivienda Rehabilitada-ampliada*

Evidentemente, es algo mostrado en otros apartados, la ampliación motiva la necesidad de trabajos previos de deconstrucción y movimiento de tierras los cuales encarecen ampliamente los costes de la vivienda rehabilitada y ampliada. Aún así, está claro que la rehabilitación viene a ser más económica

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

que la construcción de la Vivienda Nueva. Es obvio que existen gran cantidad de partidas las cuales presenta menor coste en la Vivienda Rehabilitada-ampliada, pues el hecho de reutilizar materiales reduce los costes de compra de material nuevo. A más en cierta medida la reutilización es posible gracias al seguimiento de procesos de deconstrucción ligados a este y otros inmuebles, así como la recuperación de material proveniente de la escombrera. Las distancias para trasladar los materiales reutilizados no superan los 100km y se hacen con el mismo camión y viaje enlazado desde el punto mas lejano hasta Castuera, localidad donde se desarrolla la Rehabilitación-ampliación. En este caso particular, las tuberías y cables se encuentran en buen estado no presentan ningún problema de desgaste o corrosión, facilitando su reutilización.

DATOS GENERALES	VIVIENDA NUEVA	VIVIENDA REHABILITADA AMPLIADA
Volumen:	893.00 m <sup>3</sup>	840,96 m <sup>3</sup>
personas:	4	4
Building use::	permanent housing	permanent housing
media de la T. de sensacion en invierno:	10.89 °C	11,63 °C
media de la T. de sensacion en primavera:	22.41 °C	22,93 °C
media de la T. de sensacion en verano:	31.10 °C	31,58 °C
media de la T. de sensacion en otoño:	24.14 °C	24,44 °C
EIn:	7.55 lux	9,87 lux
Li:	26.31 dBA	25,61 Dba
Calefaccion:	10.61 kWh/m <sup>2</sup> año	4,98 kWh/m <sup>3</sup> año
Refrigeracion:	4.50 kWh/m <sup>2</sup> año	3,60 kWh/m <sup>3</sup> año
Iluminacion:	4.13 kWh/m <sup>2</sup> año	4.12 kWh/m <sup>3</sup> año
Agua caliente:	2.28 kWh/m <sup>2</sup> año	2,36 kWh/m <sup>3</sup> año
Cocina:	2.01 kWh/m <sup>2</sup> año	2,14 kWh/m <sup>3</sup> año
Otros:	1.29 kWh/m <sup>2</sup> año	1,30 kWh/m <sup>3</sup> año

*Tabla 21: Comparativas de gastos energéticos y comportamiento climático entre Vivienda Nueva frente a Vivienda Rehabilitada-ampliada*

El estudio desarrollado con el Archisun ha permitido un acercamiento a datos relativos al uso de los inmuebles una vez construidos. Nace de ese análisis en primer lugar una mejora en el comportamiento térmico de la Vivienda Rehabilitada-ampliada, directamente la mejora en 1°C para la temperatura de verano afecta directamente a una reducción en los costes de calefacción.

Por otro lado el sencillo hecho de tener una mejor iluminación natural, también influye en el gasto energético relativo a este apartado. Sencillamente poder gozar de una mejor iluminación natural evita estar obligado al uso de iluminación artificial con el consecuente gasto derivado de dicha acción.

Por ultimo, la solución constructiva de los cerramientos tanto antiguos como los nuevos construidos en la Vivienda Rehabilitada-ampliada ayudan a un mejor aislamiento acústico. Que duda cabe la mejora en las condiciones de habitabilidad venidas por el buen aislamiento de ruidos de la calle, habitualmente una contaminación venida de la circulación del tráfico rodado.

**6.- Aserto.<sup>xxviii</sup>**

La proposición a probar viene de la mano de todo el trabajo mostrado en esta investigación.

En un primer acercamiento a los motivos que activaron esta investigación se debe recordar la pregunta madre y generadora de la acción:

***¿Cómo de caro es rehabilitar y ampliar, en condiciones óptimas de habitabilidad, un inmueble en desuso frente a construirlo de nueva planta?***

De nuevo recordar que el concepto caro hace referencia al coste ecológico, impacto sobre el Medio Ambiente y la Calidad del Ecosistema, y en un segundo plano al económico. El objeto de esta investigación nunca fue salvar economías del capital emergente facilitando nuevos productos de mercado como se ha podido comprobar en otras acciones, apoyándose en términos como sostenibilidad, ecología, naturalista, etc. Términos también aclarados en el apartado primero, para así poder tener claro de qué se está hablando y que todo el mundo fuera consecuente con lo expuesto en esta investigación.

Exponerlo de este modo, aunque pueda parecer frío, es sencillamente la forma de respuesta o defensa ante situaciones ocurridas en las últimas décadas, más aún en esta primera década del siglo XXI, siglo del desarrollo tecnológico, el conocimiento, las redes virtuales, etc. donde bien parece surgir cultivos de lo absurdo y de la falta de consciencia y conocimiento de la historia. Apoyado en gran medida sobre el consumo como valor sustentador de esta sociedad, desapareciendo cualquier preocupación pasada, consciente o no de ella, que hubo pareja con el respeto al planeta y los seres que en él habitan. Un ejemplo claro es el concurso Solar Europe Decathlon.



Ilustración 90: Artículo periódico "El País" del día 22 de enero del 2010, hablando sobre el concurso Solar Europe Decathlon y lo positivo del mismo.

¿Alguien me puede aclarar dónde radica la sostenibilidad y eficiencia en términos energéticos de una vivienda que hay que construir de nueva planta? **Por muy eficiente a nivel energético que fuera, el consumo energético necesario para construirla será, según lo demostrado en el apartado anterior, 2,73 veces más impactante sobre la Calidad del Ecosistema que la Vivienda Rehabilitada-ampliada y hasta 7,26 veces más si únicamente hablamos de rehabilitar la vivienda.** En qué cabeza cabe este consumo ilimitado de recursos, en denominar lo sostenible al consumo ilimitado o última tecnología por el sencillo hecho de ser lo "último que se ha hecho" no lo más eficiente o lo que muestra mayor respeto al Medio Ambiente. A más, cuando ello acabará con los recursos del planeta llevando a la extinción de la raza humana.

También, no sólo hablar y ensalzar lo sostenible del inmueble por producir más energía de la que consume, ¿se preguntaron antes todo el gasto energético que supondrá hacer esos paneles fotovoltaicos y de su eficiencia real? Por lo que se ve y se ha expuesto a nadie le ha importado esa parte de la investigación, en principio habría sido grato saber todos esos datos y valorar este concurso como modo de fomentar la no construcción de más edificios y la apuesta por introducir las nuevas tecnologías en la reutilización, rehabilitación o reciclaje de edificios, materiales y sistemas constructivos. En un último caso, si no puede darse ninguna de las 3Rs, construir de nueva planta, pero no ponerlo como la mejor opción y la más sostenible de las soluciones.

En relación con el sistema constructivo de la vivienda ganadora "FABLAB HOUSE", en el artículo hablan de poder ser fabricada en cualquier parte del mundo. Claro, cualquier parte del mundo con la infraestructura capaz de hacerlo posible. Puestos a ello, en cualquier parte del mundo se puede cultivar kiwi, claro, cualquier parte del mundo que tenga unas instalaciones climatizadas con las condiciones que permitan cultivarlo. Con ese criterio, en cualquier parte del mundo se puede conseguir hacer cualquier objetivo planteado. Más aún si en ningún momento aparece el impacto sobre el Medio Ambiente, la reducción del consumo de materiales, el decrecimiento o cualquiera de esos valores que abogan por la supervivencia de las especies en este planeta.

Desde el principio de esta investigación, ha estado presente el conocimiento de la vivienda en el área investigada, la comarca de La Serena. Así, estando presente la historia, tradiciones y su evolución, se ha podido determinar el origen y los criterios de asentamiento de las distintas poblaciones. Llegando incluso al acercamiento de las peculiaridades que motivaron dichos asentamientos, donde cada población hacía uso de los recursos más cercanos. Consiguiendo una respuesta directa a las condiciones de habitabilidad y reducción del daño sobre el ecosistema de la región.

Es por ello el estudio realizado sobre la comarca de La Serena. Conociendo sus tradiciones, su historia y una pequeña sinopsis de su evolución. Saber el origen y los criterios de asentamiento de las poblaciones. Peculiaridades motivadoras de esos asentamientos y cómo cada población actuaba según los recursos de cada región. Modo claro de contextualizarse con su entorno siendo lo menos dañino para el mismo.

Bien pudiera parecer que la SOSTENIBILIDAD fuera el único motivo del informe redactado a finales de los setenta y dirigido por la doctora Gro Harlem Brundtland. ¿Antes de ese informe nada era sostenible? ¿O es que el informe es un motivo más para tener al pueblo callado y seguir fomentando el consumo sin precedentes ni respeto al Medio Ambiente? Ejemplo del buen aprovechamiento de los materiales sucedidos en la región, es el modo de construir los toriles hasta mediados del siglo XX. Se hacían de forma circular por tratarse de la mayor superficie con el menor número de recursos. Por tanto, el menor esfuerzo de quienes la hacían y proporcional al impacto que pudiera ocasionar tomar piedras del entorno y colocarlas en el muro hasta una altura de un metro y cuarenta centímetros.

Otro caso, es el sencillo hecho de hacer cuerdas con fibras vegetales cultivadas por las propias personas que las necesitaban y año tras año ser reutilizadas hasta envejecer, momento en el cual se volverían a hacer nuevas cuerdas, con esas nuevas plantas que tuvieron tiempo de crecer mientras envejecían las anteriores. Y así hasta la saciedad se puede hablar de una tecnología humilde que trabaja con el entorno. Mas es ahora momento de recuperar esa cultura de hacer por la necesidad de hacer y no por la necesidad de consumir.<sup>xxix</sup>

Dentro de las técnicas a poner en valor, a más de las relacionadas con el campo y los quehaceres laborales de agricultores, están las vinculadas a la vivienda. A través de este conocimiento se ha llegado al análisis de las tecnologías populares que se han investigado para su reutilización. Es decir, el

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

conocimiento de la historia y tipologías de vivienda ha permitido acotar el área de trabajo y el objeto de estudio, la vivienda popular extremeña. De este modo poderla comparar con las construcciones actuales basadas en materiales comunes a casi todas las actuaciones: hormigón, hierro y materiales cerámicos.

Se ha podido conocer los tipos de vivienda tradicional:

- I. Chozo.
- II. Casa mínima de organización aleatoria.
- III. Casa pequeña con atisbo de corredor.
- IV. Media casa o casa de colada a una mano.
- V. Casa entera.
- VI. Gran casa de colada.

Así como las técnicas constructivas más habituales en las distintas regiones de la geografía extremeña, con algunos aspectos comunes y cercanos a las viviendas de las regiones vecinas (Andalucía, Castilla la Mancha, Castilla León, Alentejo y Beira Interior).

- I. Cimentación.
- II. La Fábrica.
- III. La Fábrica menor.
- IV. Las Bóvedas.
- V. Cubiertas.

A más, se profundiza en proyectos que se han realizado consecuentes en principio a las necesidades planteadas por los dueños, buscando el menor impacto y reducción de gasto de materiales.

Establecidas las condiciones de contorno, se partió de una aproximación, estableciendo dos apartados a demostrar, siendo el primero:

### ***1.- El impacto ambiental de la rehabilitación y ampliación de vivienda será de un 30% menor que el sufrido por una vivienda de nueva planta.***

De los valores obtenidos, se establece el impacto ambiental de la **Vivienda Nueva en 21,30PDF\*m2año**. Quedando para la **Vivienda Rehabilitada-ampliada 7,79PDF\*m2año**. De la premisa establecida se llega a la conclusión afirmativa sobre lo intuido, es decir, EL IMPACTO DE LA VIVIENDA REHABILITADA-AMPLIADA ES INFERIOR AL 30% RESPECTO A LA VIVIENDA NUEVA. Concretamente, **EL IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DEL ECOSISTEMA PRODUCIDO POR LA VIVIENDA REHABILITADA-AMPLIADA ES UN 63,42% MENOS QUE EL PRODUCIDO POR LA VIVIENDA NUEVA.**

Llegando más lejos aún, se ha calculado el impacto producido en el caso de haber rehabilitado únicamente, quedando el impacto de la Vivienda Rehabilitada en un 86,2% menos que el producido por la Vivienda Nueva.

La segunda aproximación, desentendida de la preocupación por la continuidad de la raza humana y el respeto a la Calidad del Ecosistema, por tanto, más cercana a la sociedad actual, reinante capitalismo y consumo ilimitado de recursos, establecía (partiendo de aproximaciones fruto de trabajos reales realizados en la comarca de La Serena) la siguiente hipótesis:

### ***2.- El costo de rehabilitación y ampliación de una vivienda con condiciones de habitabilidad óptimas será un 40% menor que la construcción de una vivienda de nueva planta.***

Según los datos expuestos se confirma el coste de la Vivienda Rehabilitada-ampliada en 124.258,39€ y el de la Vivienda Nueva en 193.856,89€. Es decir, **el costo de la Vivienda Rehabilitada-ampliada es un 35,9% menos que el de la Vivienda Nueva**. Esta segunda hipótesis no se cumple, no obstante habría que pedir la opinión de la gente para saber si prefiere una Vivienda Nueva o una rehabilitada que le costará un 35,9% menos, con condiciones de Habitabilidad similares.

**Presentado el aserto, queda demostrada la relevancia de la reutilización de los edificios, sistemas constructivos y materiales si la opción es respetar la Calidad del Ecosistema para la continuidad de generaciones venideras.** Ha existido un proceso de sensibilización de cara al reciclaje de los materiales, no parece mala la intención, pero sería más sensato sensibilizar en la **REUTILIZACIÓN** y antes de ello en los procesos de **DECONSTRUCCIÓN** permitiendo así poder reutilizar. Es evidente dentro del proceso constructivo la importancia de los procesos de producción de sus materiales. Ni que decir tiene, la gran verdad que esto saca a la luz, se podrán hacer edificios muy sostenibles pero nadie le quitará a ese edificio su mochila ecológica. Es decir, cuando llegue a construirse podrá ser el más eficiente, consumir poca energía, tener el mejor sistema de climatización, no contaminar, etc. mas el hecho de ser nuevo supondrá un impacto tal que difícilmente su eficiencia podrá compensar en los años que dure en pie.

La labor de los gobernantes será establecer leyes que apoyen la reutilización de materiales, la correcta gestión de materiales derivados de la deconstrucción de los edificios. Ante la situación actual, penalizar las demoliciones y apostar por fomentar la redacción de proyectos de deconstrucción de edificios para la futura reutilización de materiales y sistemas constructivos, caso de ser imposible la reutilización del inmueble. A más, fomentar la creación de empresas dedicadas a la deconstrucción y tratamiento de esos materiales con ensayos que establezcan la calidad de los mismos y el tipo de reutilización que puede soportar, si puede volver a ser usado para el servicio que daba o tendrá limitaciones. A más de poder reciclarse en caso de ser inviable la reutilización.

A partir de esta investigación se quedan muchas puertas abiertas, se invita a seguir procesos de investigación que permitan valorar las viviendas vacías que existen en todo el parque inmobiliario español para así poder fomentar el realojo de familias sin techo o de bajos recursos.

¿Se podría establecer un manual de buenas prácticas para la correcta rehabilitación de viviendas basada en la reutilización de materiales?

¿Qué ahorro energético se obtendría de rehabilitar viviendas vacías o en desuso frente a la construcción de los prototipos desarrollados en el concurso "Solar Europe Decathlon"?

¿Alguien sería capaz de establecer los años de vida que le quedan a la raza humana si mantenemos el crecimiento descontrolado en el que estamos embarcados?

## **ANEXO I. <sup>xxx</sup>Método Eco-indicador 99 (EI 99)**

Es el sucesor del Eco-Indicador 95 (EI 95). La diferencia de principio más importante entre estos dos métodos es que el EI 95 contiene elementos de evaluación subjetiva (distancia hasta el objeto o Distance to target), que el EI 99 resuelve mediante la introducción de una función de aproximación orientada al daño, mediante la cual, de cada emisión se determina cuánto daño produce y no la distancia hasta un objetivo difícil generalmente de definir [Goedkoop et al., 2001]. Otras diferencias más específicas se pueden enunciar de la siguiente manera:

- El método EI 99 ofrece una ejecución más explícita de los pasos tomados sobre las consideraciones subjetivas.
- Ofrece también una mejor descripción y definición de los modelos de daños.
- Provee una especificación exacta de todas las incertidumbres y suposiciones.

Incorpora también efectos de otras emisiones (reducción de materias primas, radiación nuclear, uso de tierras). El método EI 95 es más un indicador de emisiones y el EI 99 es más un indicador de consumo de recursos.

El método de los ecoindicadores sugiere el enfoque de arriba hacia abajo (top-down), que significa comenzar por la definición del resultado requerido, mediante la especificación previa del término 'ambiente' para el caso de estudio, y la forma en que serán ponderados los diferentes problemas ambientales. La ponderación de estos problemas ambientales se considera el paso más difícil y controvertido del análisis [Pré Consultants, 2008a].

El procedimiento sugerido por estas normas difiere por el sugerido en las normas ISO 14000, que sugieren un enfoque de abajo hacia arriba (bottom-up), para ponderar las categorías de impacto ambiental, es decir, comenzar por definir el inventario de emisiones y el consumo de recursos, para luego tratar de interpretarlos.

El corazón operativo de este método se centra en la utilización de 'ecoindicadores', que contabilizan en puntos los efectos adversos que determinado producto ejerce sobre el medio ambiente durante su ciclo de vida [González et al., 2005]. Con este enfoque, las puntuaciones adimensionales (punto Ecoindicador, Pt) que resultan de la evaluación de cada indicador, y su comparación relativa con otros indicadores de otros efectos muy diversos, pueden ser operadas algebraicamente para permitir una puntuación final con fines comparativos entre diferentes alternativas de diseño o rediseño de un producto.

La escala de los ecoindicadores es tal que el valor de 1 Pt representa 1 centésima parte de la carga ambiental anual de un ciudadano europeo medio (número calculado dividiendo la carga ambiental total en Europa entre el número de habitantes y multiplicándolo por 1000, el factor de escala) [IHOBE, 2000].

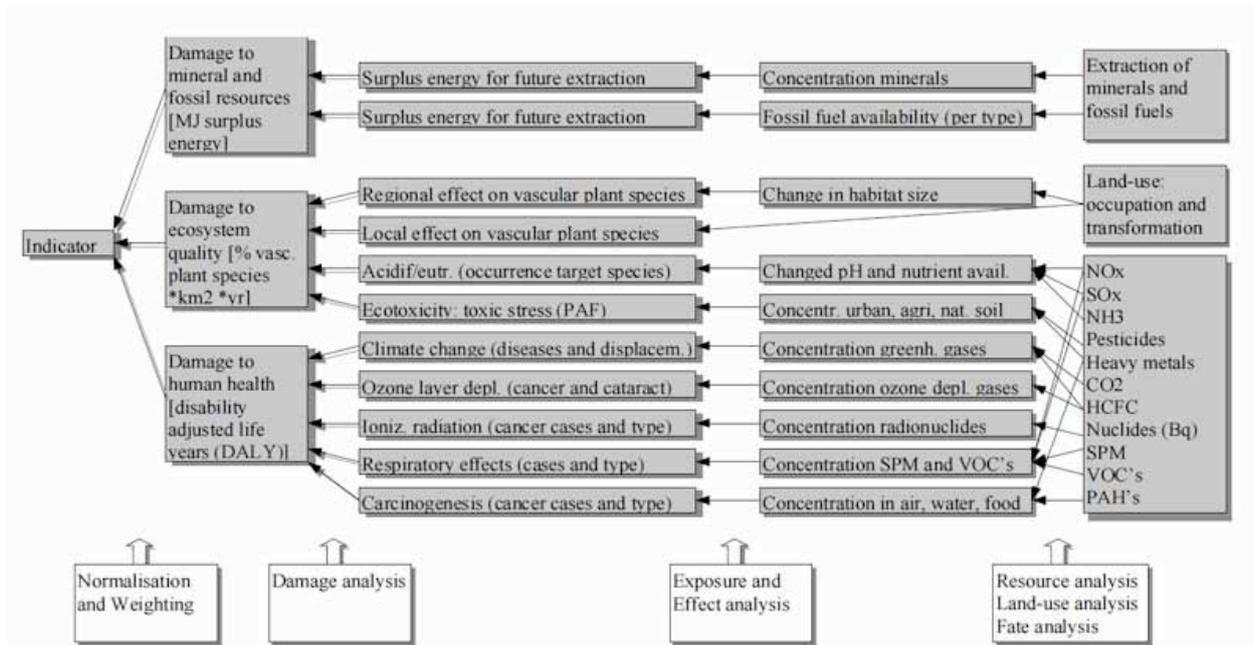
Este método fue desarrollado por un panel conjunto de expertos y usuarios, agrupando las categorías de impacto en 3 categorías de daño, relacionadas directamente con el resultado del inventario [IHOBE, 2000]:

- Daños a la salud humana, en esta categoría se incluyen el número y la duración de las enfermedades, y los años de vida perdidos debido a la muerte prematura por causas ambientales. Estos se expresan como DALYs, años de vida sometidos a una discapacidad (Disability Adjusted Life Years), un índice que también es usado por el Banco Mundial y la WHO.
- Daños a la calidad del ecosistema, se incluyen el efecto sobre la diversidad de especies, especialmente en las plantas vasculares y los organismos sencillos. Se expresan como la pérdida de especies en cierta área, durante cierto tiempo.
- Daños a los recursos, se incluye la necesidad extra de energía requerida en el futuro para extraer mineral de baja calidad y combustibles fósiles.

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Las categorías de daño (y no las categorías de impacto), están normalizadas a nivel europeo (daño causado por 1 europeo al año), basadas principalmente en el año 1993, con algunas actualizaciones para las emisiones más importantes. La normalización es independiente de la perspectiva elegida.

Para poder usar las ponderaciones para las tres categorías de daños, se desarrollaron una serie de complejos modelos de daños, representados de forma esquemática en la siguiente figura:



*Ilustración 91: Representación general de la metodología. Los cuadros blancos muestran procedimientos. Los cuadros grises se refieren a los resultados intermedios.*

En el modelo de daños para las emisiones, son necesario 4 pasos para calcular el daño de las emisiones [IHOBE, 2000]:

- **Análisis Final o de Destino**, cuando se libera una sustancia química, ésta se abre paso a través del aire, agua y el suelo. Su destino final y el tiempo que perdure dependerán de las propiedades de la sustancia y el medio. Una sustancia muy soluble llegará al agua, mientras que otra que se una a las partículas orgánicas puede terminar en determinados tipos de suelo. Otro aspecto importante es la degradabilidad, pues la mayoría de las sustancias orgánicas tienen un tiempo de vida limitado. El llamado modelo de análisis de destino, contempla la relación entre los medios de dispersión y la degradación de las sustancias. Como resultado, se puede calcular la concentración en aire, agua, suelo y alimentos.
- **Análisis de Exposición**, basándose en las concentraciones calculadas, se pueden determinar cuánto tiempo afectará una sustancia al ser humano, a las plantas y a otras formas de vida.
- **Análisis de Efecto**, una vez conocido el tiempo de exposición de una sustancia, es posible predecir los tipos y frecuencia de enfermedades así como otros posibles efectos.
- **Análisis de Daño**, las enfermedades predichas pueden expresarse ahora en la unidad de daños. Por ejemplo, se sabe que un cierto nivel de exposición causa 10 casos extra de un determinado tipo de cáncer. Por otra parte, se puede encontrar datos sobre la media de edad de las personas que contraen esa enfermedad y la media de posibilidades que tienen esas personas de fallecer. Con estos datos, podemos calcular el número de años perdidos y cuantos años se ha estado impedido, ya que las personas enfermas tienen que recibir tratamiento hospitalario. Para evaluar los efectos tóxicos en el ecosistema, se calcula qué porcentaje de plantas y especies sencillas se han expuesto a sustancias tóxicas, mientras que para calcular la acidificación y la eutrofización, consideramos el porcentaje de plantas en peligro de desaparición (fracción potencial de desaparición). Los daños ocasionados a especies superiores tales como pájaros y mamíferos no pueden calcularse, pero hay

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

buenas razones para considerar que el daño a las plantas y los organismos sencillos es también representativo del daño ocasionado a los animales más complejos.

De esta forma, se calculan los daños considerando que la mayoría de las sustancias ocasionan a escala europea, lo mismo que los daños subsecuentes (suposición límite). Sin embargo, en algunas de ellas, como los gases de efecto invernadero, que disminuyen la capa de ozono y las sustancias radioactivas de larga duración, se calcula el daño a nivel mundial, ya que estas sustancias se dispersan fácilmente por todo el mundo.

Para el modelo de daños referido al uso del suelo, un factor importante que determina que muchas especies están en peligro de extinción es la ocupación del terreno con fines urbanísticos y agrícolas, por lo que es esencial incluir dichos efectos del uso del suelo. Aquí, la desaparición de especies cuenta también como unidad de daños. Los diferentes tipos de usos del suelo tendrán también diferentes efectos. Por ejemplo, un aparcamiento pavimentado tendrá seguro menos plantas que un prado orgánico. Según estudios de conservación de los terrenos [Kölner, 1999] se ha desarrollado una escala que recoge la diversidad de especies en cada tipo de tierra, teniendo en cuenta la complicación que supone el hecho de que la diversidad de especies depende del tamaño del área. Esto significa que la construcción y el uso de un aparcamiento no sólo tienen efectos en el área real del aparcamiento, sino también en el área circundante, y debido a ello las áreas naturales serán algo más pequeñas, esto se llama efecto regional. El EI 99 tiene en cuenta tanto el efecto regional como el local.

En cuanto al modelo de daños referido a los recursos, la extracción de minerales reduce la calidad de los recursos restantes. Esto es debido a que la humanidad siempre extrae primero los mejores recursos, dejando los de peor calidad a las generaciones futuras. Por ejemplo, en la Edad del Bronce, nuestros antepasados encontraron menas con elevados porcentajes de cobre, mientras que ahora éste alcanza alrededor del 0,7%. Las generaciones futuras experimentarán el daño referente a los recursos, ya que tendrán que emplear más esfuerzo para extraer los recursos que queden menos concentrados cada vez. Este esfuerzo extra se expresa como 'excedente de energía' [Müller-Wenk, 1998].

Para los combustibles fósiles se aplica el mismo razonamiento anterior, aunque aquí no se puede hablar de concentración. Sin embargo, la riqueza de datos estadísticos indica que, de forma gradual, la disponibilidad de combustible fósil de fácil extracción, como el petróleo, va disminuyendo. Esto no significa que nos enfrentemos al final de los recursos fósiles, sino que deberán utilizarse otros combustibles de menor calidad, como los esquistos bituminosos. Aquí también se puede interpretar la menor calidad como excedente de energía, ya que la exploración para encontrarlos, por ejemplo, requerirá un consumo de energía mayor que incluso la extracción de petróleo.

La metodología empleada para calcular los indicadores tiene dos tipos de incertidumbres:

1. Incertidumbres de los datos. Se refiere a los problemas técnicos de medida y evaluación de los factores. Se presentan como la desviación geométrica estándar. Para la toxicidad son importantes.
2. Incertidumbres sobre la configuración del modelo empleado. Están relacionadas con opciones subjetivas en el modelo, tales como la elección del espacio de tiempo en el mismo o si debemos incluir un efecto o incluso si las pruebas científicas demuestran que la existencia de ese efecto es incompleta; así se desarrollan 3 versiones diferentes de la metodología, que son:
  - I. Perspectiva Jerárquica (H): La perspectiva temporal elegida es un balance entre plazos largos y cortos de tiempo, las sustancias son incluidas si hay consenso en cuanto a su efecto. Para los combustibles fósiles se asume que no pueden ser fácilmente sustituibles.
  - II. Perspectiva Igualitaria (E): La perspectiva temporal elegida es a muy largo plazo, los sustancias son incluidas si hay una mínima y clara indicación en cuanto a su efecto. Los daños no pueden ser evitados, y causarán efectos catastróficos. Para los combustibles fósiles se asume que no pueden ser fácilmente sustituibles.
  - III. Perspectiva Individualista (I): La perspectiva temporal elegida es a corto plazo (100 años o menos), las sustancias son incluidas si hay alguna prueba completa en cuanto a su efecto. Los daños pueden ser recuperados por desarrollo tecnológico y económico. Para los

combustibles fósiles, se asume que no pueden ser fácilmente agotados, quedándose fuera de la evaluación (al punto de que no se considera en la categoría daños a los recursos).

La versión (H) es la que se elige por defecto para esta tesis debido a que es la ponderación media del panel de expertos y tiene una visión más moderada, mientras que las otras versiones tienen una percepción más radical de la realidad. En el caso de la visión (I), no cree que el consumo de los combustibles fósiles sea un problema, ya que cree que será posible sustituir totalmente esta fuente de energía cuando se acabe, situación que parece poco sensata con la actual situación, dado el conocimiento asumido del agotamiento de los recursos energéticos fósiles en las calidades actuales.

## 1.- Caracterización.

### Emisiones.

Los factores de caracterización son calculados al nivel de punto final (daños). El modelo de daño para las emisiones incluye análisis de destino, análisis de exposición, análisis de efectos y análisis de daños. Este modelo se aplica para las siguientes categorías de impacto [Pré Consultants, 2002]:

– Cancerígenos. Las sustancias que se consideran son las mismas que las de la categoría de impacto cancerígenos del método CML 2 baseline. El daño se expresa como DALY/kg emisión.

– Orgánicos respirados. Efectos respiratorios resultado del smog de verano y emisiones de sustancias orgánicas al aire. El potencial de creación de ozono fotoquímico, POCP, también conocido como smog de verano, para las emisiones de sustancias al aire es calculado con el modelo de Trayectoria UNECE (incluye el destino final de la sustancia), y se expresa en kg etano equivalente/kg emisión. El daño se expresa como DALY/kg. Emisión.

– Inorgánicos respirados. Efectos respiratorios resultado del smog de invierno causado por emisiones de partículas, SOx y NOx al aire. El daño se expresa como DALY/kg. emisión.

– Cambio climático. Los factores de caracterización para la fase de análisis final están basados en el modelo de caracterización desarrollado por el IPCC y expresados como potencial de calentamiento global para un horizonte temporal a largo plazo de 200 años (GWP200). El factor de equivalencia IPCC se ha dividido en tres grupos:

- Gases con una vida atmosférica menor de 20 años, se asume que se comportan como el metano.
- Gases con vida atmosférica entre 20 y 100 años, se comportan como el CO2.
- Gases con vida atmosférica superior a 100 años, se comportan como el N2O.

El daño se expresa como DALY/kg emisión, resultado de un incremento o descenso de enfermedades y mortalidad causadas por el cambio climático.

– Radiación. Basada en estudios para la industria nuclear alemana. El daño se expresa como DALY/kg emisión, resultado de la radiación nuclear.

– Capa de ozono. Las sustancias que se consideran son las mismas que considera el método CML 2 baseline para esta categoría de impacto. El daño se expresa como DALY/kg emisión, debido al incremento de las radiaciones UV como resultado de la emisión de sustancias reductoras de ozono al aire.

– Ecotoxicidad. Daños a la calidad del ecosistema, como resultado de la emisión de sustancias tóxicas al aire, agua y tierra. Las principales son metales pesados, siendo la sustancia de referencia el cromo. El daño es expresado como fracción potencialmente afectada: (PAF)· m<sup>2</sup>· año / kg emisión.

– Acidificación/Eutrofización. Las sustancias que se consideran son las mismas que considera el método CML 2 baseline para las categorías de impacto eutrofización y acidificación. El daño a la

## CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

calidad del ecosistema, como resultado de las emisiones de sustancias acidificantes al aire, se expresa como fracción potencialmente desaparecida:  $(PDF) \cdot m^2 \cdot \text{año} / \text{kg emisión}$ .

### Uso de la tierra.

El uso de la tierra (por la actuación humana) tiene impacto sobre la diversidad de especies. Se construye una escala expresando la diversidad de especies por tipo de uso de la tierra, basada en diversas observaciones y según los tamaños del área estudiada. Se tienen en cuenta efectos regionales y también locales.

– Uso de la tierra. Son daños como resultado, bien de la conversión tierras o de su ocupación. Los daños son expresados como  $PDF \cdot m^2 \cdot \text{año} / m^2$  o  $m^2a$ .

### Agotamiento de los recursos

La humanidad siempre extraerá los mejores recursos primero, dejando los recursos de más baja calidad para futuras extracciones. El daño sobre los recursos será experimentado por las generaciones futuras, ya que tendrán que usar mayores esfuerzos para extraer los recursos que quedan. Este esfuerzo extra es expresado como 'surplus energy' (energía extra).

– Minerales. Energía extra por kg de mineral, como resultado del descenso de las vetas de minerales.

– Combustibles fósiles. Energía extra para extraer MJ, kg o m<sup>3</sup> de combustible fósil, como resultado de la menor calidad de los recursos.

## 7.- Evaluación de daños.

Se agrupan los resultados de las categorías de impacto en 3 tipos de daños [Pré Consultants, 2002]:

– Daños a la Salud Humana, en esta categoría de daño se incluyen las siguientes categorías de impacto: cancerígenos, orgánicos respirados, inorgánicos respirados, cambio climático, radiación y capa de ozono.

– Daños a la Calidad del Ecosistema, se incluyen las siguientes categorías de impacto: ecotoxicidad, acidificación/eutrofización y uso de la tierra.

– Daños a los Recursos, donde están incluidas las siguientes categorías de impacto: minerales y combustibles fósiles.

## 8.- Normalización.

Se puede realizar al nivel de categoría de impacto y de daño. Los datos de normalización se calculan a nivel europeo, la mayoría están basados en el año 1993, con muchas adaptaciones para las emisiones más importantes. En la siguiente tabla aparecen los factores de normalización para las categorías de daños según la perspectiva adoptada.

	H/H	H/A	E/E	E/A	I/I	I/A
Salud Humana	65,1		64,7		121	
Calidad Ecosistemas	$1,95 \cdot 10^{-5}$		$1,95 \cdot 10^{-4}$		$2,22 \cdot 10^{-4}$	
Recursos	$1,19 \cdot 10^{-4}$		$1,68 \cdot 10^{-4}$		$6,68 \cdot 10^{-3}$	$6,77 \cdot 10^{-3}$

H: se refiere al conjunto de factores de peso según la perspectiva jerárquica.

E: se refiere al conjunto de factores de peso según la perspectiva igualitaria..

I: se refiere al conjunto de factores de peso según la perspectiva individualista.

A: se refiere al conjunto de factores de peso medios (average weighting set) (media del panel de expertos).

Tabla 22: Factores de Normalización método EI 99.

**9.-** Ponderación.

Se puede llevar a cabo en el nivel de categoría de impacto y de daño (nivel del punto final en la ISO). Un panel de expertos realiza la ponderación para todas las categorías de impacto y las tres categorías de daño. Cada perspectiva dispone de una ponderación específica. La ponderación es el resultado medio de la evaluación del panel. En la siguiente tabla aparecen los factores de caracterización para las categorías de daños según la perspectiva adoptada [Pré Consultants, 2002].

	H/H	H/A	E/E	E/A	I/I	I/A
Salud Humana	300	400	300	400	550	400
Calidad Ecosistemas	400	400	500	400	250	400
Recursos	300	200	200	200	200	200

Tabla 23: Factores de Ponderación método EI99.

**ANEXO II. Redes de producción de las unidades de obra.**

En la siguientes páginas se podrán ver las redes de producción de los materiales y los impactos asociados. Los datos están vinculados al impacto en la Calidad del Ecosistema.(Ver en cd)

VIVIENDA NUEVA:

- Cimentación.
- Estructura.
- Albañilería.
- Cubierta.
- Revestimientos.

VIVIENDA REHABILITADA-AMPLIADA:

- Cimentación.
- Estructura.
- Albañilería.
- Cubierta.
- Revestimientos.

- Temporal
- Borrador
- Por modificar
- Por revisar
- Terminado

1 m2  
NO.0-Cimentación

100%

0,338 m3  
Concrete,  
exacting, at  
plant/CH S

61,3%

8,55 kg  
Fe520 I

38,7%

8,05 kg  
Steel I

38,3%

0,0427 kg  
Manganese I

0,195%

0,0231 kg  
Silicon I

0,125%

0,87 kg  
Scrap (iron) I

0,642%

3,78 MJ  
Energy Australia I

0,138%

83 tkm  
Bulk carrier I

20%

4,43 tkm  
Train I

1,39%

2,49 MJ  
Energy Africa I

0,0917%

0,488 tkm  
Coaster I

0,0681%

1,71 MJ  
Energy US I

0,0536%

0,381 tkm  
Trailer I

0,536%

0,652 tkm  
Barge I

0,152%

0,61 kg  
Heavy fuel oil I

0,358%

0,0908 kg  
Diesel I

0,0654%

1,99 MJ  
Electricity  
Netherlands ETH I

0,535%

0,619 kg  
Crude oil I

0,285%

0,703 MJ  
Electricity UCPTE  
coal I

0,203%

1,1 MJ  
Electricity UCPTE  
gas I

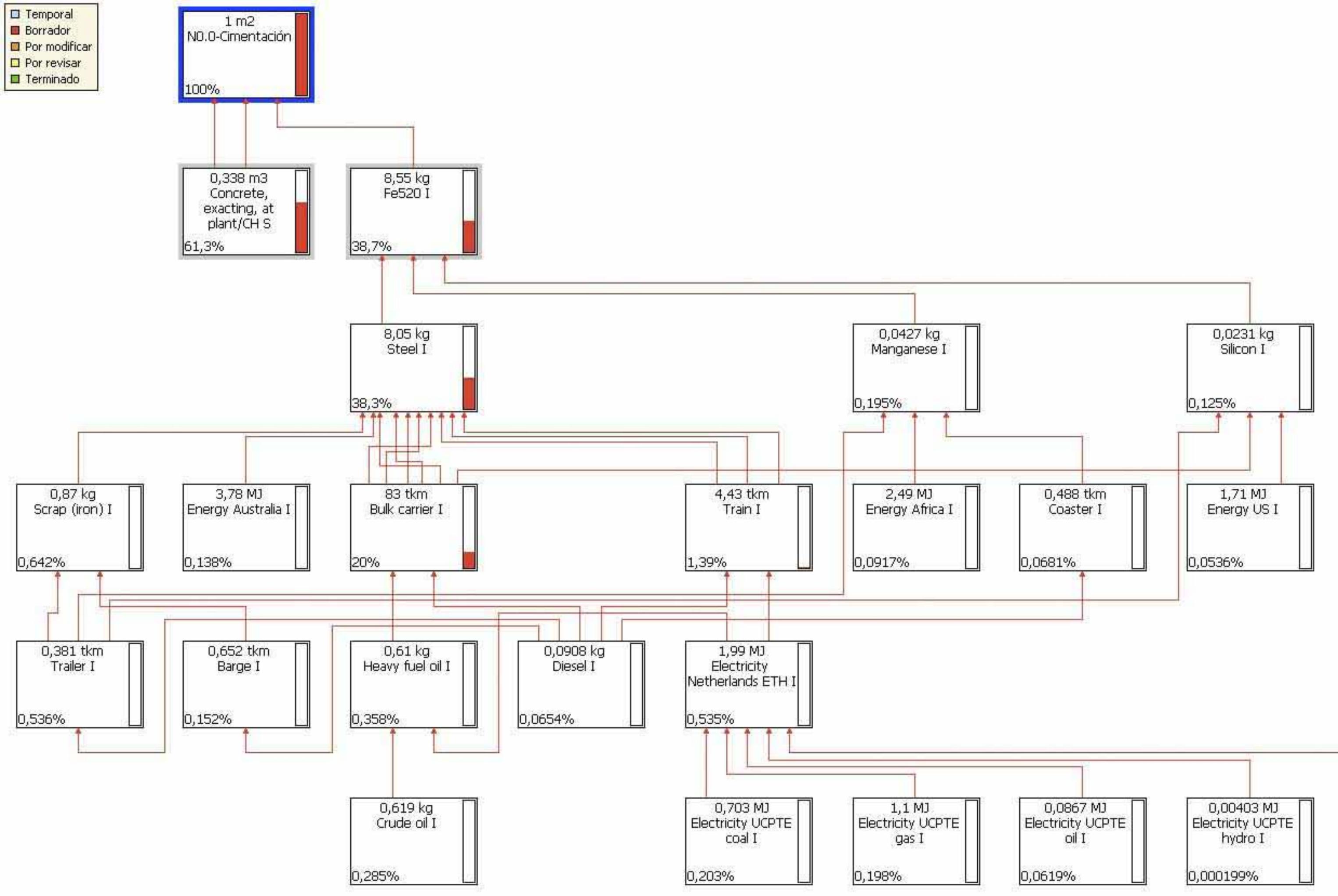
0,198%

0,0867 MJ  
Electricity UCPTE  
oil I

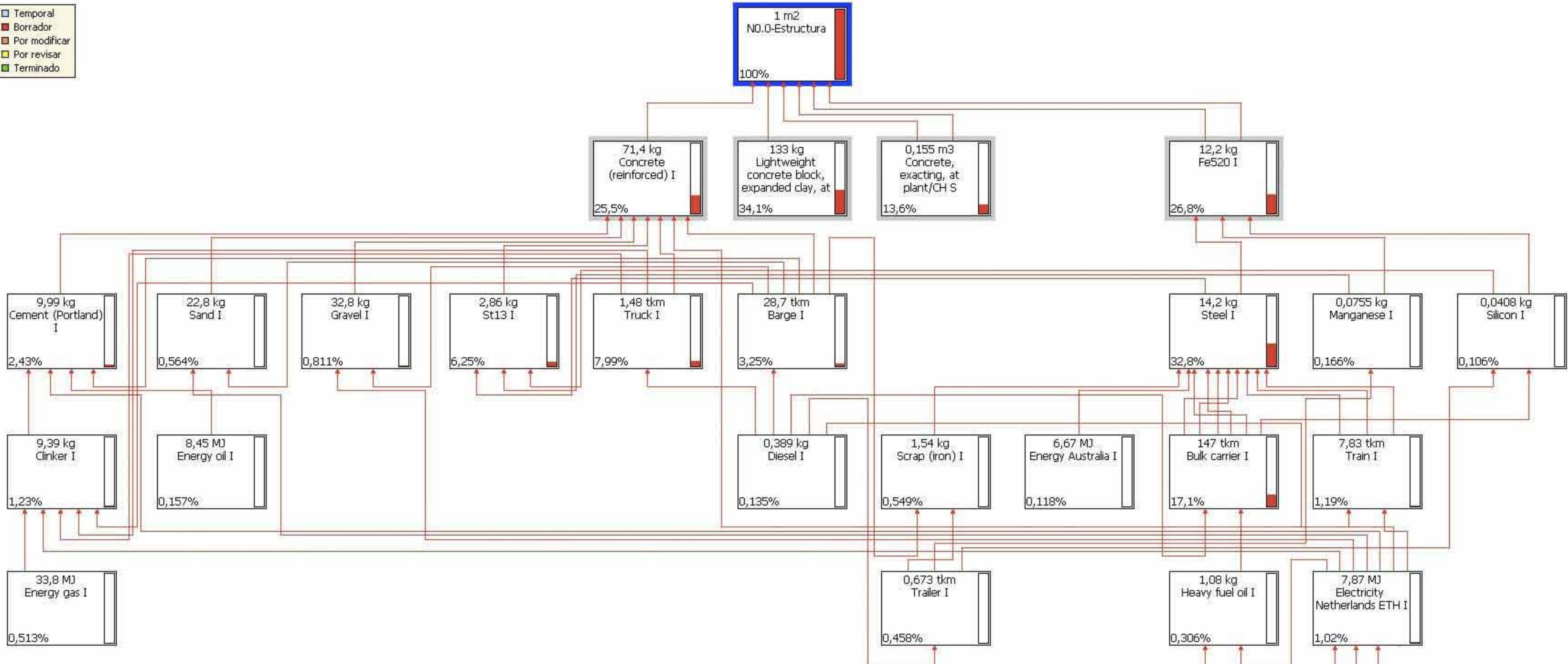
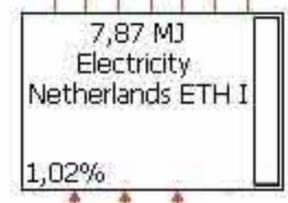
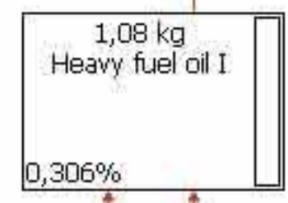
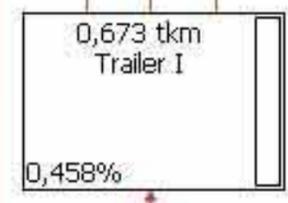
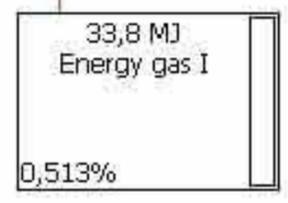
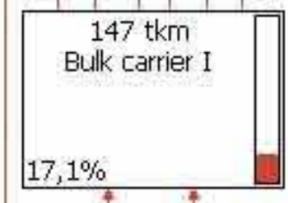
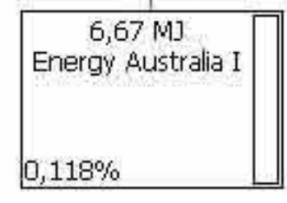
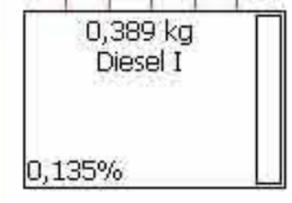
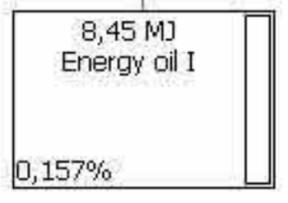
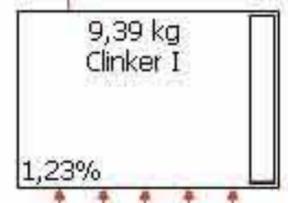
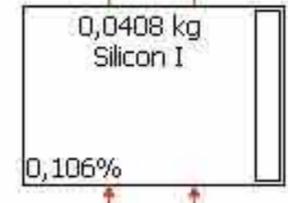
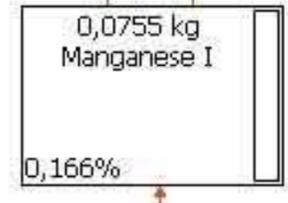
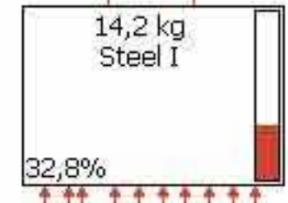
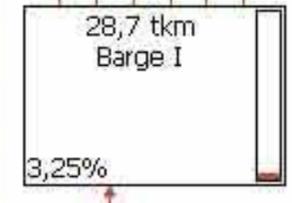
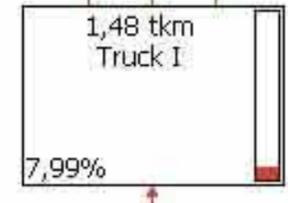
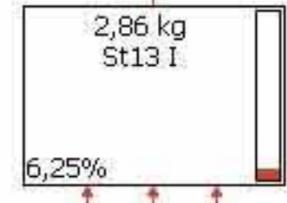
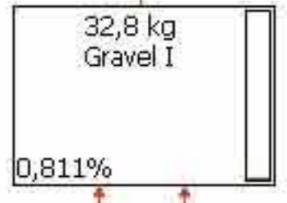
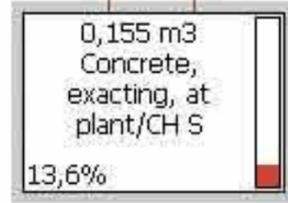
0,0619%

0,00403 MJ  
Electricity UCPTE  
hydro I

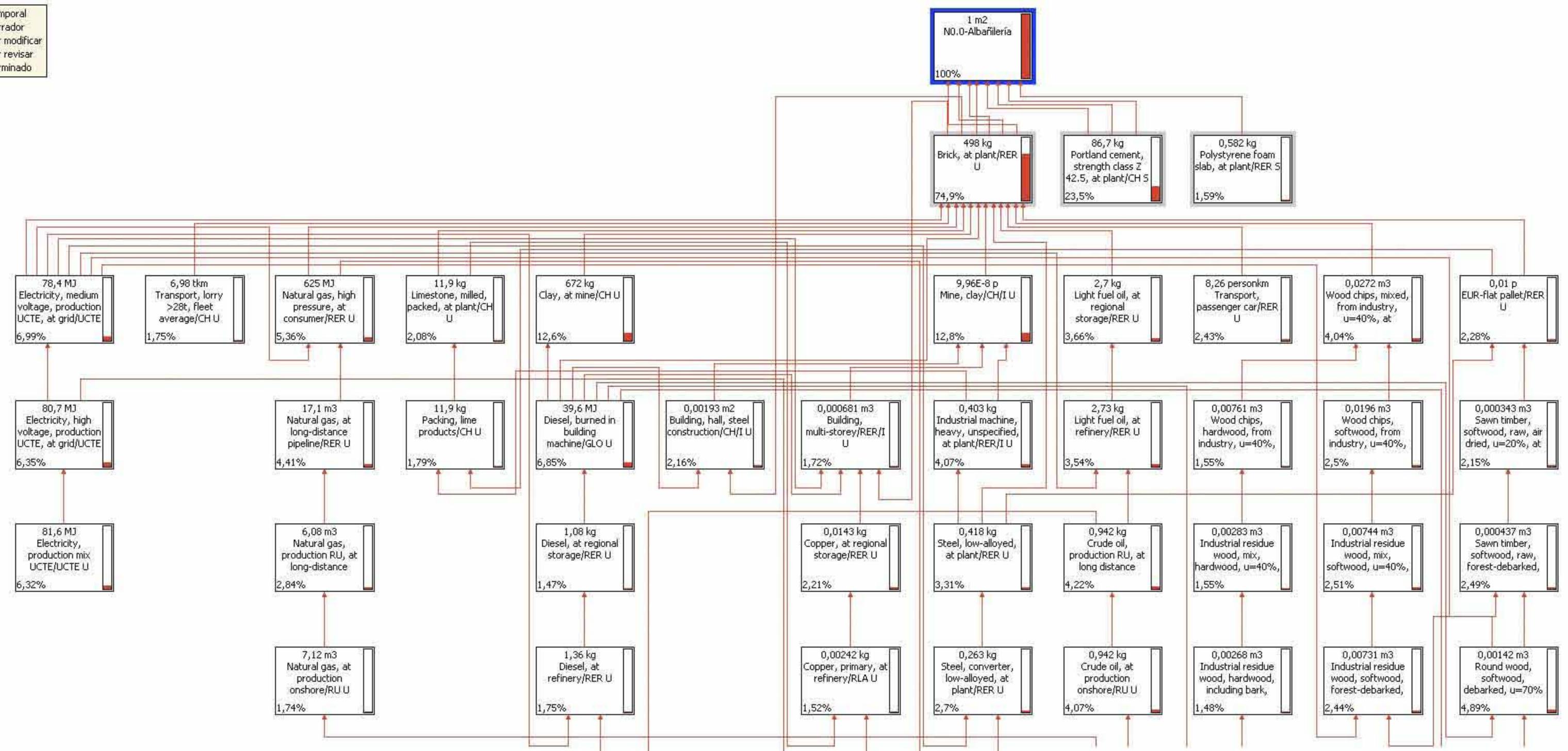
0,000199%



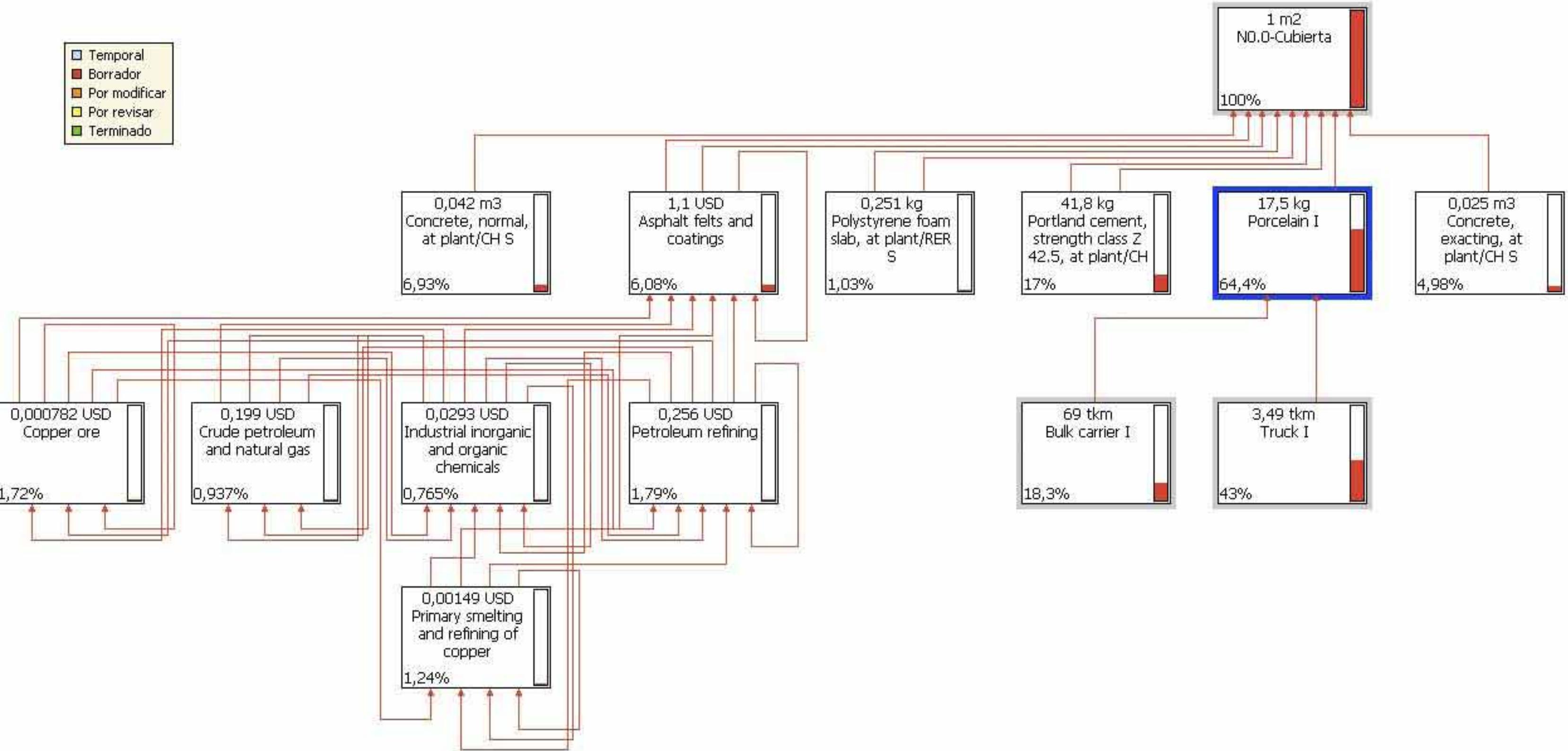
- Temporal
- Borrador
- Por modificar
- Por revisar
- Terminado

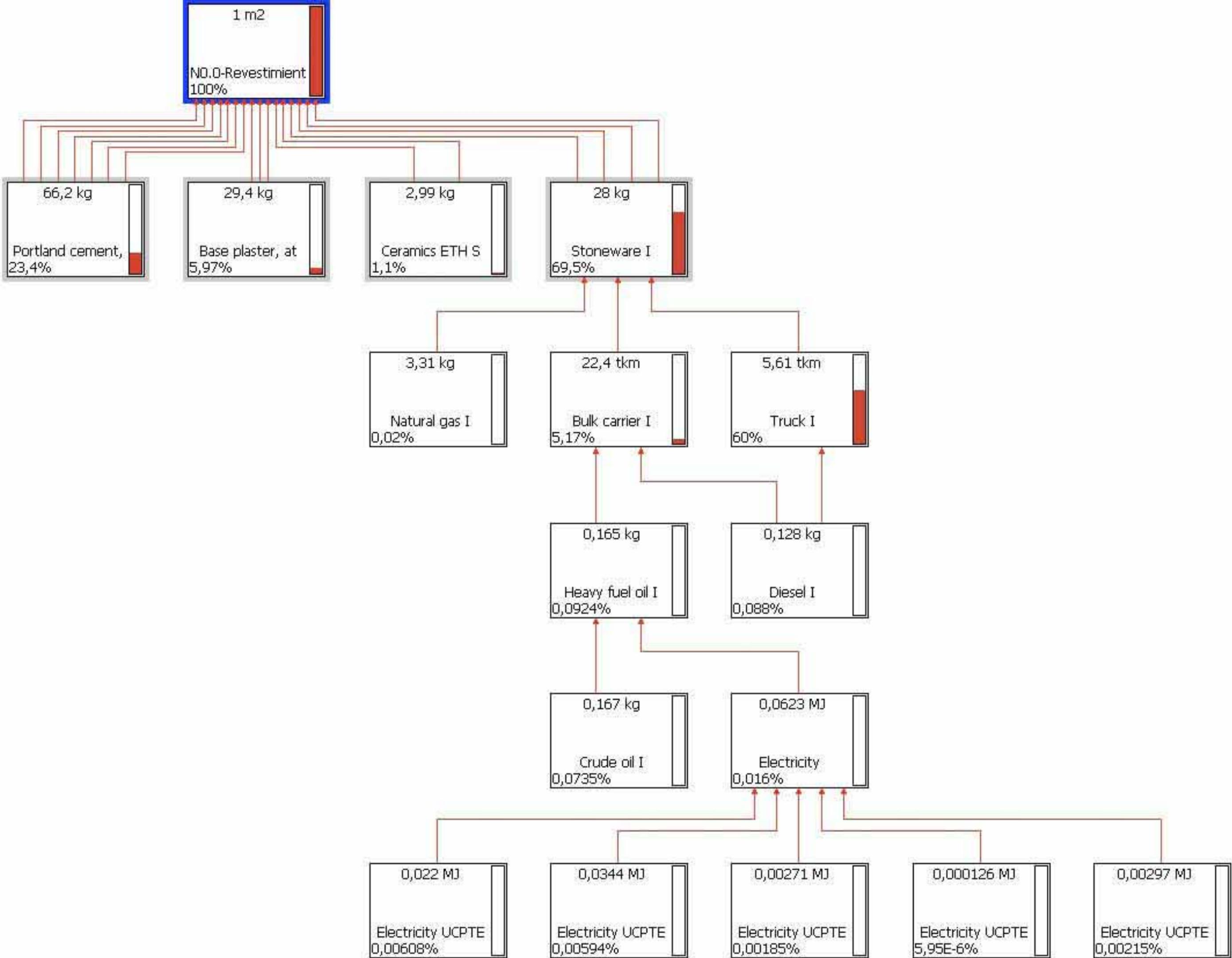


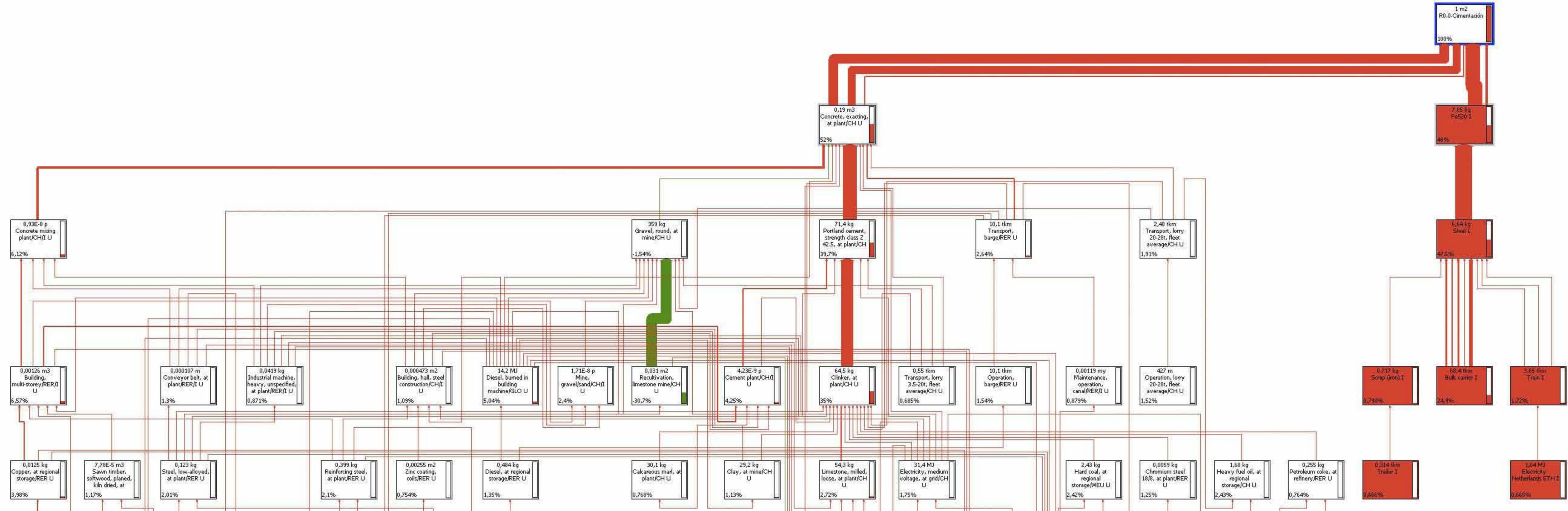
- Temporal
- Borrador
- Por modificar
- Por revisar
- Terminado



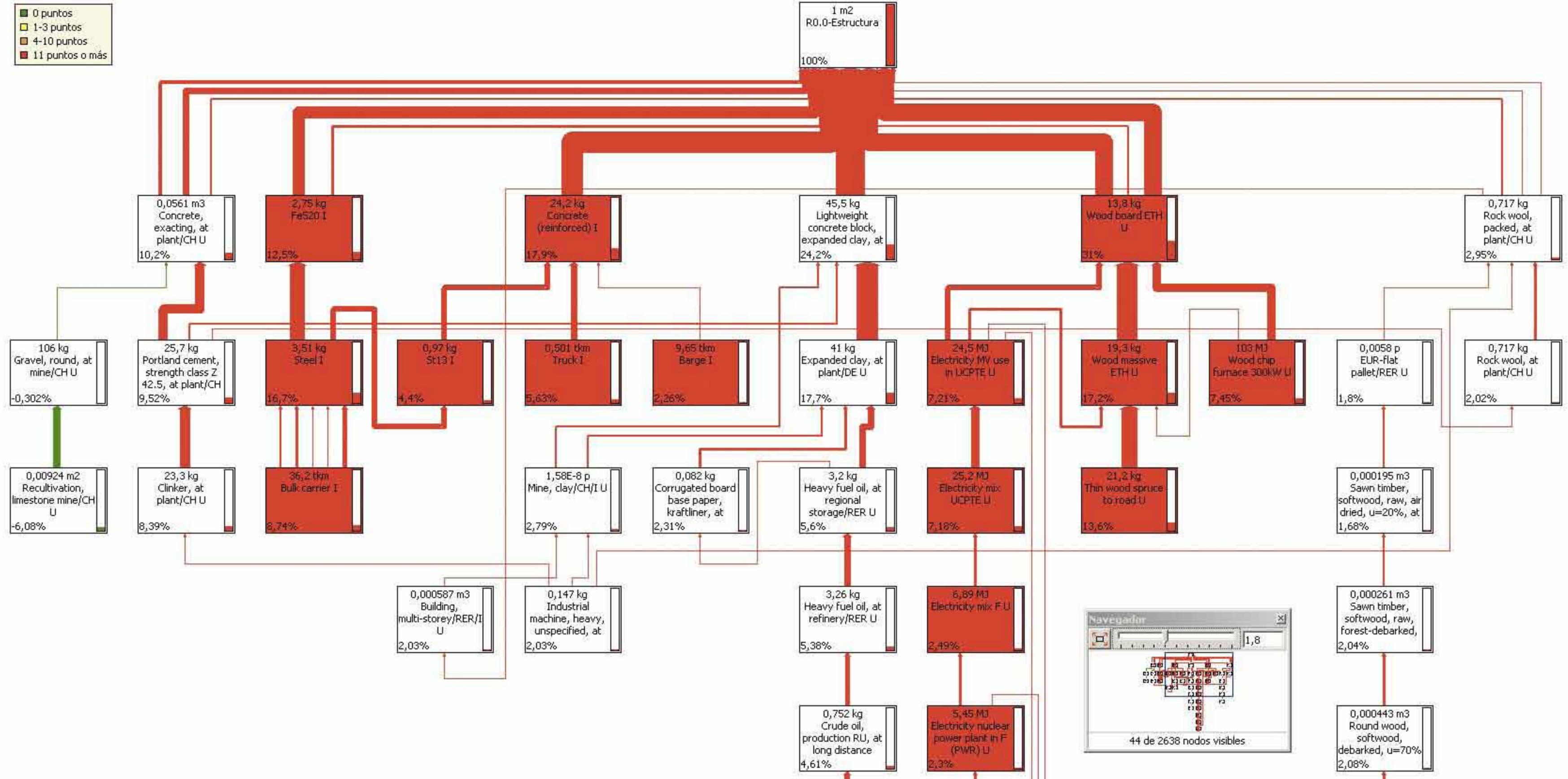
- Temporal
- Borrador
- Por modificar
- Por revisar
- Terminado



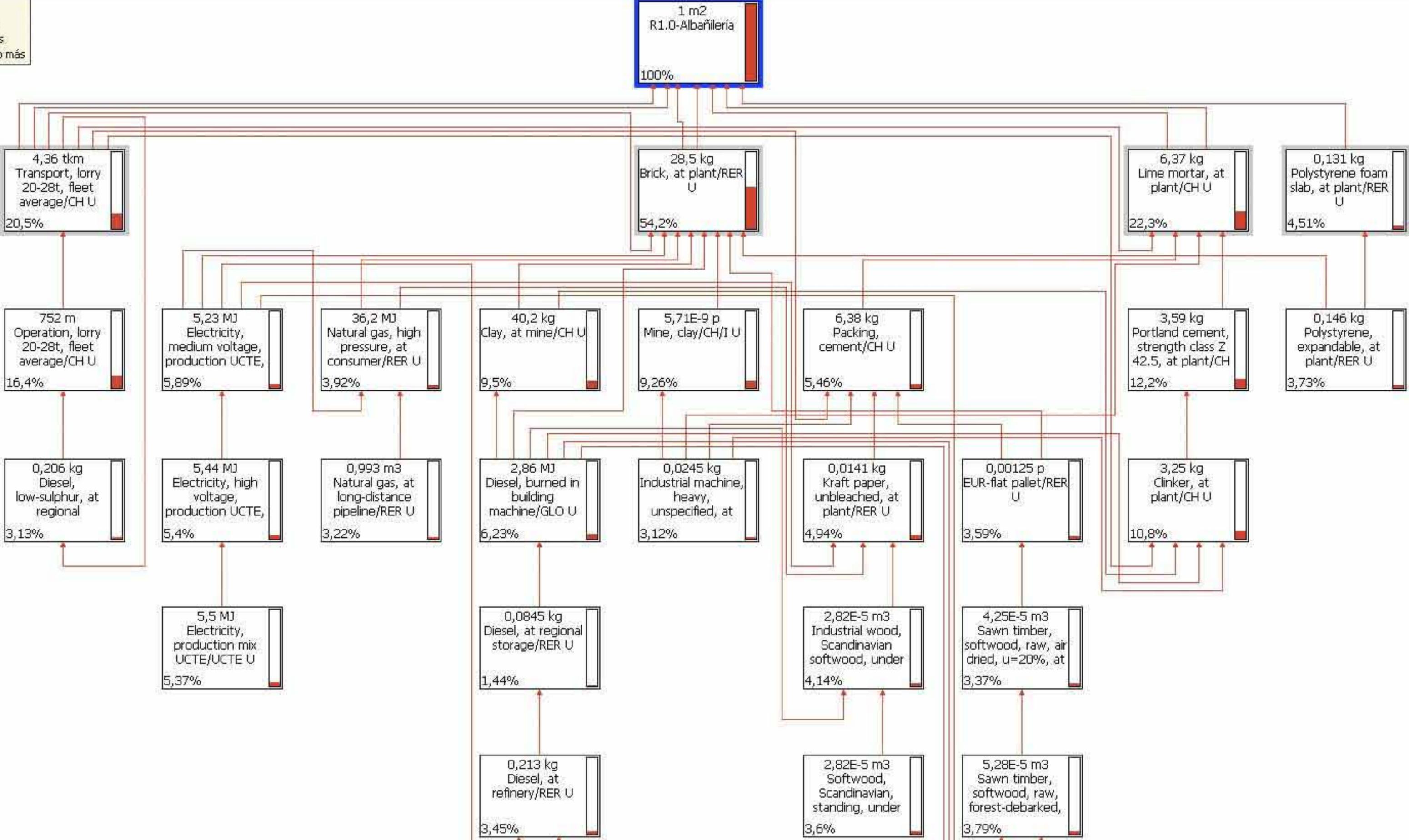




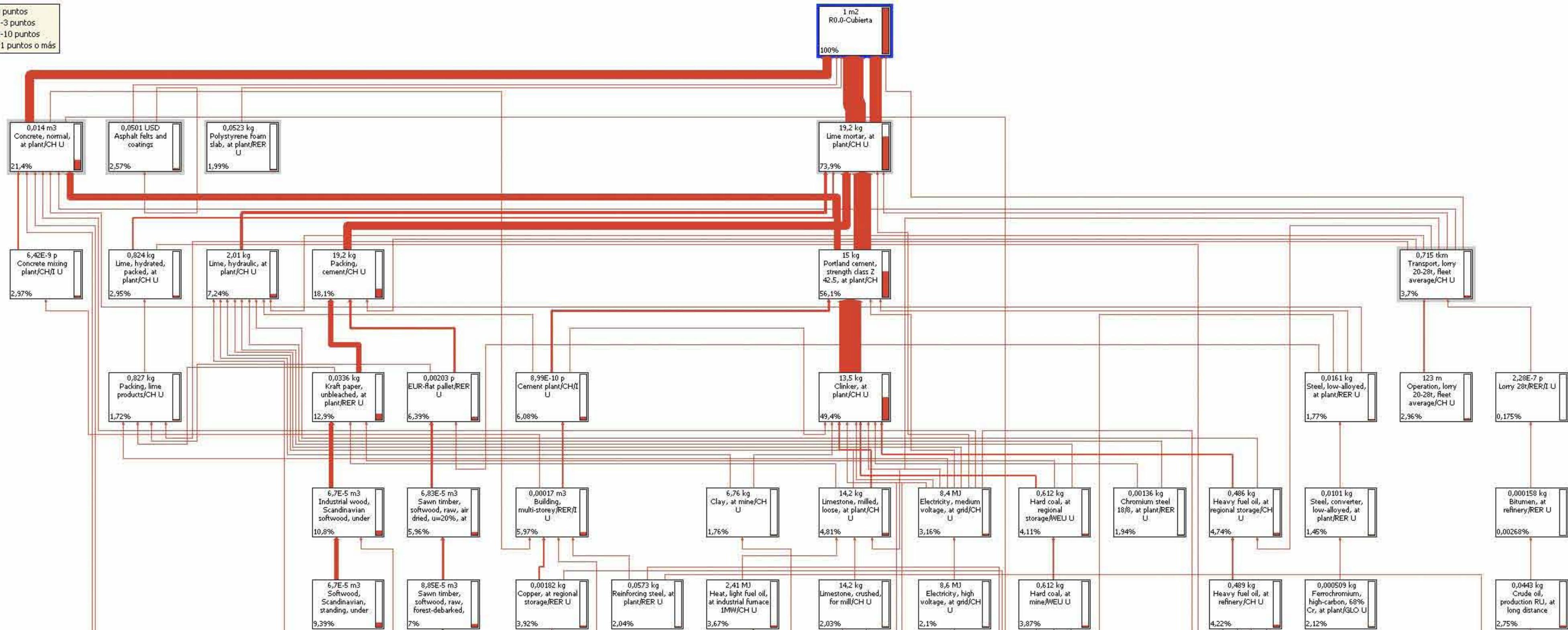
- 0 puntos
- 1-3 puntos
- 4-10 puntos
- 11 puntos o más

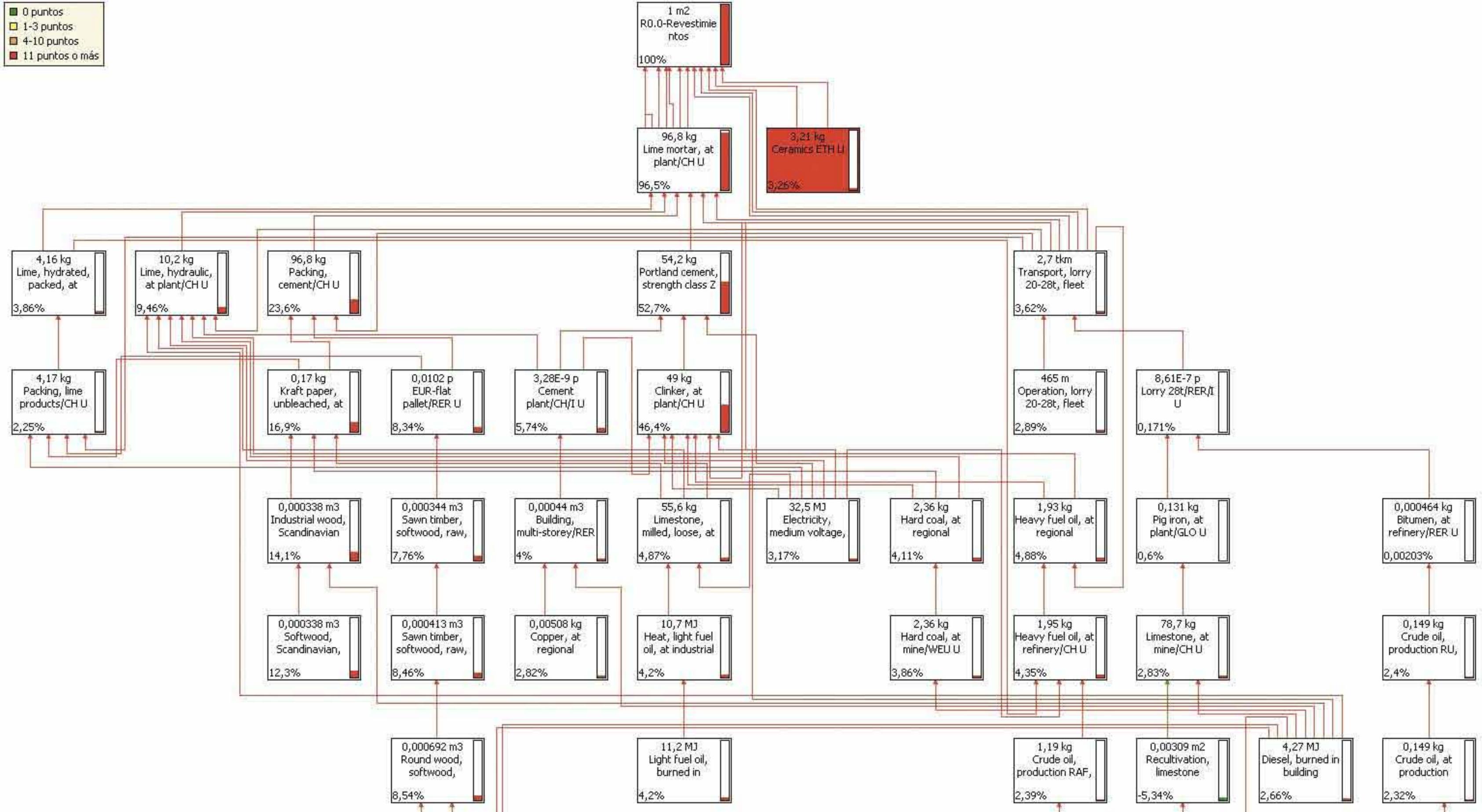
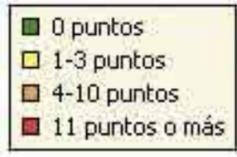


- 0 puntos
- 1-3 puntos
- 4-10 puntos
- 11 puntos o más



- 0 puntos
- 1-3 puntos
- 4-10 puntos
- 11 puntos o más





**ANEXO III. Gráficas de incertidumbre.**

En las siguientes páginas se podrán ver las gráficas de incertidumbre obtenidas por el método de Monte-Carlo. Los datos están vinculados al impacto en la Calidad del Ecosistema. (Ver en cd)

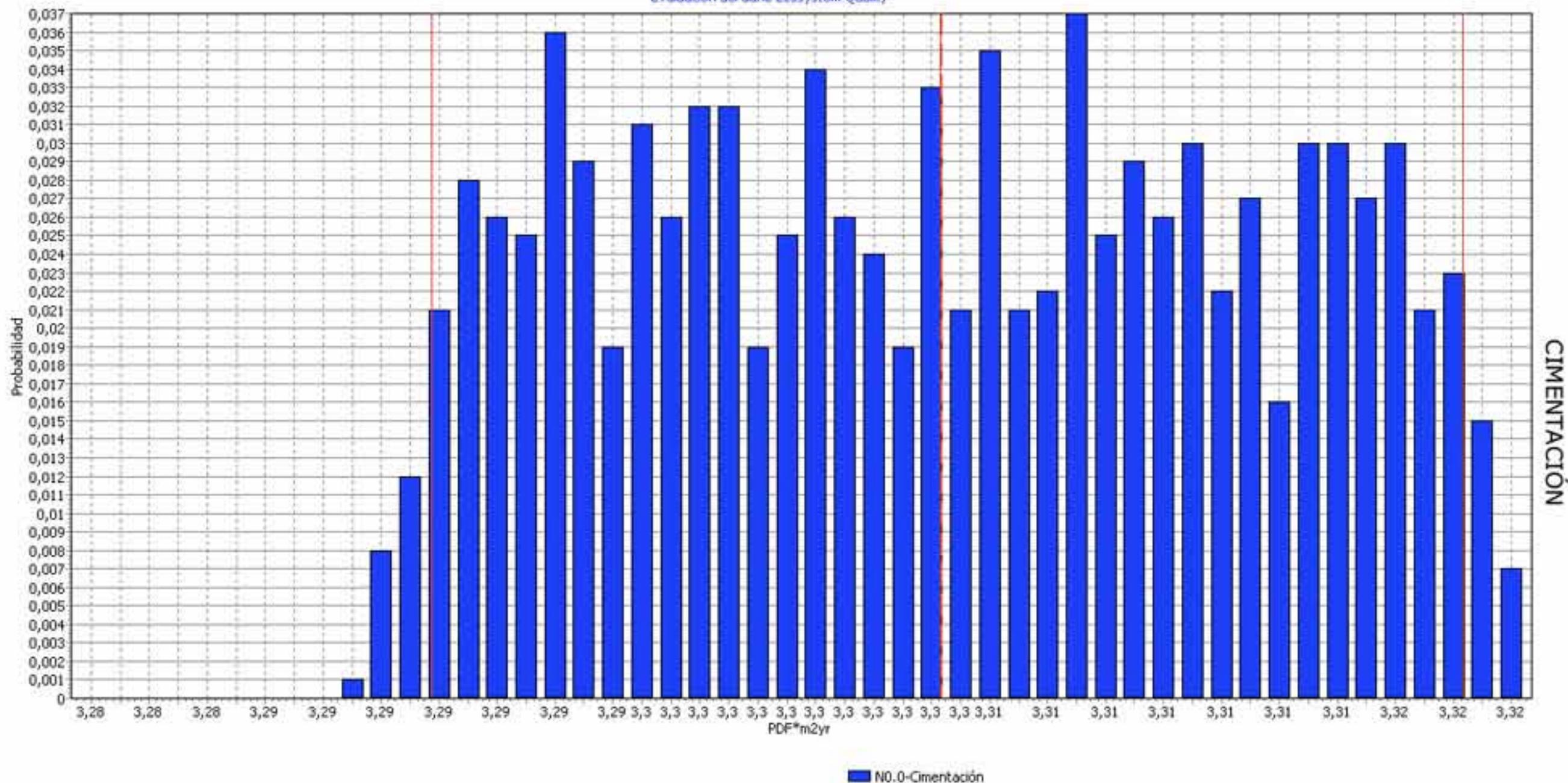
VIVIENDA NUEVA:

- Cimentación.
- Estructura.
- Albañilería.
- Cubierta.
- Revestimientos.
- Vivienda Nueva.

VIVIENDA REHABILITADA-AMPLIADA:

- Cimentación.
- Estructura.
- Albañilería.
- Cubierta.
- Revestimientos.
- Vivienda Rehabilitada-ampliada.

Evaluación del daño Ecosystem Quality

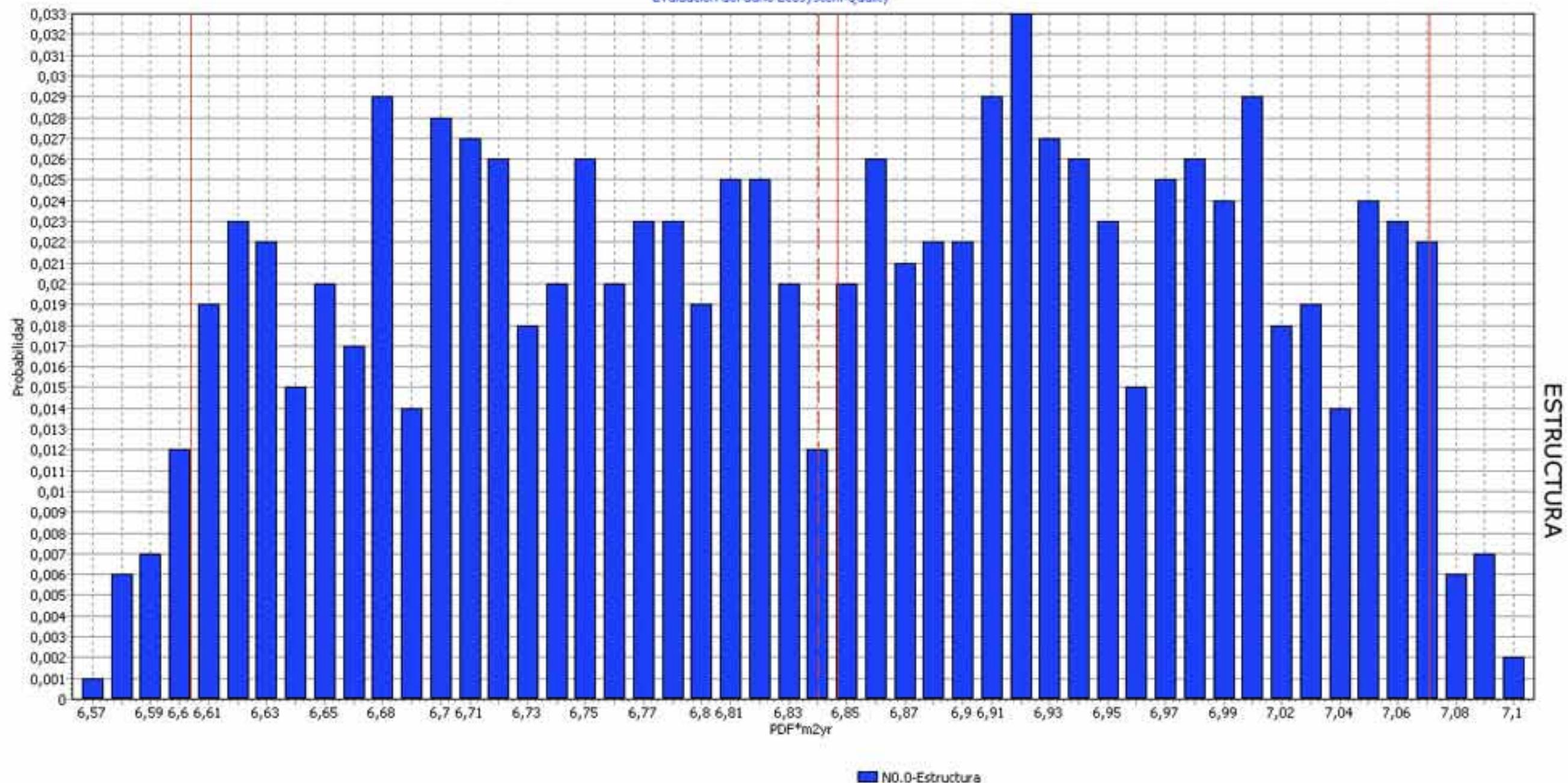


Análisis de incertidumbre de 1 m<sup>2</sup> (N0.0-Cimentación),  
 método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E , intervalo de confianza: 95 %

Número de bins	50	±
Intervalo visible	99,9	%
Intervalo de confianza	95	%

Producto	Promedio	Mediana	D5	CV (Coeficiente	2,5%	97,5%	Error estándar
N0.0-Cimentación	3,3	3,3	0,00865	0,262%	3,29	3,32	8,28E-5

Evaluación del daño Ecosystem Quality

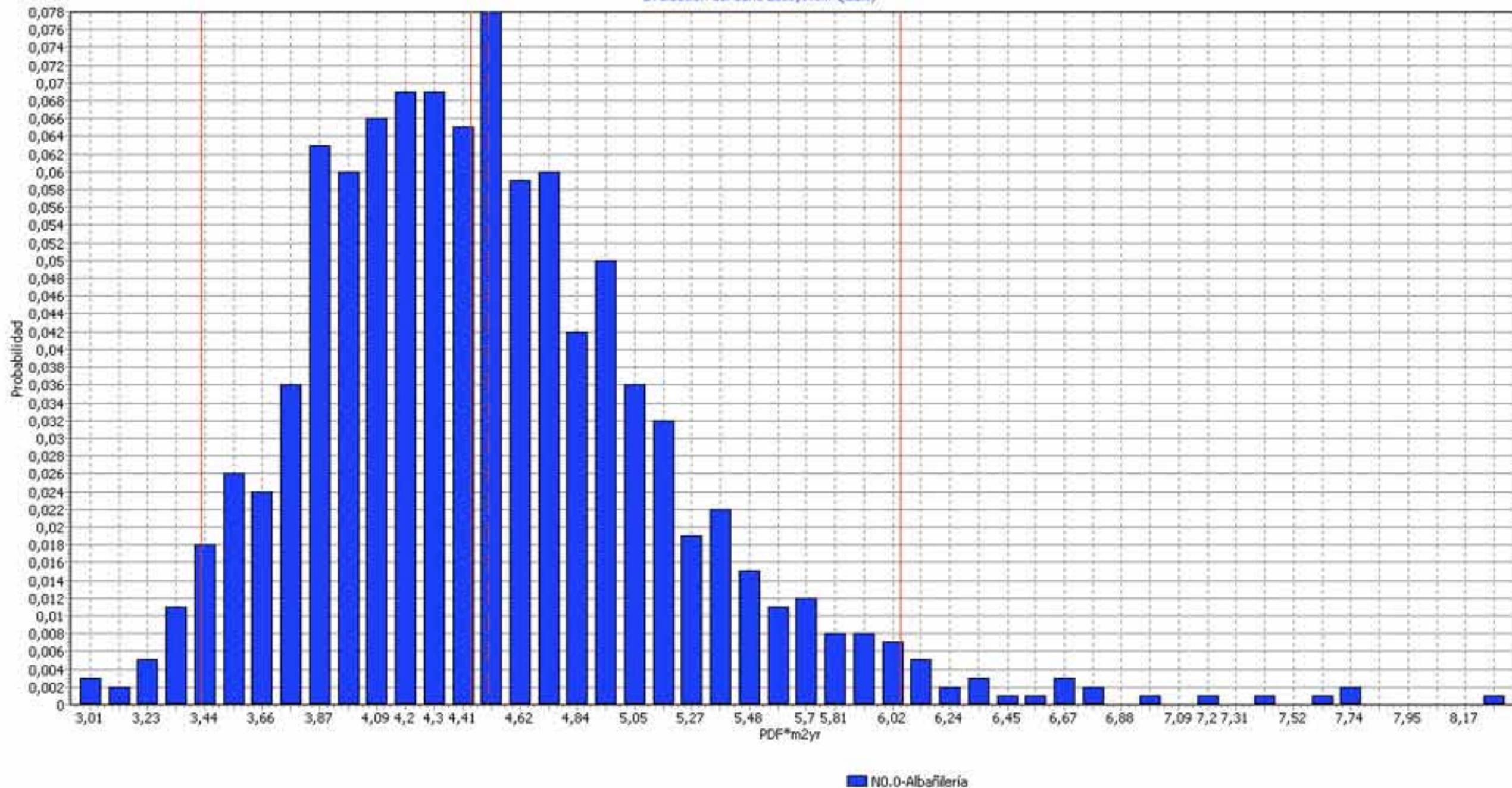


Análisis de incertidumbre de 1 m2 (NO.0-Estructura),  
 método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E , intervalo de confianza: 95 %

Número de bins	50	±
Intervalo visible	99,9	%
Intervalo de confianza	95	%

Producto	Promedio	Mediana	DS	CV (Coeficiente	2,5%	97,5%	Error estándar
NO.0-Estructura	6,84	6,85	0,141	2,06%	6,6	7,07	0,000652

Evaluación del daño Ecosystem Quality

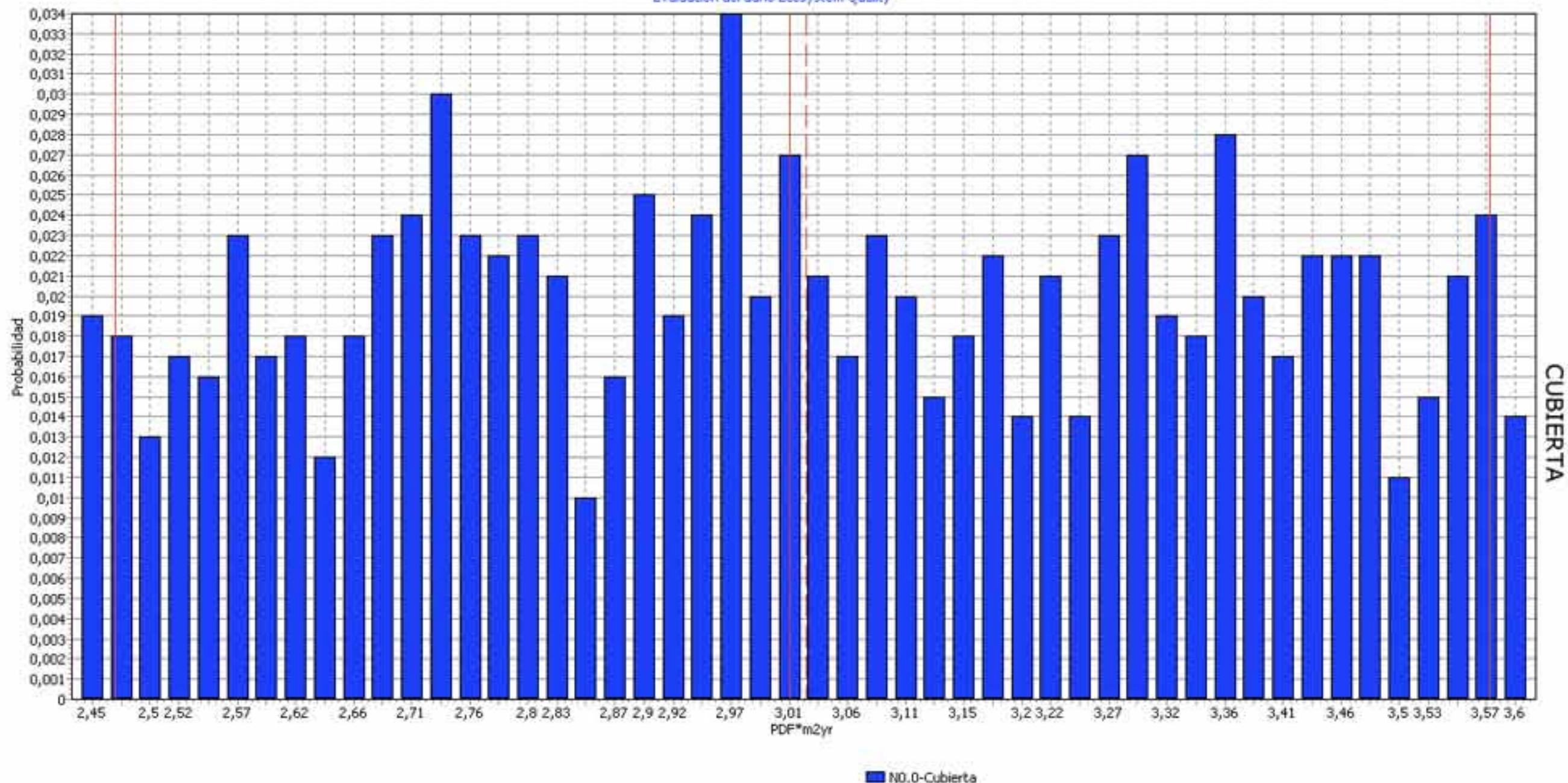


Análisis de incertidumbre de 1 m2 (N0.0-Albañilería),  
 método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E , intervalo de confianza: 95 %

Número de bins	50	-
Intervalo visible	99,9	%
Intervalo de confianza	95	%

Producto	Promedio	Mediana	D5	CV (Coeficiente	2,5%	97,5%	Error estándar
N0.0-Albañilería	4,51	4,44	0,684	15,2%	3,43	6,05	0,0048

Evaluación del daño Ecosystem Quality

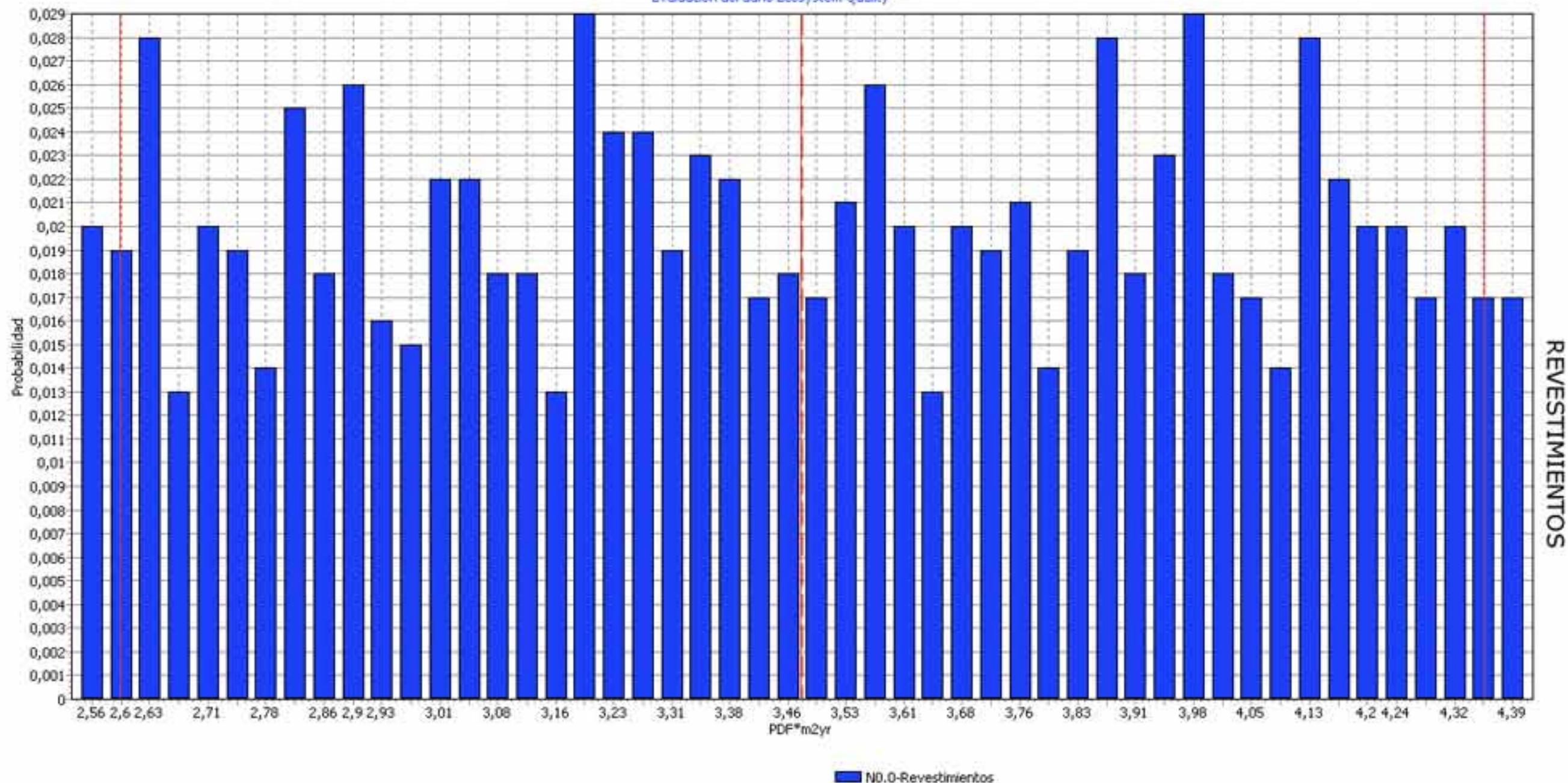


Análisis de incertidumbre de 1 m2 (NO.0-Cubierta),  
 método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E , intervalo de confianza: 95 %

Número de bins	50	±
Intervalo visible	99,9	%
Intervalo de confianza	95	%

Producto	Promedio	Mediana	D5	CV (Coeficiente	2,5%	97,5%	Error estándar
NO.0-Cubierta	3,03	3,01	0,328	10,8%	2,47	3,58	0,00343

Evaluación del daño Ecosystem Quality

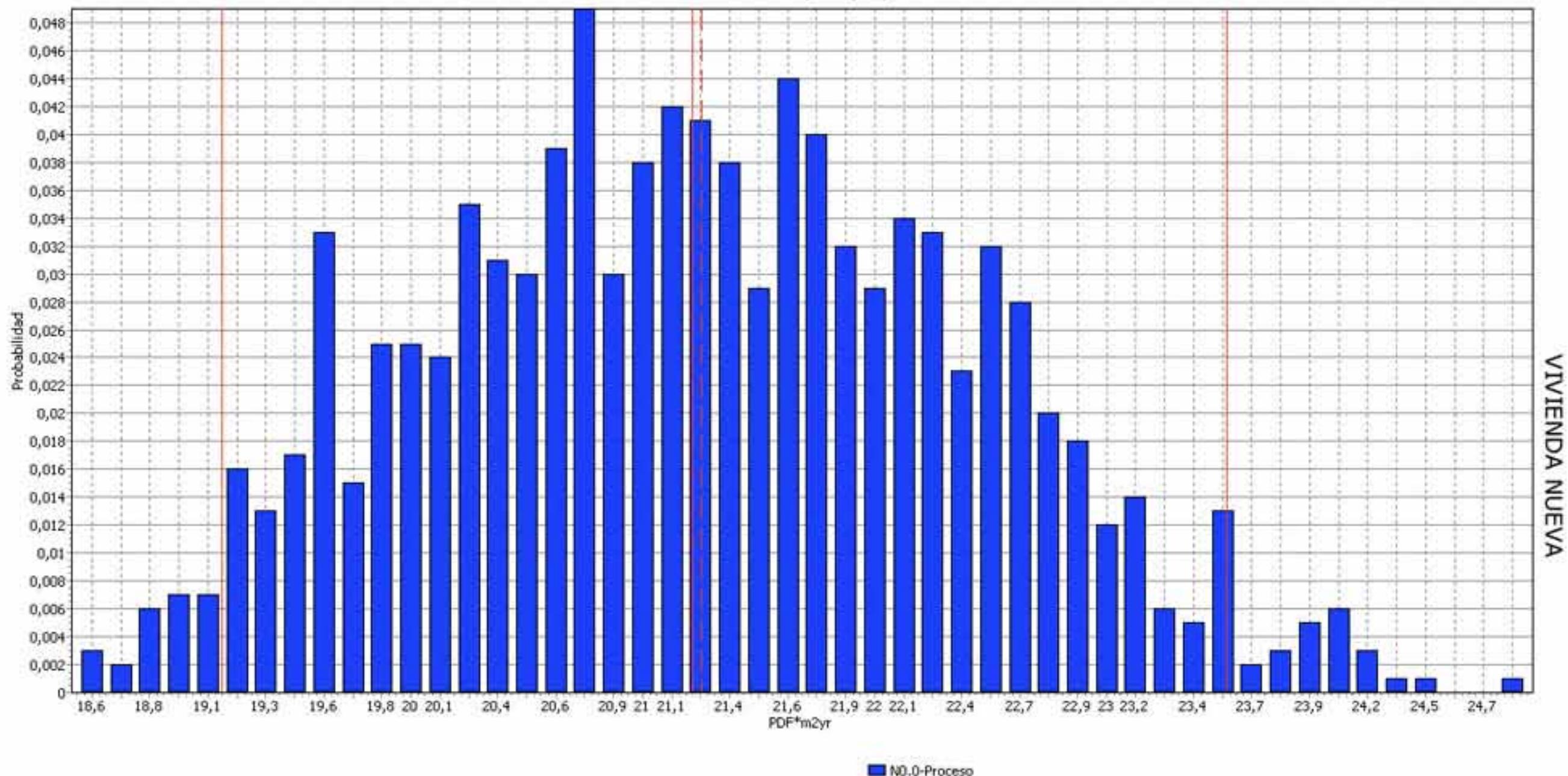


Análisis de incertidumbre de 1 m2 (N0.0-Revestimientos),  
 método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E , intervalo de confianza: 95 %

Número de bins	50	%
Intervalo visible	99,9	%
Intervalo de confianza	95	%

Producto	Promedio	Mediana	D5	CV (Coeficiente	2,5%	97,5%	Error estándar
N0.0-Revestimientos	3,47	3,47	0,535	15,4%	2,59	4,35	0,00487

Evaluación del daño Ecosystem Quality

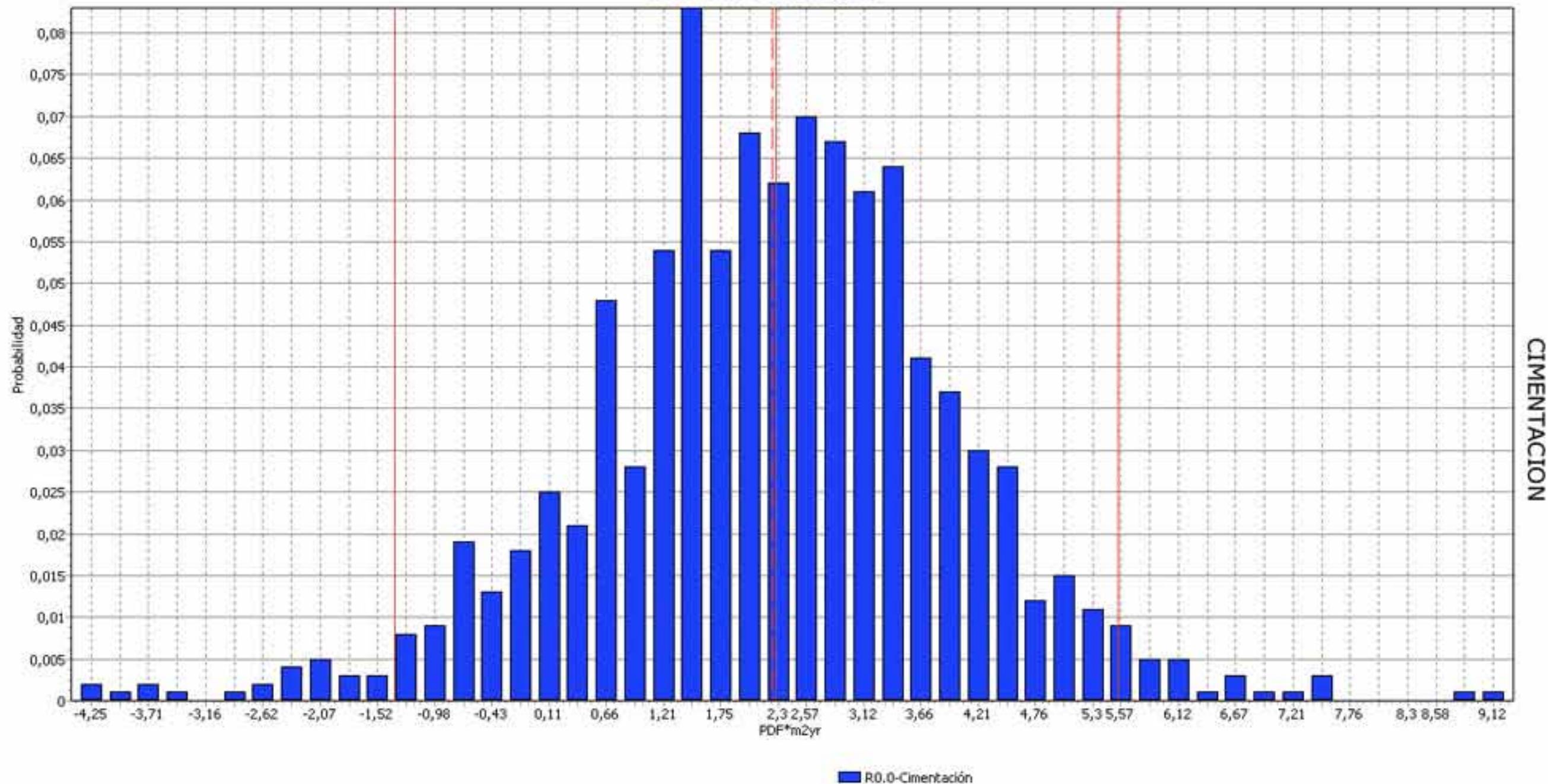


Análisis de incertidumbre de 1 p (NO.0-Proceso),  
 método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E , intervalo de confianza: 95 %

Número de bins	50	%
Intervalo visible	99,9	%
Intervalo de confianza	95	%

Producto	Promedio	Mediana	DS	CV (Coeficiente	2,5%	97,5%	Error estándar
NO.0-Proceso	21,3	21,2	1,18	5,57%	19,1	23,6	0,00176

Evaluación del daño Ecosystem Quality



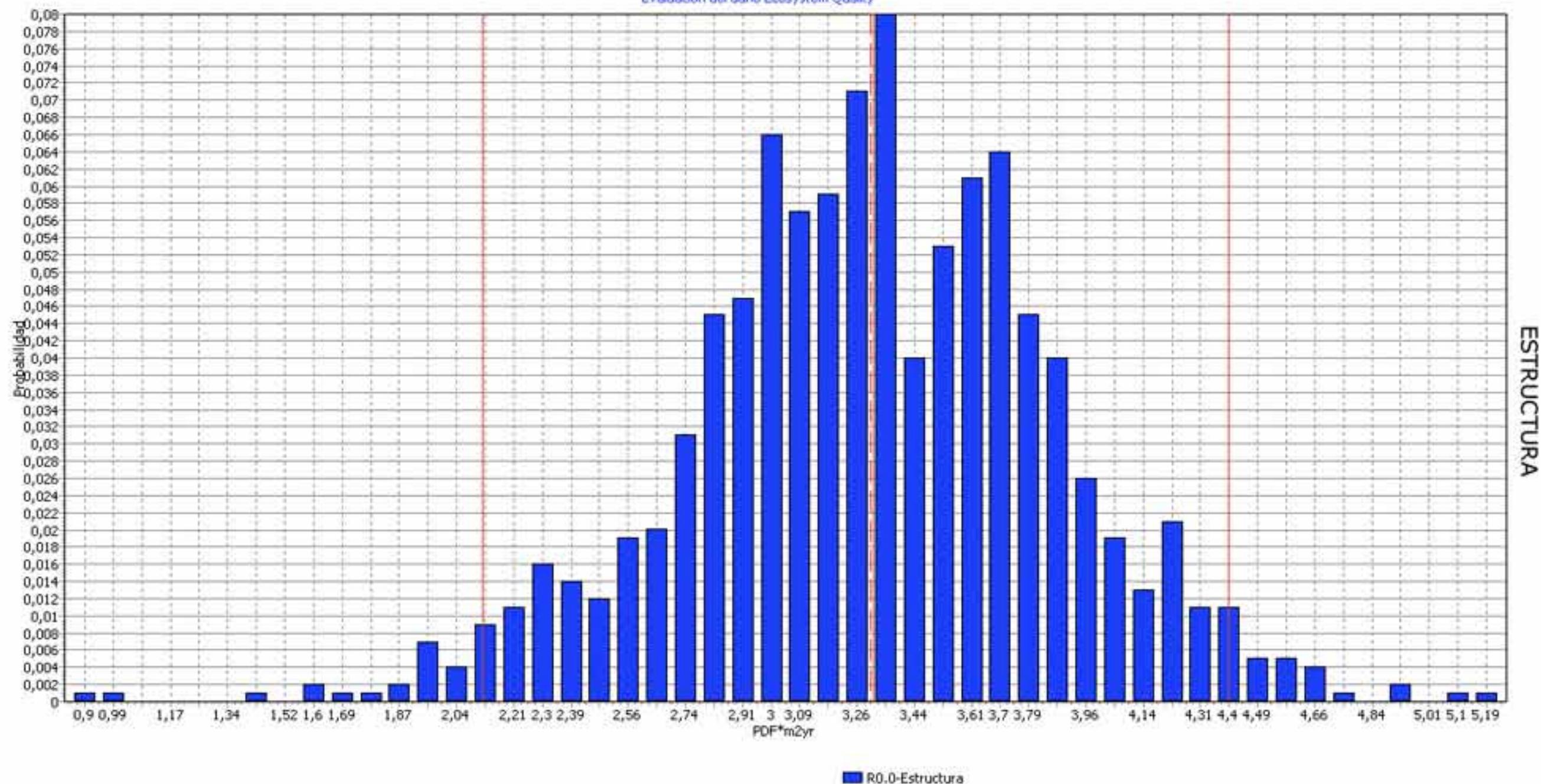
CIMENTACION

Análisis de incertidumbre de 1 m2 (R0.0-Cimentación),  
 método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E , intervalo de confianza: 95 %

Número de bins	50	%
Intervalo visible	99,9	%
Intervalo de confianza	95	%

Producto	Promedio	Mediana	DS	CV (Coeficiente	2,5%	97,5%	Error estándar
R0.0-Cimentación	2,24	2,27	1,74	77,7%	-1,36	5,54	0,0246

Evaluación del daño Ecosystem Quality

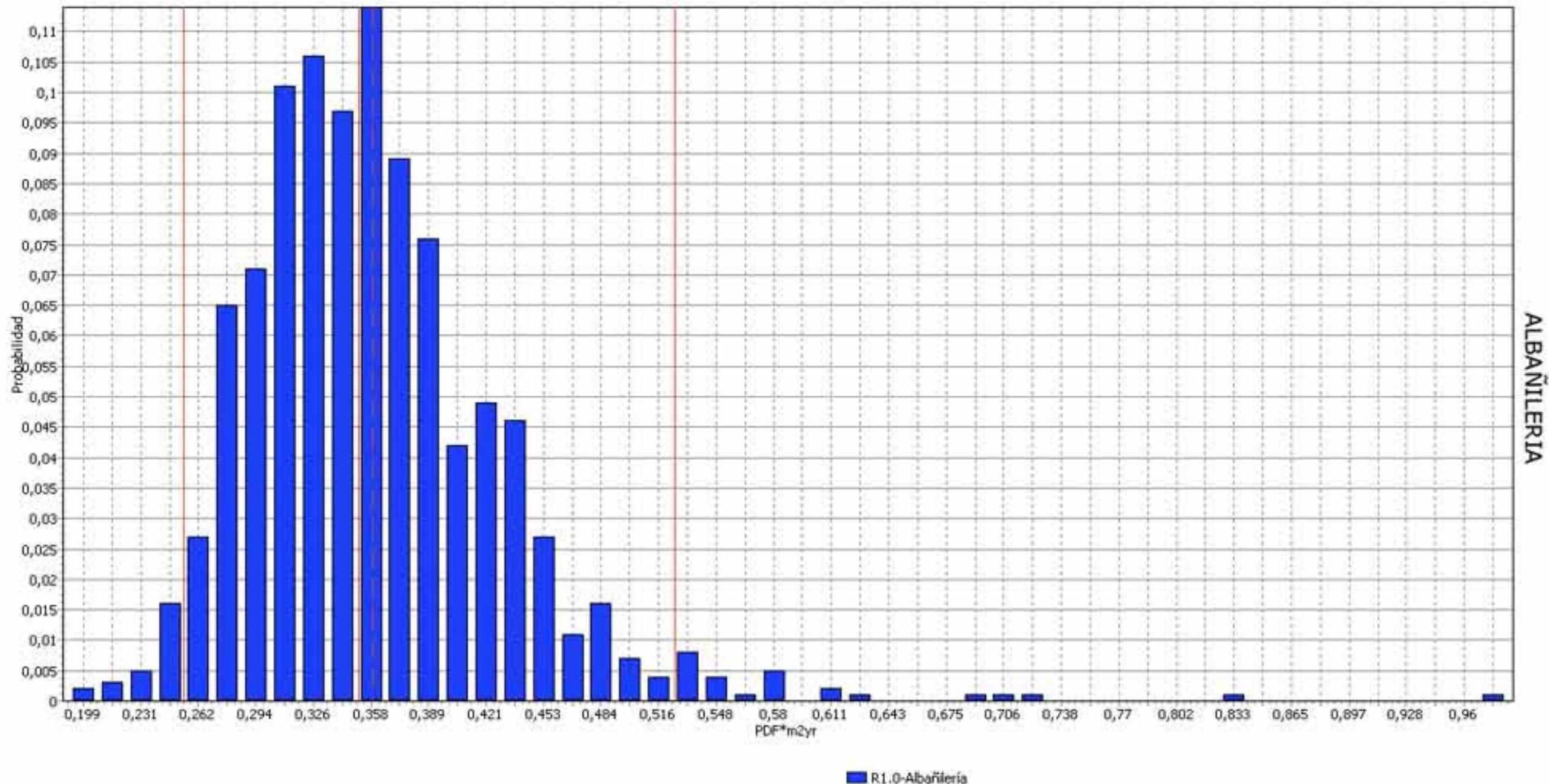


Análisis de incertidumbre de 1 m2 (R0.0-Estructura),  
 método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E , intervalo de confianza: 95 %

Número de bins	50	%
Intervalo visible	99,9	%
Intervalo de confianza	95	%

Producto	Promedio	Mediana	DS	CV (Coeficiente	2,5%	97,5%	Error estándar
R0.0-Estructura	3,3	3,31	0,566	17,1%	2,12	4,4	0,00541

Evaluación del daño Ecosystem Quality

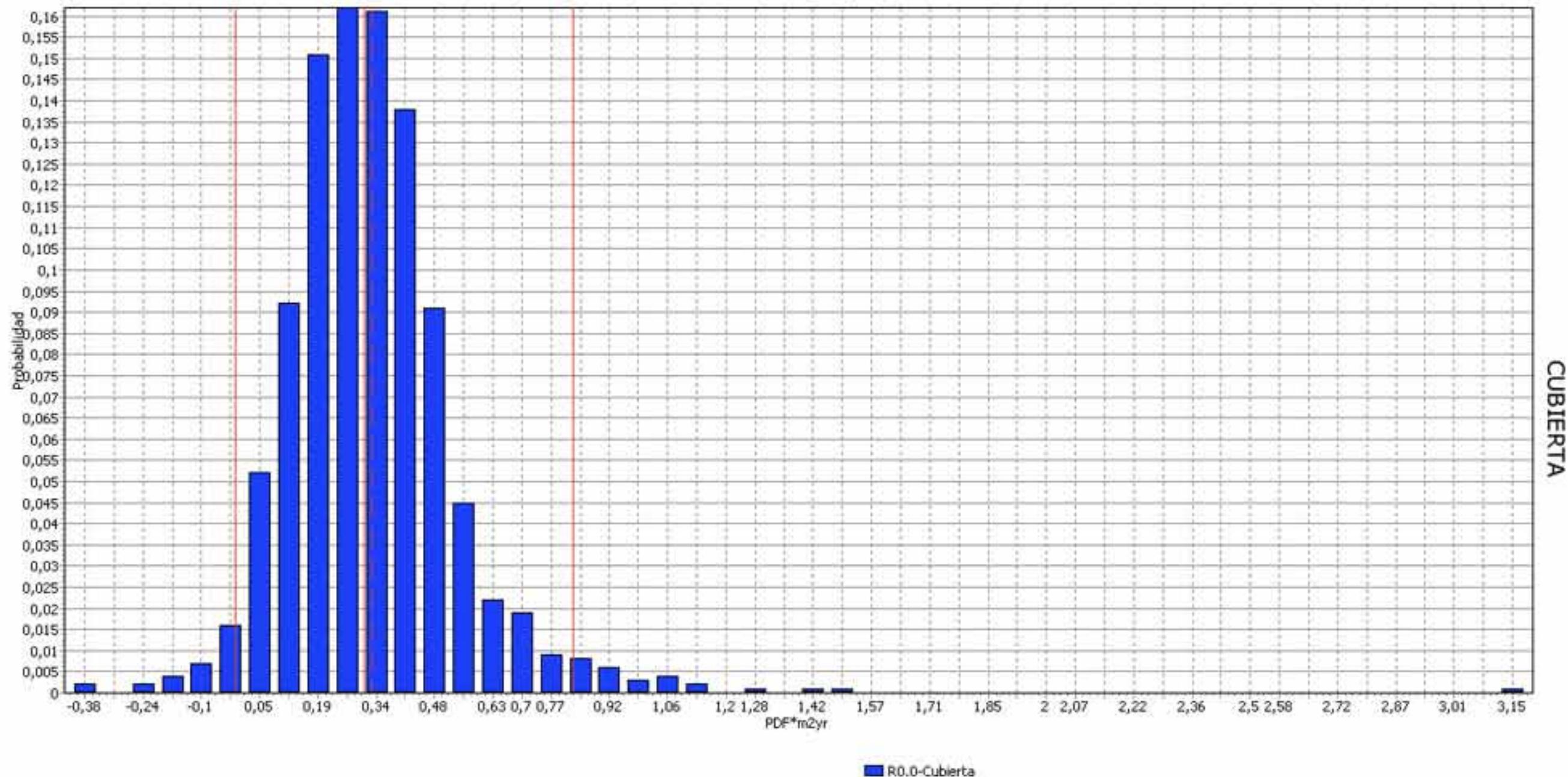


Análisis de incertidumbre de 1 m2 (R1.0-Albañilería),  
 método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E , intervalo de confianza: 95 %

Número de bins	50	%
Intervalo visible	99,9	%
Intervalo de confianza	95	%

Producto	Promedio	Mediana	DS	CV (Coeficiente	2,5%	97,5%	Error estándar
R1.0-Albañilería	0,359	0,351	0,0715	19,9%	0,254	0,525	0,0063

Evaluación del daño Ecosystem Quality



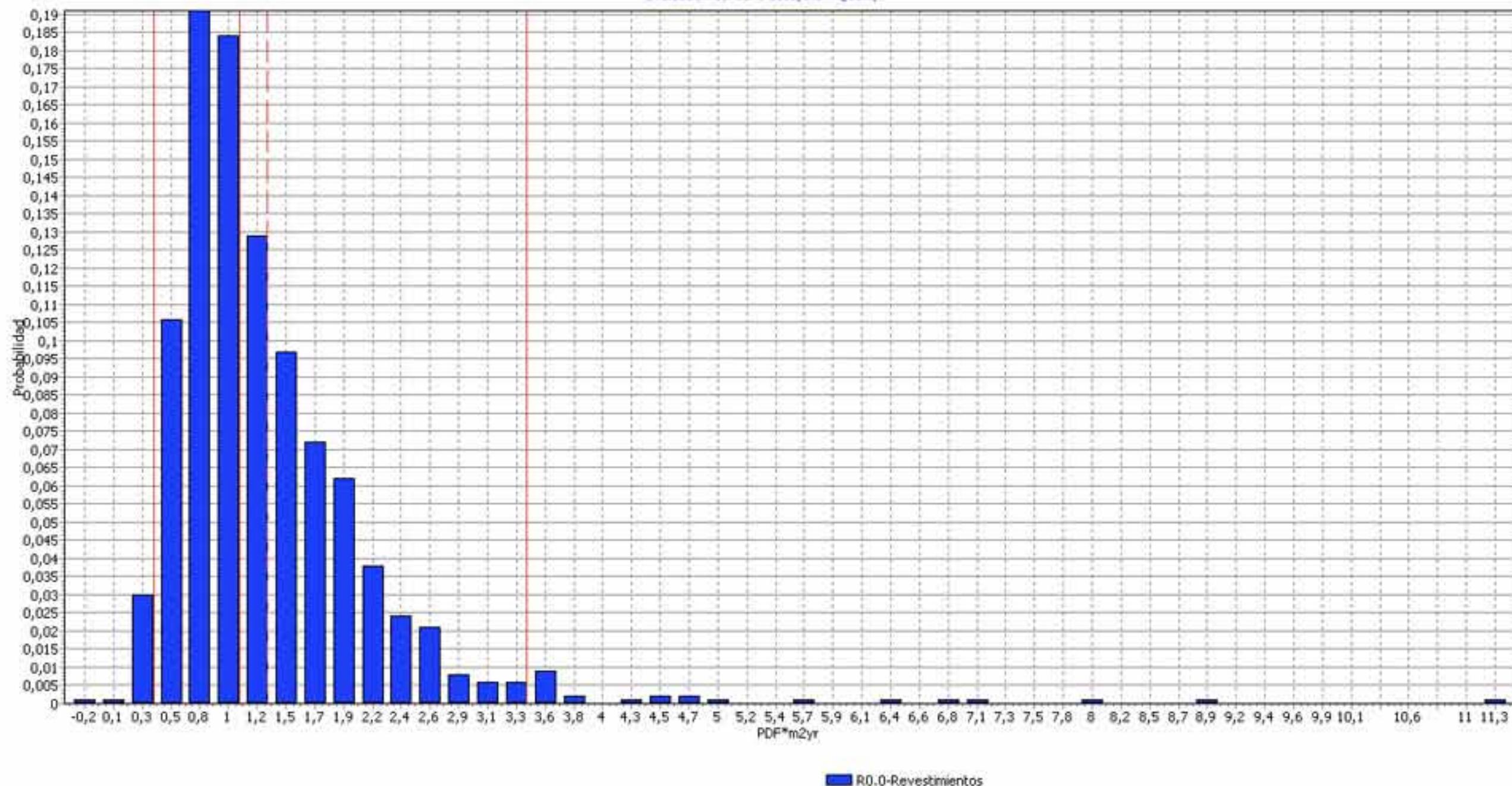
CUBIERTA

Análisis de incertidumbre de 1 m2 (R0.0-Cubierta),  
 método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe E1 99 E/E , intervalo de confianza: 95 %

Número de bins	50	±
Intervalo visible	99,9	%
Intervalo de confianza	95	%

Producto	Promedio	Mediana	DS	CV (Coeficiente	2,5%	97,5%	Error estándar
R0.0-Cubierta	0,326	0,308	0,222	68%	-0,0126	0,826	0,0215

## Evaluación del daño Ecosystem Quality

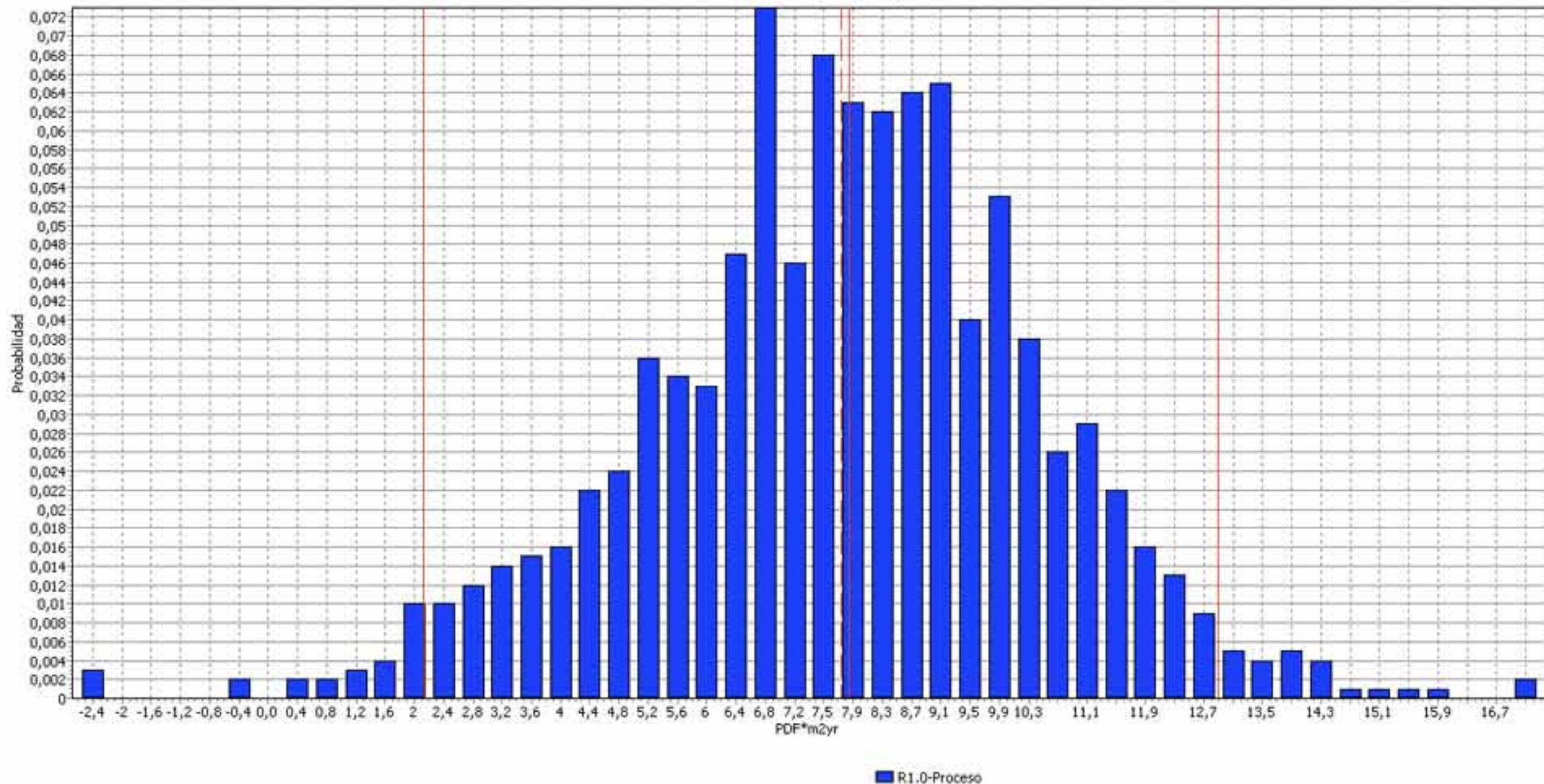


Análisis de incertidumbre de 1 m<sup>2</sup> (R0.0-Revestimientos),  
 método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E , intervalo de confianza: 95 %

Número de bins	50	%
Intervalo visible	99,9	%
Intervalo de confianza	95	%

Producto	Promedio	Mediana	D5	CV (Coeficiente	2,5%	97,5%	Error estándar
R0.0-Revestimientos	1,3	1,08	0,898	68,9%	0,376	3,41	0,0218

Evaluación del daño Ecosystem Quality



Análisis de incertidumbre de 1 p (R1.0-Proceso),  
 método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E , intervalo de confianza: 95 %

Número de bins	50	±
Intervalo visible	99,9	%
Intervalo de confianza	95	%

Producto	Promedio	Mediana	DS	CV (Coeficiente)	2,5%	97,5%	Error estándar
R1.0-Proceso	7,79	7,89	2,71	34,7%	2,09	12,9	0,011

**ANEXO IV. Análisis climático Vivienda Nueva.**

**DATOS CLIMATICOS Y CONSUMO ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA NUEVA.**

**DATOS GENERALES**

Volumen:	893.00 m <sup>3</sup>
personas:	4.00
Building use::	permanent housing
media de la T. de sensacion en invierno:	10.89 °C
media de la T. de sensacion en primavera:	22.41 °C
media de la T. de sensacion en verano:	31.10 °C
media de la T. de sensacion en otoño:	24.14 °C
Eln:	7.55 lux
Li:	26.31 dBA
Calefacción:	10.61 kW/m <sup>2</sup> año
Refrigeración:	4.50 kW/m <sup>2</sup> año
Iluminación:	4.13 kW/m <sup>2</sup> año
Agua caliente:	2.28 kW/m <sup>2</sup> año
Cocina:	2.01 kW/m <sup>2</sup> año
Otros:	1.29 kW/m <sup>2</sup> año

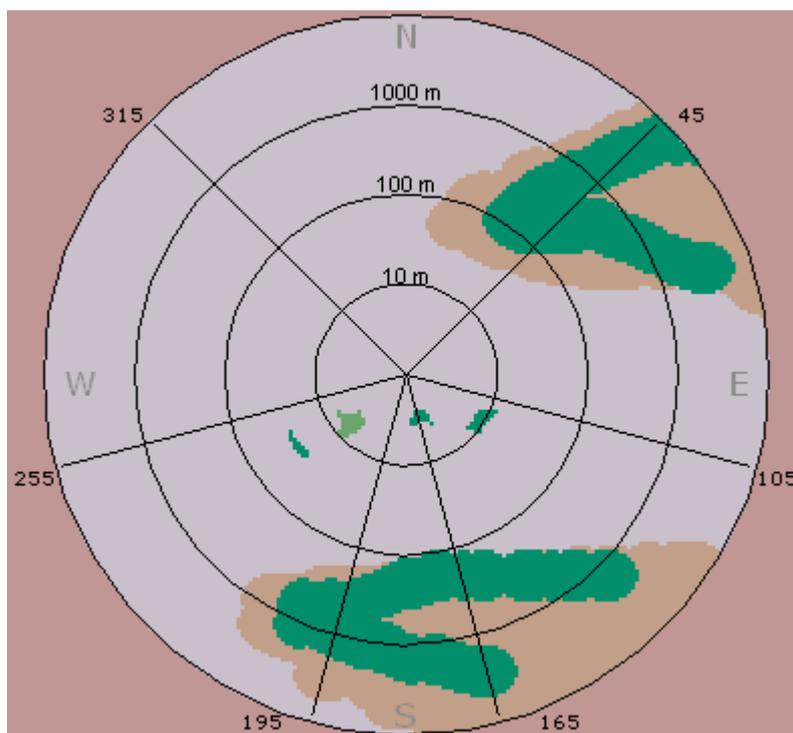


**UBICACIÓN**



Latitud:	38.51
Longitud:	-5.50
Distancia al mar:	>100
Altura:	512
Densidad urbana:	4.00
Radiacion:	38.30
Temperatura:	20.39
Variacion de la T:	10.52
Direccion del viento:	225

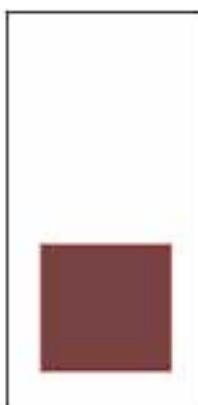
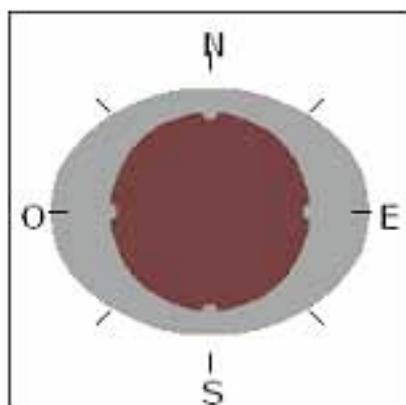
**ENTORNO - MAPA**



**ENTORNO - PROYECCIÓN CILÍNDRICA**

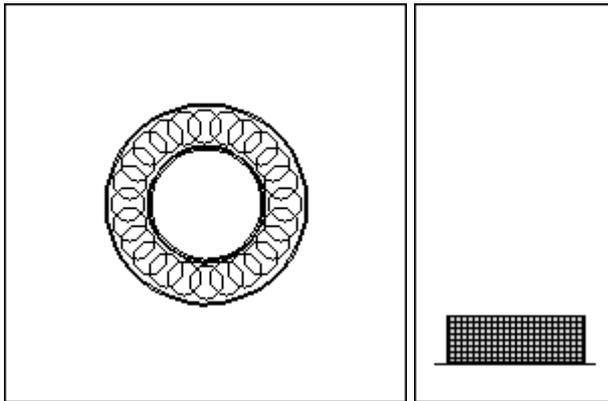


**FORMA**



Compacidad:	0.86
Porosidad:	0.10
Alargamiento:	0.22
Orientacion:	90
Esbeltez:	0.5

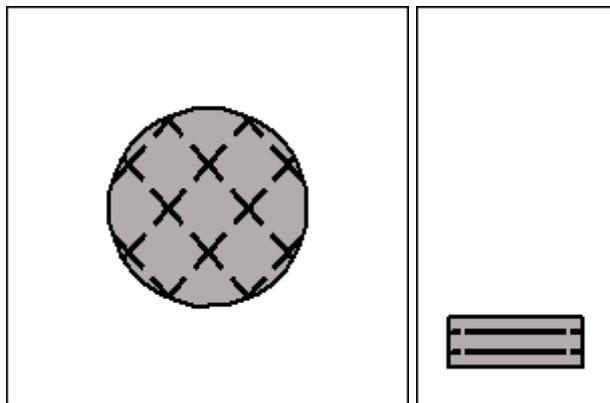
**PIEL**



Superficie total de piel:	574.00
Asentamiento:	17 98
Adosamiento:	0 0
Exterior:	83 476
Exterior opaco:	96 456
Exterior transparente:	19 41

Media de K dia:	0.57
Media de K noche:	0.74
Media de Peso:	363.33
Media de reflectancia:	0.24
Conductos de sol:	0.00
Sistemas solares termicos:	0.00
Sistemas foto-voltaicos:	0.00

**INTERIOR**



Divisiones horizontales:	0.74
Conexions horizontales:	0.40
Peso:	120

Divisiones verticales:	1.00
Conexions verticales:	0.18
Alargamiento:	0.22

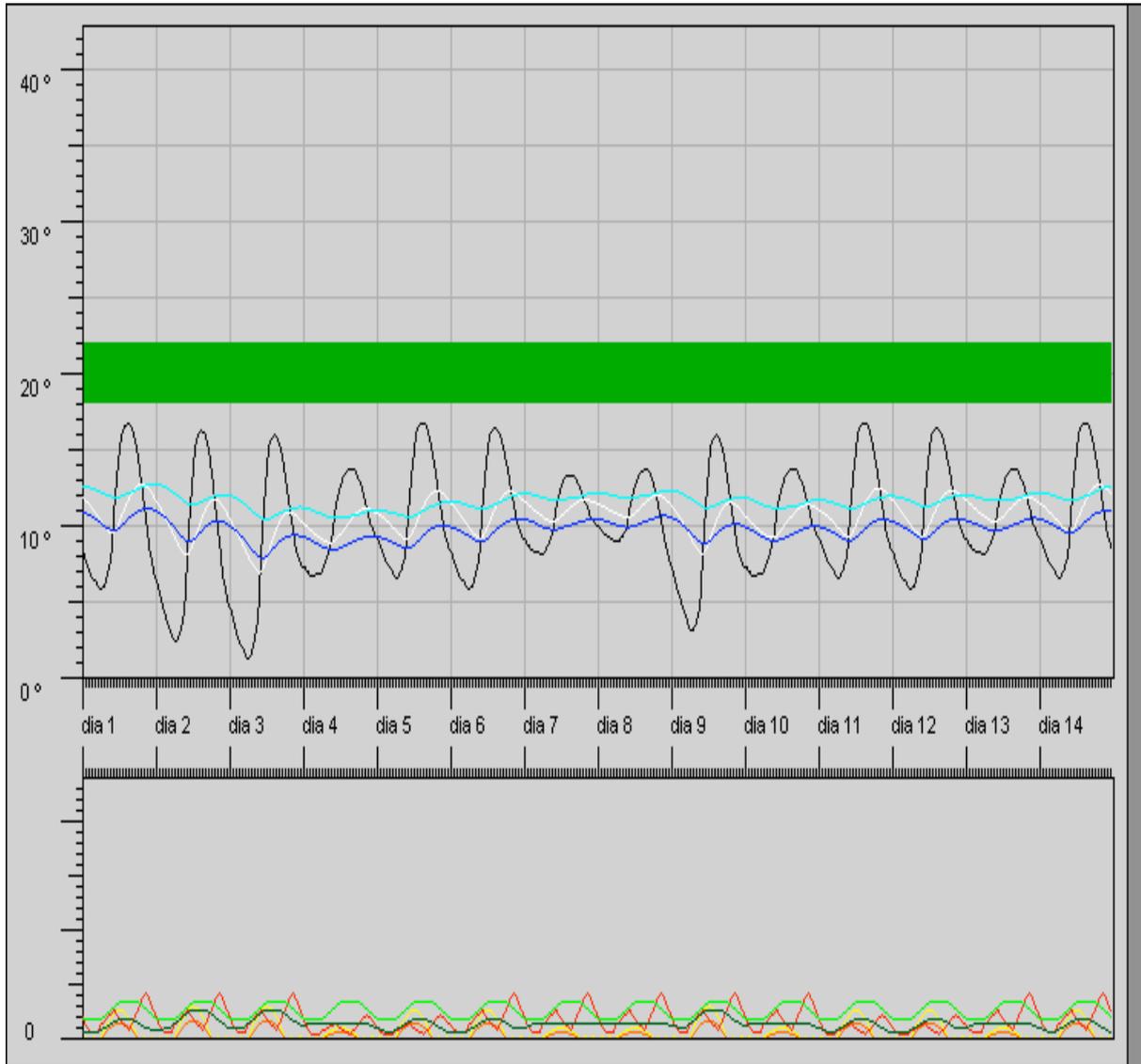
**DATOS CLIMÁTICOS GENERALES**

invierno		primavera	
Condiciones entorno	Condiciones edificio	Condiciones entorno	Condiciones edificio
T: 10.2 dT: 9.5	Gtit: 0.45 fsd: 0.008	T: 20.1 dT: 10.3	Gtit: 0.46 fsd: 0.009
R: 28 Hrel: 67	Gtd d: 0.07 fsi: 0.004	R: 44 Hrel: 58	Gtd d: 0.07 fsi: 0.011
V sp.: 1.9 dV: 225	Gtd n: 0.03 fln: 0.03	V sp.: 1.2 dV: 270	Gtd n: 0.04 fln: 0.06
E: 4295 L: 58	Gv: 0.10 Mt: 74	E: 17646 L: 58	Gv: 0.10 Mt: 74
sec: BAACBCCACBCCB	D: 1.57 Mp: 157	sec: BAACBCCACBCCB	D: 1.57 Mp: 157
Resultados Ti: 12.4 dTi: 1.2 Eln: 5 Li: 26		Resultados Ti: 22.7 dTi: 1.3 Eln: 9 Li: 35	
gráfica de resultados de temperaturas interiores en régimen natural		gráfica de resultados de temperaturas interiores en régimen natural	
verano		otoño	
Condiciones entorno	Condiciones edificio	Condiciones entorno	Condiciones edificio
T: 30.6 dT: 11.6	Gtit: 0.45 fsd: 0.011	T: 21.4 dT: 8.8	Gtit: 0.45 fsd: 0.008
R: 49 Hrel: 60	Gtd d: 0.07 fsi: 0.015	R: 41 Hrel: 70	Gtd d: 0.07 fsi: 0.006
V sp.: 1.0 dV: 225	Gtd n: 0.03 fln: 0.05	V sp.: 1.1 dV: 315	Gtd n: 0.04 fln: 0.06
E: 24165 L: 58	Gv: 1.73 Mt: 74	E: 10455 L: 58	Gv: 0.10 Mt: 74
sec: BAACBCCACBCCB	D: 1.57 Mp: 157	sec: BAACBCCACBCCB	D: 1.57 Mp: 157
Resultados Ti: 31.4 dTi: 7.6 Eln: 8 Li: 45		Resultados Ti: 23.8 dTi: 2.1 Eln: 9 Li: 35	
gráfica de resultados de temperaturas interiores en régimen natural		gráfica de resultados de temperaturas interiores en régimen natural	
calefacción: 10.61 refrigeración: 4.50 luz: 4.13 agua caliente: 2.28 cocina: 2.01 otros: 1.29			

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

INVIERNO

Gtit: 0.45	fsd: 0.008	T: 10.2	dT: 9.5
Gtd d: 0.07	fsi: 0.004	R: 28	Hrel: 67
Gtd n: 0.03	fln: 0.03	W speed: 1.9	dV: 225
Gv: 0.10	Mi: 74	E: 4295	L: 58
D: 1.57	Mp: 157	sec: BAACBBCCACBBCB	
Ti: 12.4	dTi: 1.2		

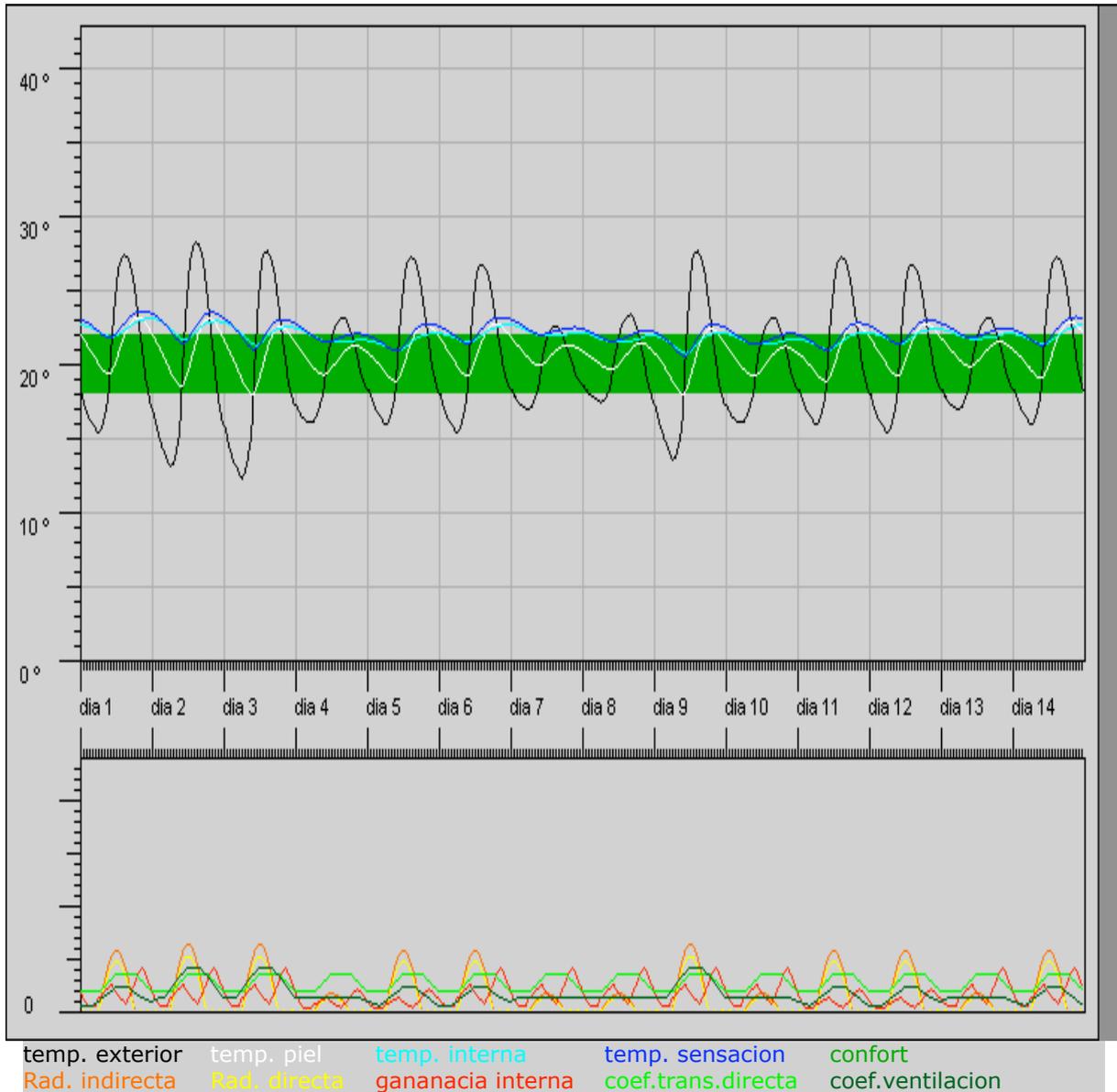


temp. exterior	temp. piel	temp. interna	temp. sensacion	confort
Rad. indirecta	Rad. directa	ganancia interna	coef.trans.directa	coef.ventilacion

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

PRIMAVERA

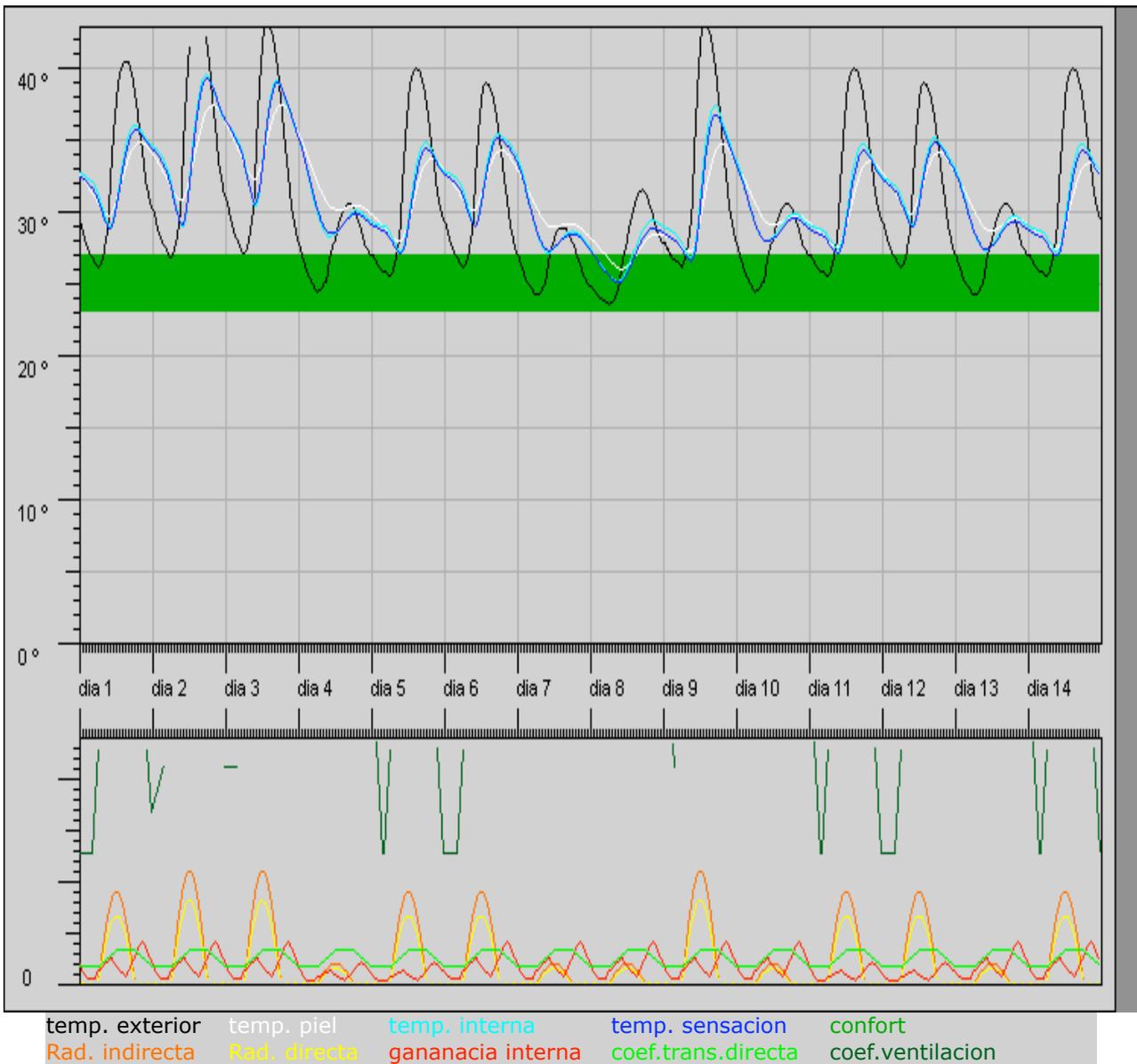
Gtit: 0.46	fsd: 0.009	T: 20.1	dT: 10.3
Gtd d: 0.07	fsi: 0.011	R: 44	Hrel: 58
Gtd n: 0.04	fln: 0.06	W speed: 1.2	dV: 270
Gv: 0.10	Mi: 74	E: 17646	L: 58
D: 1.57	Mp: 157	sec: BAACBBCCACBBCB	
Ti: 22.7	dTi: 1.3		



CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

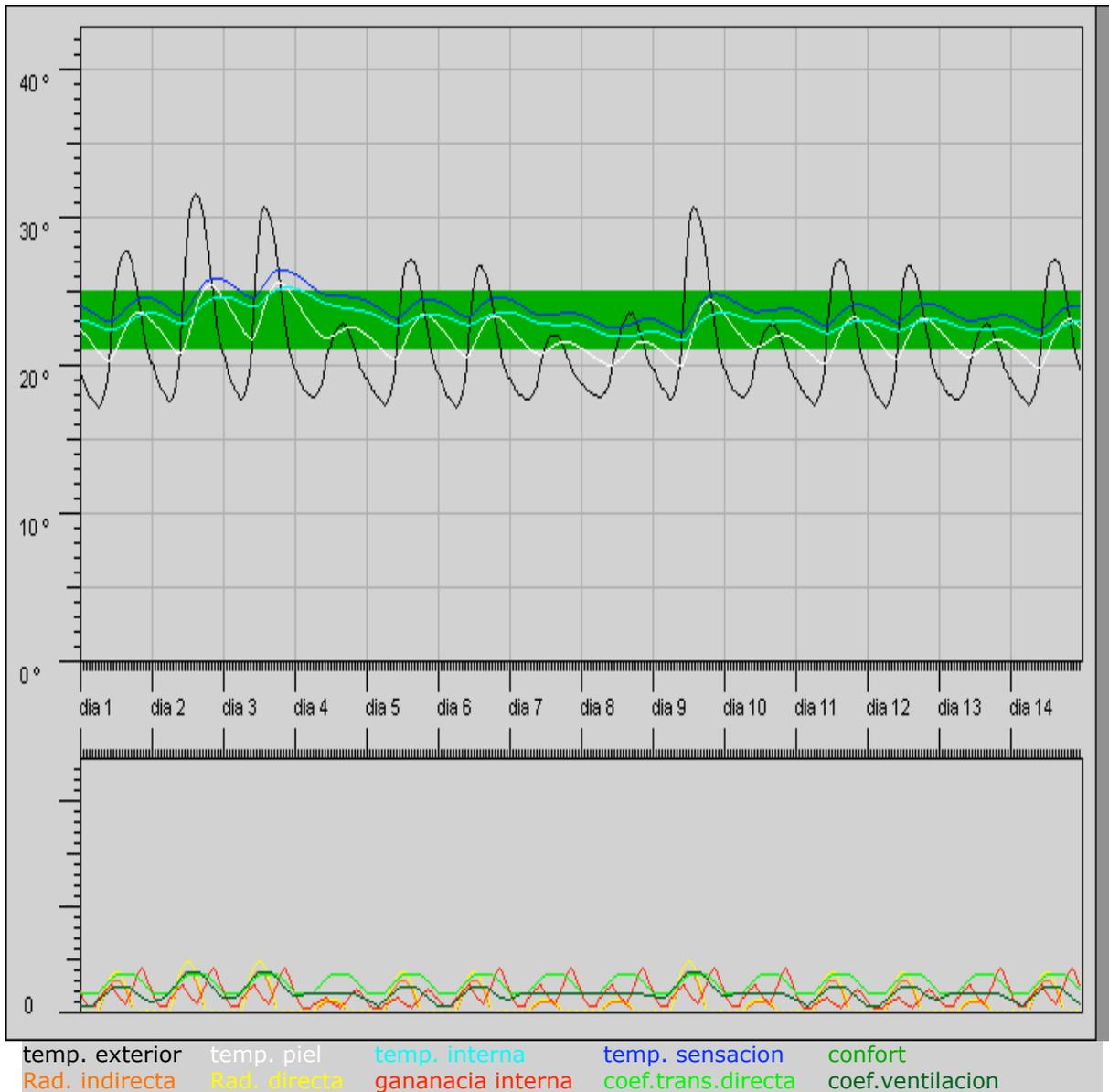
VERANO

Gtit: 0.45	fsd: 0.011	T: 30.6	dT: 11.6
Gtd d: 0.07	fsi: 0.015	R: 49	Hrel: 60
Gtd n: 0.03	fln: 0.05	W speed: 1.0	dV: 225
Gv: 1.73	Mi: 74	E: 24165	L: 58
D: 1.57	Mp: 157	sec: BAACBBCCACBBCB	
Ti: 31.4	dTi: 7.6		



CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

otoño				
Gtit: 0.45	fsd: 0.008	T: 21.4	dT: 8.8	
Gtd d: 0.07	fsi: 0.006	R: 41	Hrel: 70	
Gtd n: 0.04	fln: 0.06	W speed: 1.1	dV: 315	
Gv: 0.10	Mi: 74	E: 10455	L: 58	
D: 1.57	Mp: 157	sec: BAACBBCCACBBCB		
Ti: 23.8	dTi: 2.2			



**ANEXO V. Análisis climático Vivienda Rehabilitada-ampliada.**

DATOS CLIMATICOS Y CONSUMO ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA REHABILITADA.

DATOS GENERALES

Volumen:	840.00
personas:	4.00
Building use: :	permanent housing
media de la T. de sensacion en invierno:	11,63 °C
media de la T. de sensacion en primavera:	22,93 °C
media de la T. de sensacion en verano:	31,58 °C
media de la T. de sensacion en otoño:	24,44 °C
Eln:	9,87 lux
Li:	25,61 Db
Calefacción:	4,98 kWh/m <sup>3</sup> año
Refrigeración:	3,60 kWh/m <sup>3</sup> año
Iluminación:	4.12 kWh/m <sup>3</sup> año
Agua caliente:	2,36 kWh/m <sup>3</sup> año
Cocina:	2,14 kWh/m <sup>3</sup> año
Otros:	1,30 kWh/m <sup>3</sup> año

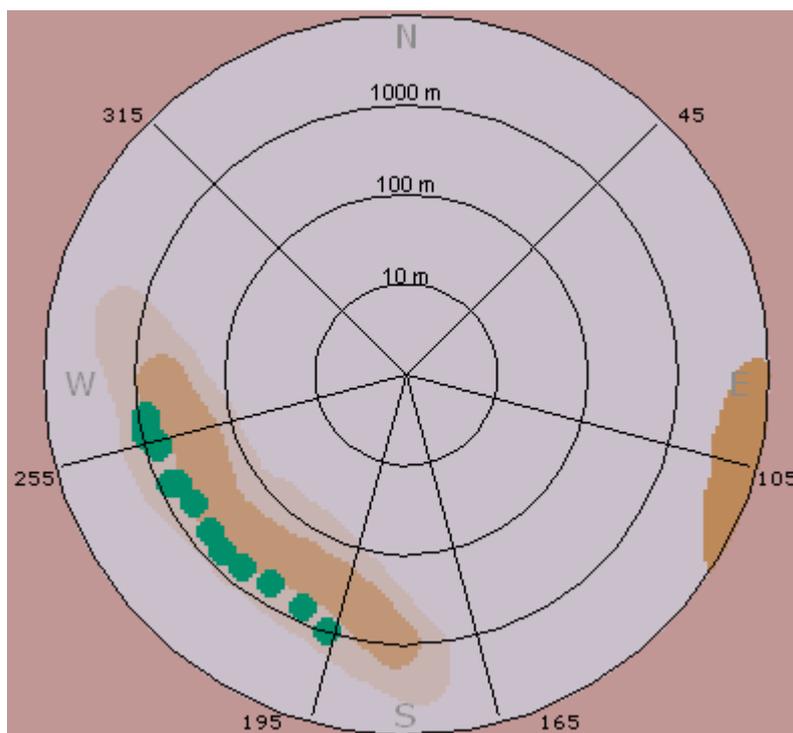


**UBICACIÓN**



Latitud:	38.48
Longitud:	-5.48
Distancia al mar:	>100
Altura:	512
Densidad urbana:	7.00
Radiacion:	40,95
Temperatura:	21,06
Variacion de la T:	10.98
Direccion del viento:	225

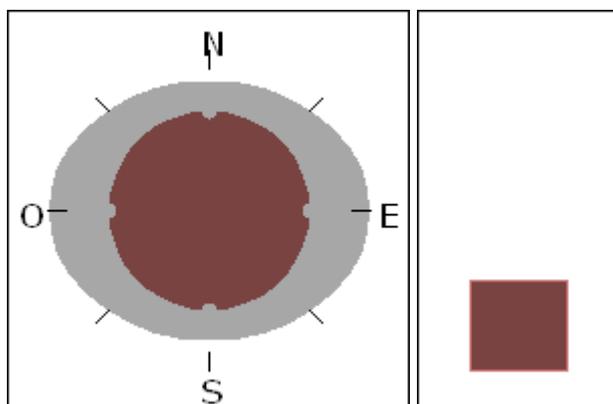
**ENTORNO - MAPA**



**ENTORNO - PROYECCIÓN CILÍNDRICA**

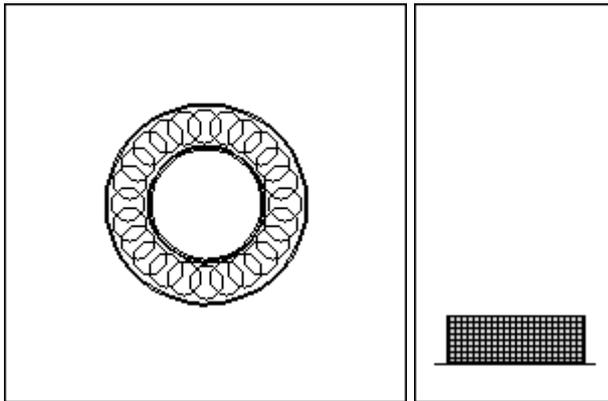


**FORMA**



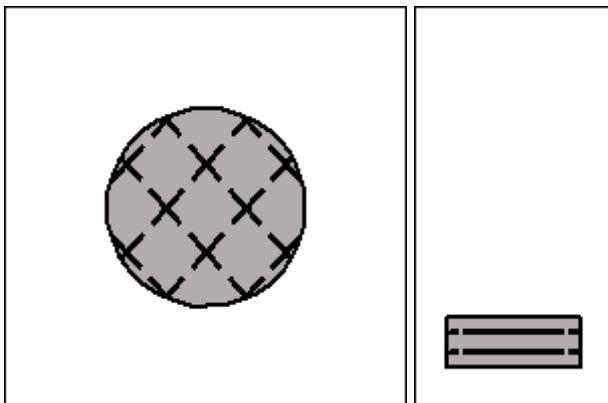
Compacidad:	0.87
Porosidad:	0.03
Alargamiento:	0.18
Orientacion:	90
Eslveltez:	0.42

**PIEL**



Superficie total de piel:	540.00
Asentamiento:	27 146
Adosamiento:	4 24
Exterior:	68 370
Exterior opaco:	94 346
Exterior transparente:	6 23
Media de K dia:	0.53
Media de K noche:	0.70
Media de Peso:	375.50
Media de reflectancia:	0.21
Conductos de sol:	0.00
Sistemas solares termicos:	0.00
Sistemas foto-voltaicos:	0.00

**INTERIOR**



Divisiones horizontales:	0.84
Conexions horizontales:	0.80
Peso:	363
Divisiones verticales:	1.00
Conexions verticales:	0.25
Alargamiento:	0.18

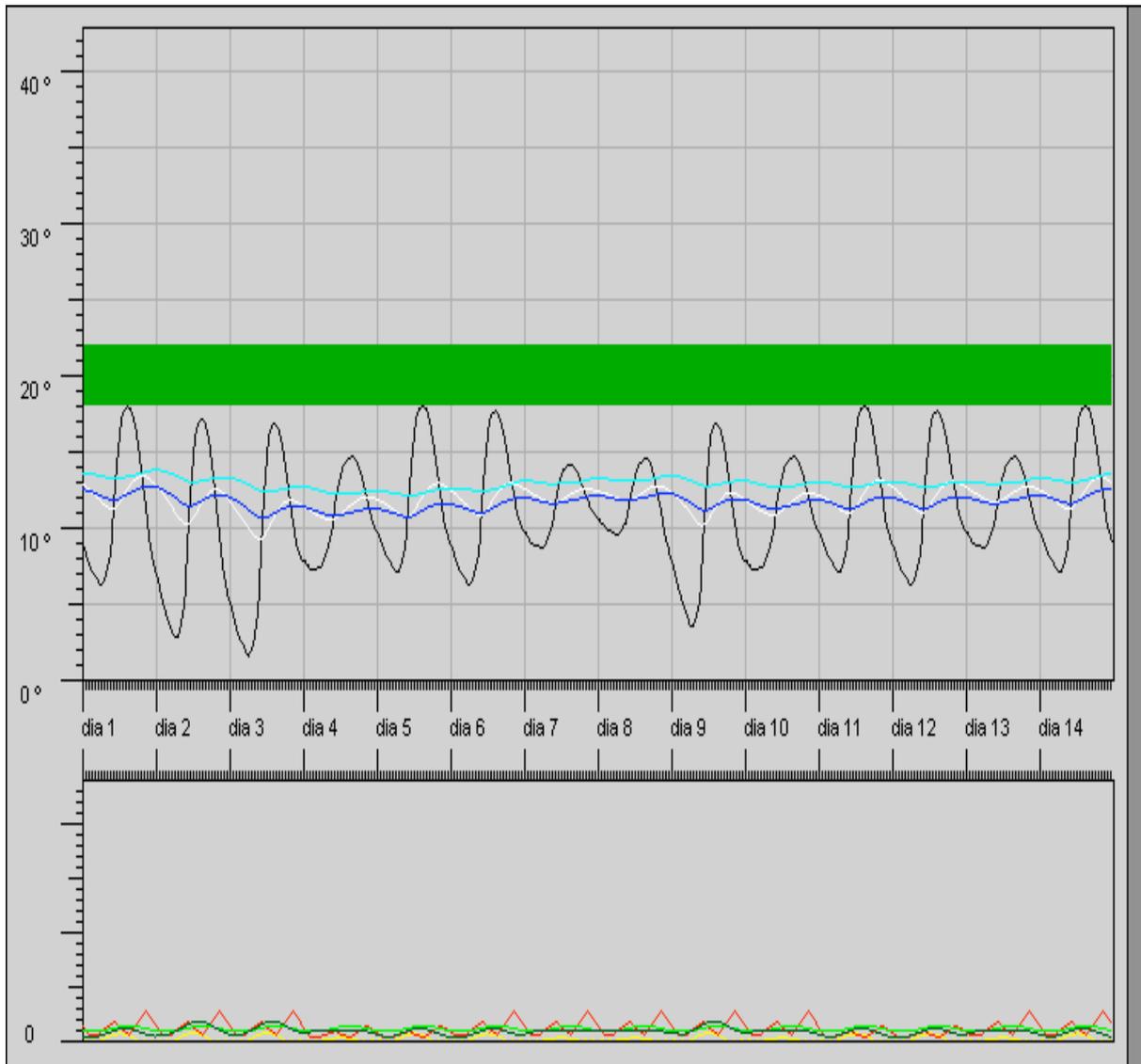
**DATOS CLIMÁTICOS GENERALES**

invierno		primavera	
Condiciones entorno	Condiciones edificio	Condiciones entorno	Condiciones edificio
T: 10.4 dT: 9.9	Gtit: 0.50 fsd: 0.004	T: 20.3 dT: 10.7	Gtit: 0.50 fsd: 0.015
R: 37 Hret: 67	Gtd d: 0.08 fsi: 0.004	R: 40 Hret: 57	Gtd d: 0.08 fsi: 0.010
V sp.: 3.8 dV: 225	Gtd n: 0.05 fln: 0.05	V sp.: 2.4 dV: 270	Gtd n: 0.06 fln: 0.07
E: 5386 L: 58	Gv: 0.10 Mt: 141	E: 18147 L: 58	Gv: 0.17 Mt: 141
sec: BAACBCCACBCCB	D: 1.59 Mp: 124	sec: BAACBCCACBCCB	D: 1.59 Mp: 124
Resultados Ti: 12.4 dTi: 0.9 Eln: 7 Li: 26		Resultados Ti: 22.8 dTi: 1.0 Eln: 11 Li: 36	
gráfica de resultados de temperaturas interiores en régimen natural		gráfica de resultados de temperaturas interiores en régimen natural	
verano		otoño	
Condiciones entorno	Condiciones edificio	Condiciones entorno	Condiciones edificio
T: 30.7 dT: 11.8	Gtit: 0.50 fsd: 0.024	T: 21.7 dT: 9.2	Gtit: 0.50 fsd: 0.009
R: 46 Hret: 60	Gtd d: 0.08 fsi: 0.012	R: 38 Hret: 69	Gtd d: 0.08 fsi: 0.006
V sp.: 2.0 dV: 225	Gtd n: 0.05 fln: 0.07	V sp.: 2.1 dV: 315	Gtd n: 0.05 fln: 0.08
E: 25212 L: 58	Gv: 3.68 Mt: 141	E: 11097 L: 58	Gv: 0.18 Mt: 141
sec: BAACBCCACBCCB	D: 1.59 Mp: 124	sec: BAACBCCACBCCB	D: 1.59 Mp: 124
Resultados Ti: 31.3 dTi: 8.5 Eln: 10 Li: 46		Resultados Ti: 23.7 dTi: 1.6 Eln: 12 Li: 36	
gráfica de resultados de temperaturas interiores en régimen natural		gráfica de resultados de temperaturas interiores en régimen natural	
calefacción: 5.32 refrigeración: 3.16 luz: 4.12 agua caliente: 2.41 cocina: 2.14 otros: 1.30			

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

INVIERNO

Gtit: 0.50	fsd: 0.004	T: 10.9	dT: 10.0
Gtd d: 0.08	fsi: 0.004	R: 37	Hrel: 67
Gtd n: 0.05	fln: 0.05	W speed: 3.8	dV: 225
Gv: 0.10	Mi: 155	E: 5299	L: 59
D: 1.59	Mp: 124	sec: BAACBBCCACBBCB	
Ti: 12.9	dTi: 0.9		

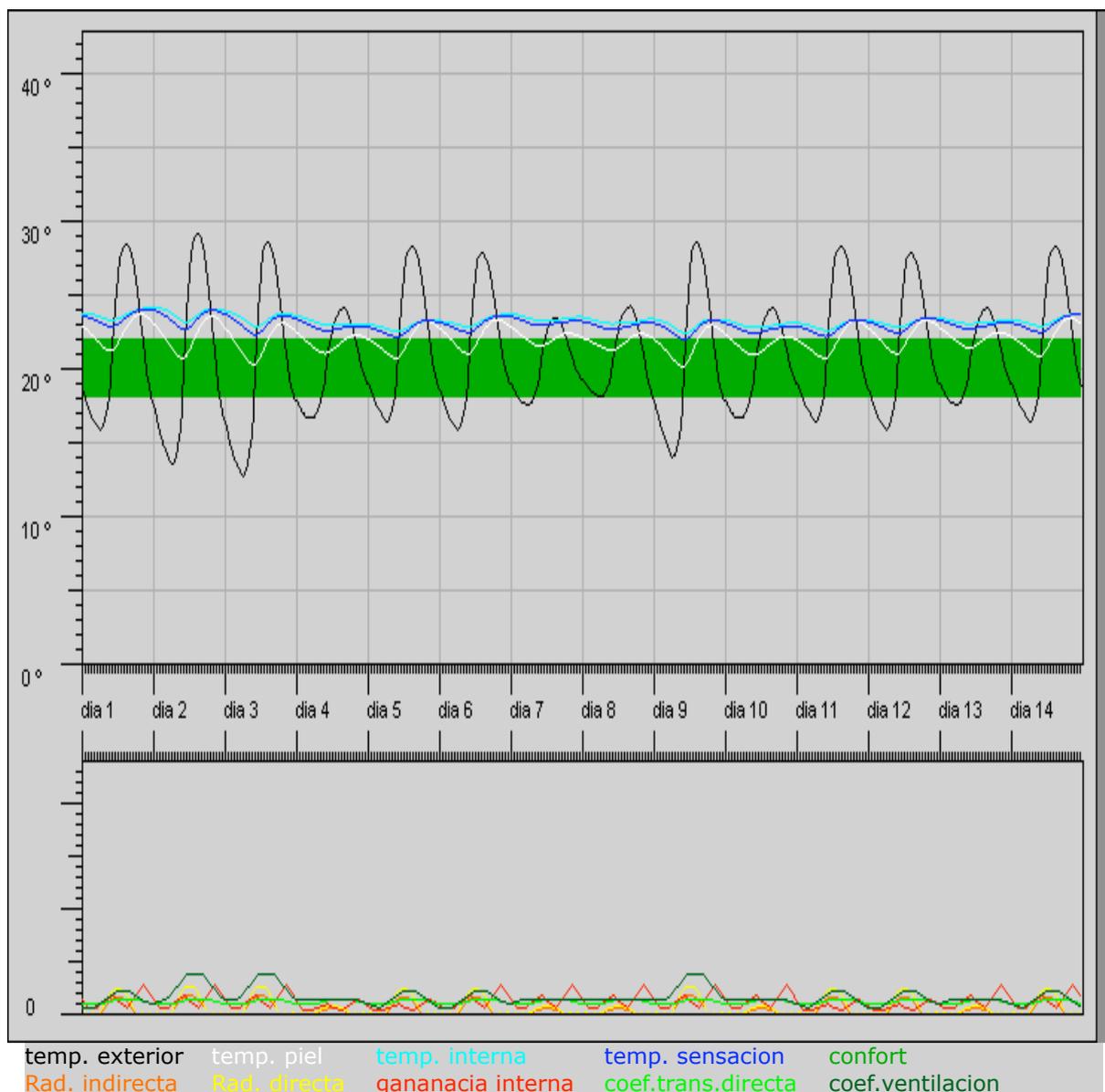


temp. exterior	temp. piel	temp. interna	temp. sensacion	confort
Rad. indirecta	Rad. directa	ganancia interna	coef.trans.directa	coef.ventilacion

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

PRIMAVERA

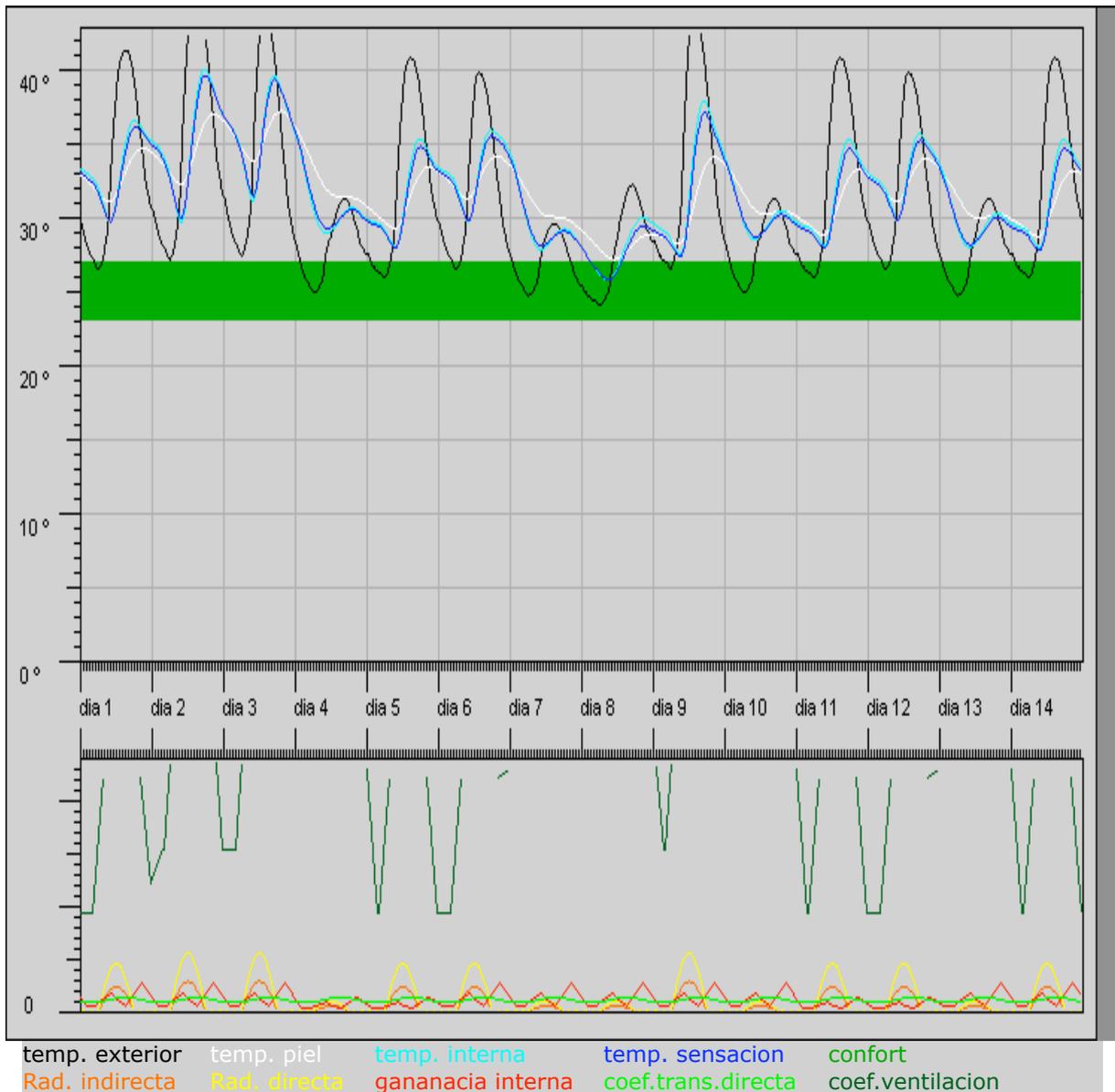
Gtit: 0.50	fsd: 0.015	T: 20.8	dT: 10.8
Gtd d: 0.08	fsi: 0.010	R: 39	Hrel: 57
Gtd n: 0.06	fln: 0.07	W speed: 2.4	dV: 270
Gv: 0.19	Mi: 155	E: 17852	L: 59
D: 1.59	Mp: 124	sec: BAACBBCCACBBCB	
Ti: 23.2	dTi: 0.9		



CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

VERANO

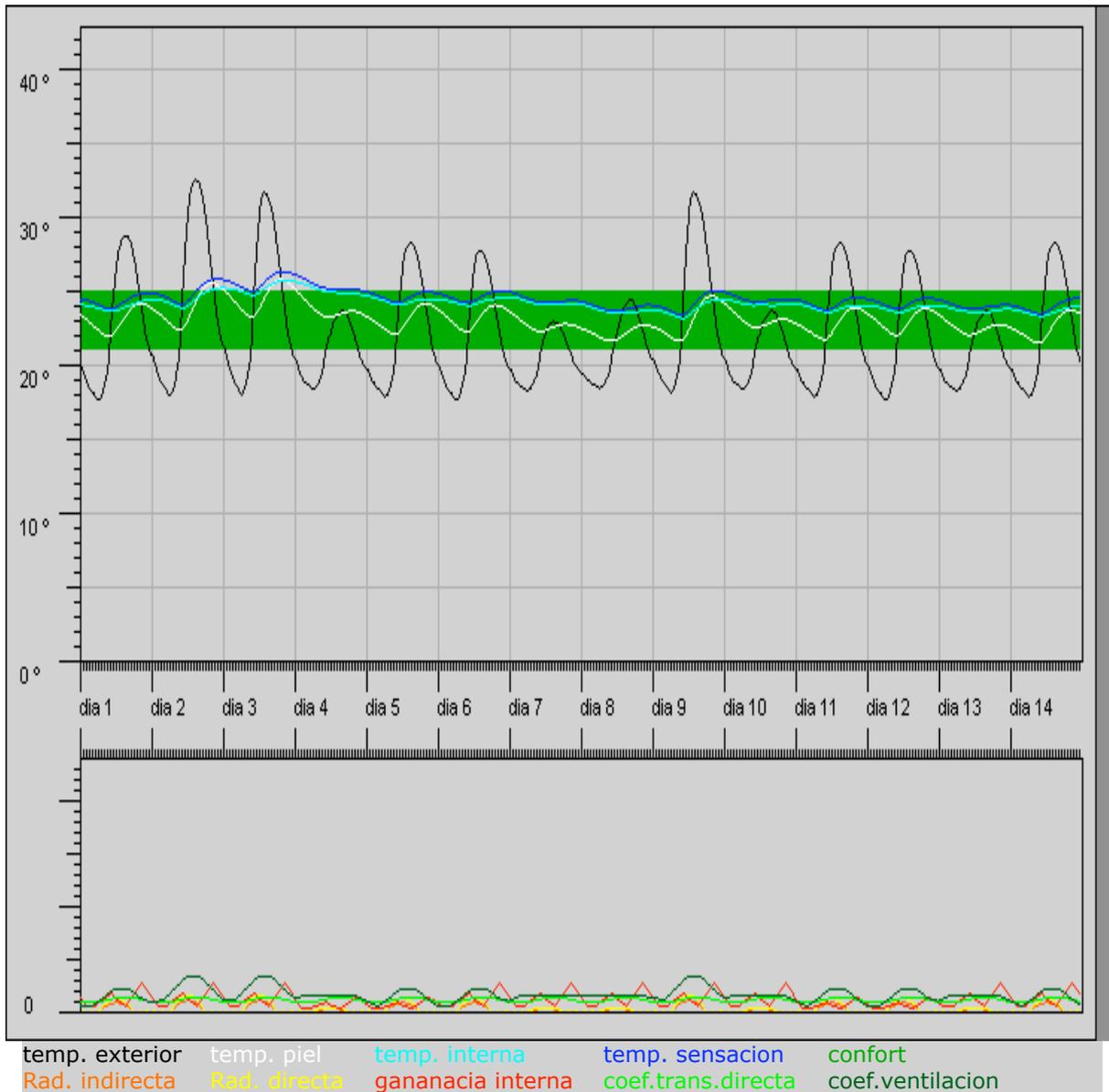
Gtit: 0.50	fsd: 0.024	T: 31.2	dT: 11.9
Gtd d: 0.08	fsi: 0.012	R: 45	Hrel: 59
Gtd n: 0.05	fln: 0.07	W speed: 2.0	dV: 225
Gv: 3.69	Mi: 155	E: 24802	L: 59
D: 1.59	Mp: 124	sec: BAACBBCCACBB	
Ti: 31.8	dTi: 8.2		



CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

otoño

Gtit: 0.50	fsd: 0.009	T: 22.1	dT: 9.3
Gtd d: 0.08	fsi: 0.006	R: 38	Hrel: 69
Gtd n: 0.05	fln: 0.08	W speed: 2.1	dV: 315
Gv: 0.19	Mi: 155	E: 10917	L: 59
D: 1.59	Mp: 124	sec: BAACBBCCACBBCB	
Ti: 24.1	dTi: 1.5		





## Índice de tablas

Tabla 1: Datos climáticos Comarca de La Serena. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (07-2010) <a href="http://sig.mapa.es/siga/">http://sig.mapa.es/siga/</a> .....	9
Tabla 2: Radiación Solar media mensual (kW/m2). Agencia Extremeña de la Energía. (07-2010) <a href="http://www.agenex.org/">http://www.agenex.org/</a> .....	10
Tabla 3: Población municipios de la comarca de La Serena (2001). Instituto Nacional de Estadística. (07-2010) <a href="http://www.ine.es/">http://www.ine.es/</a> .....	12
Tabla 4: Evolución del censo población en la comarca de La Serena. Instituto Nacional de Estadística. (07-2010) <a href="http://www.ine.es/">http://www.ine.es/</a> .....	13
Tabla 5: Evolución de la población 1960-2001.....	14
Tabla 6: Distancia de población a Núcleo Principal.....	15
Tabla 7: Régimen de ocupación de vivienda en La Serena. Instituto Nacional de Estadística. (07-2010) <a href="http://www.ine.es/">http://www.ine.es/</a> .....	33
Tabla 8: N° de habitantes y viviendas; relación de ocupación. Instituto Nacional de Estadística. (07-2010) <a href="http://www.ine.es/">http://www.ine.es/</a> .....	34
Tabla 9: N° de viviendas y edificios. Alturas de los inmuebles. Instituto Nacional de Estadística. (07-2010) <a href="http://www.ine.es/">http://www.ine.es/</a> .....	35
Tabla 10: Valores porcentuales de la comparativa entre unidades de obra de la vivienda de nueva planta según evaluación de impacto por ámbitos.....	67
Tabla 11: Valores medios de incertidumbre por el método de Monte-Carlo. Medido en metros cuadrados de especies potenciales de desaparecer en un año.....	69
Tabla 12: Desglose de coste de la vivienda por unidades de obra. Precio de Ejecución Material y Presupuesto General.....	70
Tabla 13: Datos Generales para la valoración del gasto energético de la Vivienda Nueva.....	71
Tabla 14: Valores porcentuales de la comparativa entre unidades de obra de la Vivienda Rehabilitada-ampliada según evaluación de impacto por ámbitos.....	90
Tabla 15: Valores medios de incertidumbre por el método de Monte-Carlo. Medido en metros cuadrados de especies potenciales de desaparecer en un año.....	93
Tabla 16: Desglose de coste de la Vivienda Rehabilitada-ampliada por unidades de obra. Precio de Ejecución Material y Presupuesto General.....	94
Tabla 17: Datos Generales para la valoración del gasto energético de la Vivienda Rehabilitada-ampliada.....	95
Tabla 18: Partidas por material de la unidad de obra de Estructura de la Vivienda Rehabilitada-ampliada.....	99
Tabla 19: Valores medios de incertidumbre por el método de Monte-Carlo. Medido en metros cuadrados de especies potenciales de desaparecer en un año.....	102
Tabla 20: Comparativas de costes económicos de la construcción Vivienda Nueva frente a Vivienda Rehabilitada-ampliada.....	103
Tabla 21: Comparativas de gastos energéticos y comportamiento climático entre Vivienda Nueva frente a Vivienda Rehabilitada-ampliada.....	104

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Vías Principales de comunicación.....	10
Ilustración 2: Vías de comunicación, comarca de La Serena.....	11
Ilustración 3: Pirámide demográfica 1900 y 1960. Censo de población y viviendas 2001 (07-2010) .....	12
Ilustración 4: Pirámide demográfica 1991 y 2001. Censo de población y viviendas 2001 (07-2010) .....	13
Ilustración 5: Pirámide demográfica 1991 y 2001. Instituto Nacional de Estadística. (07-2010) <a href="http://www.ine.es/">http://www.ine.es/</a> .....	14
Ilustración 6: Vías de comunicación, comarca de La Serena.....	15
Ilustración 7: Torito Mateo (Castuera).....	16
Ilustración 8: Plaza San Juan (Castuera).....	17
Ilustración 9: Barrio del Cerrillo (Castuera).....	17
Ilustración 10: Olivar de la Calle de las Piedras.....	19
Ilustración 11: C/ Piedras. Olivar en parcela derecha.....	19
Ilustración 12: Asentamiento en llano (Castuera).....	20
Ilustración 13: C/ Hospital dirección C/ Cerrillo (Castuera).....	22
Ilustración 14: C/ Cuesta de la Fuente (Castuera).....	23
Ilustración 15: Barranco longitudinal de C/ Piedras (Castuera).....	24
Ilustración 16: Soportales Edificio Ayuntamiento de Castuera.....	24
Ilustración 17: Centro Multifuncional Farito (Castuera).....	25
Ilustración 18: Callejón del Cerrillo.....	26
Ilustración 19: Vivienda Plaza San Juan nº 13 (Castuera).....	32
Ilustración 20: Rehabilitación del "doblao", vivienda C/Rebozo 12 (Helechal).....	38
Ilustración 21: Planos descriptivos vivienda C/Rebozo 12 (Helechal).....	39
Ilustración 22: Resultado final vivienda C/ Rebozo 12 (Helechal).....	39
Ilustración 23: Estado inicial vivienda C/ Arriba 12 (Castuera).....	40
Ilustración 24: Izquierda: Estado final. Derecha: Estado inicial. Viv. C/ Arriba 12 (Castuera).....	41
Ilustración 25: Estado final de la vivienda C/ Arriba 12 (Castuera).....	41
Ilustración 26: Superior: Estado inicial. Inferior: Estado final. Viv. C/ Castillejos16 (Helechal).....	42
Ilustración 27: Vivienda C/ Castillejos 16 (Helechal).....	43
Ilustración 28: Panorámica, a la izquierda el solar de actuación puerta parque de chile y Farito (Castuera).....	44
Ilustración 29: Mapa Contenedores y Colectivos.....	44
Ilustración 30: Planta y sección del local C/ Cuesta de la Fuente 27 (Castuera).....	45
Ilustración 31: Fase de limpieza y preparación para el desplazamiento (Sevilla).....	45
Ilustración 32: Colocación de los contenedores, C/ Cuesta de la Fuente 27 (Castuera).....	46
Ilustración 33: Aspecto final del Farito (Castuera).....	46
Ilustración 34: Estado actual de la vivienda C/ Uruguay s/n (Castuera).....	48
Ilustración 35: Planta Baja y primera de la Vivienda Nueva en C/ D. Díaz de Villar 53 (Castuera).....	49
Ilustración 36: Planta Sótano y Sección Longitudinal de la Vivienda Nueva en C/ D. Díaz de Villar 53 (Castuera).....	50
Ilustración 37: Evaluación del impacto según ámbitos.....	51
Ilustración 38: Evaluación del impacto según categorías.....	52
Ilustración 39: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.....	52
Ilustración 40: Evaluación del impacto según ámbitos.....	54
Ilustración 41: Evaluación del impacto según categorías.....	54
Ilustración 42: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.....	55
Ilustración 43: Evaluación del impacto según ámbitos.....	56
Ilustración 44: Evaluación del impacto según categorías.....	57
Ilustración 45: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.....	57
Ilustración 46: Evaluación del impacto según ámbitos.....	59
Ilustración 47: Evaluación del impacto según categorías.....	60
Ilustración 48: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.....	60
Ilustración 49: Evaluación del impacto según ámbitos.....	62
Ilustración 50: Evaluación del impacto según categorías.....	62
Ilustración 51: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.....	63
Ilustración 52: Evaluación del impacto según ámbitos.....	65
Ilustración 53: Evaluación del impacto según categorías.....	65
Ilustración 54: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.....	66
Ilustración 55: Comparativa entre las unidades de obra de la vivienda de nueva planta según evaluación del impacto por ámbitos. .....	67
Ilustración 56: Comparativa de unidades de obra para la vivienda de nueva planta según ponderación del impacto por categorías .....	68
Ilustración 57: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.....	68
Ilustración 58: Estado actual vivienda a rehabilitar C/ Cuesta de la fuente 21 (Castuera).....	71
Ilustración 59: Planta Baja, "Doblao" y Alzado Norte del estado actual de la vivienda C/ Cuesta de la fuente 21 (Castuera).....	72
Ilustración 60: Planta Baja, Primera y Alzado Noreste del estado final de la Vivienda Rehabilitada-ampliada C/ Cuesta de la Fuente 21 (Castuera).....	73
Ilustración 61: Planta de sótano y secciones final de la Vivienda Rehabilitada-ampliada C/ Cuesta de la Fuente 21 (Castuera).....	74
Ilustración 62: Evaluación del impacto según ámbitos.....	76
Ilustración 63: Evaluación del impacto según ámbitos.....	77
Ilustración 64: Evaluación del impacto según categorías.....	78

CICLO DE VIDA DE MATERIALES EN LA VIVIENDA POPULAR EXTREMEÑA.

Ilustración 65: Evaluación del impacto según ámbitos.....	80
Ilustración 66: Evaluación del impacto según categorías.....	80
Ilustración 67: Evaluación ponderada del impacto según categorías.....	81
Ilustración 68: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.....	82
Ilustración 69: Evaluación del impacto según ámbitos.....	84
Ilustración 70: Evaluación del impacto según categorías.....	84
Ilustración 71: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.....	85
Ilustración 72: Evaluación del impacto según ámbitos.....	86
Ilustración 73: Evaluación del impacto según categorías.....	87
Ilustración 74: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.....	87
Ilustración 75: Evaluación del impacto según ámbitos.....	89
Ilustración 76: Evaluación del impacto según categorías.....	89
Ilustración 77: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.....	90
Ilustración 78: Comparativa entre las unidades de obra de la Vivienda Rehabilitada-ampliada planta según evaluación del impacto por ámbitos.....	91
Ilustración 79: Comparativa de unidades de obra para la Vivienda Rehabilitada-ampliada planta según ponderación del impacto por categorías.....	91
Ilustración 80: Contribución al impacto sobre el Medio Ambiente según procesos.....	92
Ilustración 81: Comparativa entre la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada de la evaluación del impacto según ámbitos.....	96
Ilustración 82: Comparativa entre la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada según ponderación del impacto por categorías.....	97
Ilustración 83: Comparativa entre el Movimiento de Tierra de la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada según ponderación del impacto por categorías.....	98
Ilustración 84: Comparativa entre el Cimentación de la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada según ponderación del impacto por categorías.....	98
Ilustración 85: Comparativa entre la Estructura de la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada según ponderación del impacto por categorías.....	99
Ilustración 86: Comparativa entre la Albañilería de la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada-ampliada según ponderación del impacto por categorías.....	100
Ilustración 87: Comparativa entre la Revestimientos de la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada según ponderación del impacto por categorías.....	101
Ilustración 88: Comparativa entre la Revestimientos de la Vivienda Nueva y la Vivienda Rehabilitada según ponderación del impacto por categorías.....	101
Ilustración 89: Calculo de incertidumbre en la comparativa de impacto sobre la Calidad del Ecosistema de la Vivienda Nueva menos la Vivienda Rehabilitada-ampliada.....	102
Ilustración 90: Artículo periódico "El País" del día 22 de enero del 2010, hablando sobre el concurso Solar Europe Decathlon y lo positivo del mismo.....	105

## Bibliografía

Francis D.K. Ching. "Diccionario visual de la Arquitectura" Editorial: Gustavo Gili.

Marin Heidegger. "El ser y el Tiempo". Trad. por José Gaos (México: Fondo de Cultura Económica, 1951)

Brian Edwards y Paul Hyett. (2004) "Guía básica de la sostenibilidad" Editorial: Gustavo Gili.

Alberto González Rodríguez. "Extremadura Popular Casas y Pueblos" Edit. Departamento de publicaciones de la Diputación Provincial de Badajoz.

Rodríguez Díaz, F. "Monografía Histórico-Descriptiva de la Villa de Azuaga" Badajoz, 1894.

Manuel Viola Nevado. "Manual de Técnicas y Materiales Tradicionales de la Construcción en Extremadura" Edit. Alba Planta en EQUAL.

Francisco J. Pizarro Gómez y José Sánchez Leal "Tratado de Bóvedas sin Cimbra de Vicente Paredes Guillén" Edit. Consejería de Fomento de la Junta de Extremadura.

Juan Saumell Lladó "Habitaciones con historia. La casa de llano en la Baja Extremadura" Edit. Departamento de Publicaciones de la Diputación de Badajoz.

Rosa Gemma Riluy Rivera "Evaluación ambiental de la integración de procesos de producción de agua con sistemas de producción de energía"

Herman Hesse "Siddharta" (Página ) Editorial Plaza & Janés Editores, S.A.

Gernot Minke y Friedemann Mahlke "Manual de construcción. Fardos de paja" Edit. Fin de Siglo.

- i Francis D.K. Ching. "Diccionario visual de la Arquitectura" (Pág. 9). Editorial: Gustavo Gili.
- ii Marin Heidegger. "El ser y el Tiempo". Trad. por José Gaos (México: Fondo de Cultura Económica, 1951
- iii Brian Edwards y Paul Hyett. (2004) "Guía básica de la sostenibilidad" (Pág. 67) Editorial: Gustavo Gili.
- iv Brian Edwards y Paul Hyett. (2004) "Guía básica de la sostenibilidad" (Pág. 54) Editorial: Gustavo Gili.
- v Brian Edwards y Paul Hyett. (2004) "Guía básica de la sostenibilidad" (Pág. 70) Editorial: Gustavo Gili.
- vi **Mapa de La Serena**. Centro de Desarrollo Rural (CEDER) La Serena (Fecha de consulta mayo-2010)  
<http://www.la-serena.com/>
- vii Centro de Desarrollo Rural (CEDER) La Serena (Fecha de consulta mayo-2010) <http://www.la-serena.com/>
- viii Centro de Desarrollo Rural (CEDER) La Serena (Fecha de consulta mayo-2010) <http://www.la-serena.com/>
- ix Instituto Nacional de Estadística. (Fecha de consulta julio 2010) <http://www.ine.es/>
- x Alberto González Rodríguez. "Extremadura Popular Casas y Pueblos" (Pág. 27) Edit. Departamento de publicaciones de la Diputación Provincial de Badajoz.
- xi Alberto González Rodríguez. "Extremadura Popular Casas y Pueblos" (Pág. 32) Edit. Departamento de publicaciones de la Diputación Provincial de Badajoz.
- xii Rodríguez Díaz, F. "Monografía Histórico-Descriptiva de la Villa de Azuaga" Badajoz, 1894, p. 129
- xiii Alberto González Rodríguez. "Extremadura Popular Casas y Pueblos" (Pág. 58) Edit. Departamento de publicaciones de la Diputación Provincial de Badajoz.
- xiv Alberto González Rodríguez. "Extremadura Popular Casas y Pueblos" Capítulo III: Unidades Habitacionales. Edit. Departamento de publicaciones de la Diputación Provincial de Badajoz.
- xv Manuel Viola Nevado. "Manual de Técnicas y Materiales Tradicionales de la Construcción en Extremadura" (Pág. 87) Edit. Alba Planta en EQUAL.
- xvi Manuel Viola Nevado. "Manual de Técnicas y Materiales Tradicionales de la Construcción en Extremadura" (Pág. 93) Edit. Alba Planta en EQUAL.
- xvii Manuel Viola Nevado. "Manual de Técnicas y Materiales Tradicionales de la Construcción en Extremadura" (Pág. 103) Edit. Alba Planta en EQUAL.
- xviii Francisco J. Pizarro Gómez y José Sánchez Leal "Tratado de Bóvedas sin Cimbra de Vicente Paredes Guillén" Edit. Consejería de Fomento de la Junta de Extremadura.
- xix Juan Saumell Lladó "Habitaciones con historia. La casa de llano en la Baja Extremadura" (Pág. 43) Edit. Departamento de Publicaciones de la Diputación de Badajoz.
- xx Artículo 1 del decreto 114/2009, de 21 de mayo, por el que se aprueba el Plan de Vivienda, Rehabilitación y Suelo de Extremadura 2009 2012
- xxi Artículo 56 del decreto 114/2009, de 21 de mayo, por el que se aprueba el Plan de Vivienda, Rehabilitación y Suelo de Extremadura 2009 2012
- xxii Rosa Gemma Riluy Rivera "Evaluación ambiental de la integración de procesos de producción de agua con sistemas de producción de energía"  
Anexo 3.
- xxiii Herman Hesse "Siddharta" (Página ) Editotrial Plaza & Janés Editores, S.A.
- xxiv Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ).  
Tomo II: Economía Agropecuaria, Minería y Energía, Actividades Industriales y Artesanales.  
36. Minería a cielo abierto.  
5. Evaluación sinoptica de la relevancia ambiental.  
[http://fastonline.org/CD3WD\\_40/HDLHTML/ENVMANL/ES/BEGIN.HTM#GU%C3%8DA%20DE%20PROTECCI%C3%93N%20AMBIENTAL](http://fastonline.org/CD3WD_40/HDLHTML/ENVMANL/ES/BEGIN.HTM#GU%C3%8DA%20DE%20PROTECCI%C3%93N%20AMBIENTAL)  
(Fecha de consulta agosto 2010)
- xxv Gernot Minke y Friedemann Mahlke "Manual de construcción. Fardos de paja" Edit. Fin de Siglo.

xxvi Albayalde. Escuela Taller de Arte y Decoración.

Las técnicas de los estucos. Fecha de consulta agosto 2010.

<http://www.albayalde.net/estucos02.html>

xxvii Editorial Blog.it

Nuevo tipo de cemento para reducir emisiones de CO2. Fecha de consulta agosto 2010.

<http://www.ecologiablog.com/post/39/nuevo-tipo-de-cemento-para-reducir-emisiones-de-co2>

xxviii Según la Real Academia Española "conclusión" hace referencia al "Aserto o proposición que se defendía en las antiguas escuelas universitarias", el título es homenaje a todo aquello que olvidamos de la tradición, sencillamente se utiliza "aserto" por la belleza en la definición 4 de la RAE referente a conclusión y poniendo en valor las antiguas escuelas universitarias donde se iba por el placer de aprender mas que por el sencillo hecho de tener un título.

xxix The Story of Stuff (La Historia de las cosas). Fecha de consulta agosto 2010.

<http://video.google.com/videoplay?docid=-5645724531418649230>

Para saber algo más sobre el consumo ilimitado se recomienda la visualización de este documental donde se dan algunos números sobre el consumo y el modo de gestión de los recursos.

xxx Rosa Gemma Riluy Rivera "Evaluación ambiental de la integración de procesos de producción de agua con sistemas de producción de energía"

Anexo 4

4.4. Método Eco-Innovador 99 (EI 99).

*Universidad Internacional de Andalucía, La Rábida*  
*VIII Maestría en Energías Renovables:*  
*Arquitectura y Urbanismo. La Ciudad Sostenible*

