



# Large Valorisation on Sustainability of Steel Structures

*Amplia Valorización de Sostenibilidad de Estructuras de Acero*

## MACRO-COMPONENTES Y APLICACIONES *IPHONE* Y *IPAD*



# Índice

## 1) Enfoque basado en macro-componentes

- Algoritmo para la evaluación del ciclo de vida basada en macro-componentes

## 2) Aplicación para iPad y iPhone

- Descripción del programa

## 3) Consideraciones finales



## 1) Enfoque a macro-componentes

Esta metodología fue desarrollada anteriormente en el marco de  
proyecto de investigación RFCS



**SB STEEL**

**SB\_Steel** (2014), Sustainable Building Project in Steel (Proyecto de Construcción Sostenible en Acero). RFSR-CT-2010-00027

**REFERENCIA:** Gervásio, H., Martins, R., Santos, P., Simões da Silva, L., “A macro-component approach for the assessment of building sustainability in early stages of design”, Building and Environment 73 (2014), pp. 256-270, DOI information: 10.1016/j.buildenv.2013.12.015.



## Clasificación de los edificios con estructura de acero

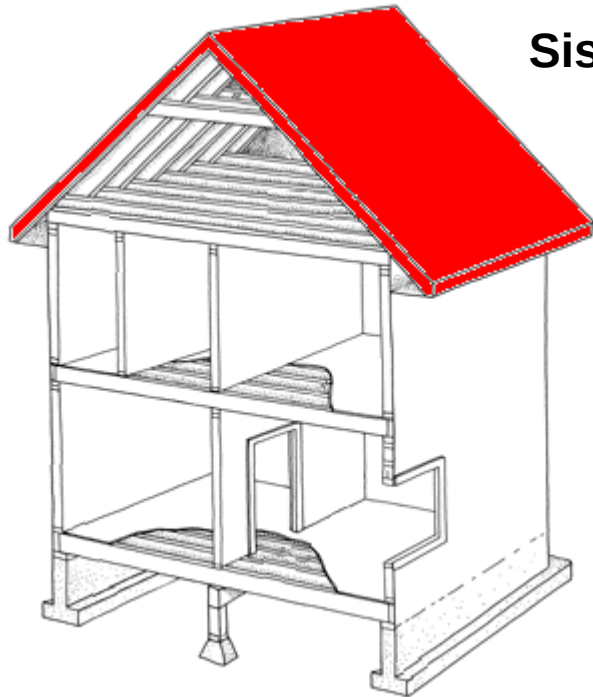
|                                 | Category 1                                                                          | Category 2                                                                           | Category 3                                                                            |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Single & multi-family building  |    |    |    |
| Apartment blocks                |    |    |    |
| Office buildings                |   |   |   |
| Commercial/Industrial buildings |  |  |  |

Casa unifamiliar en  
la Categoría 1  
(construcción  
intensiva en acero)

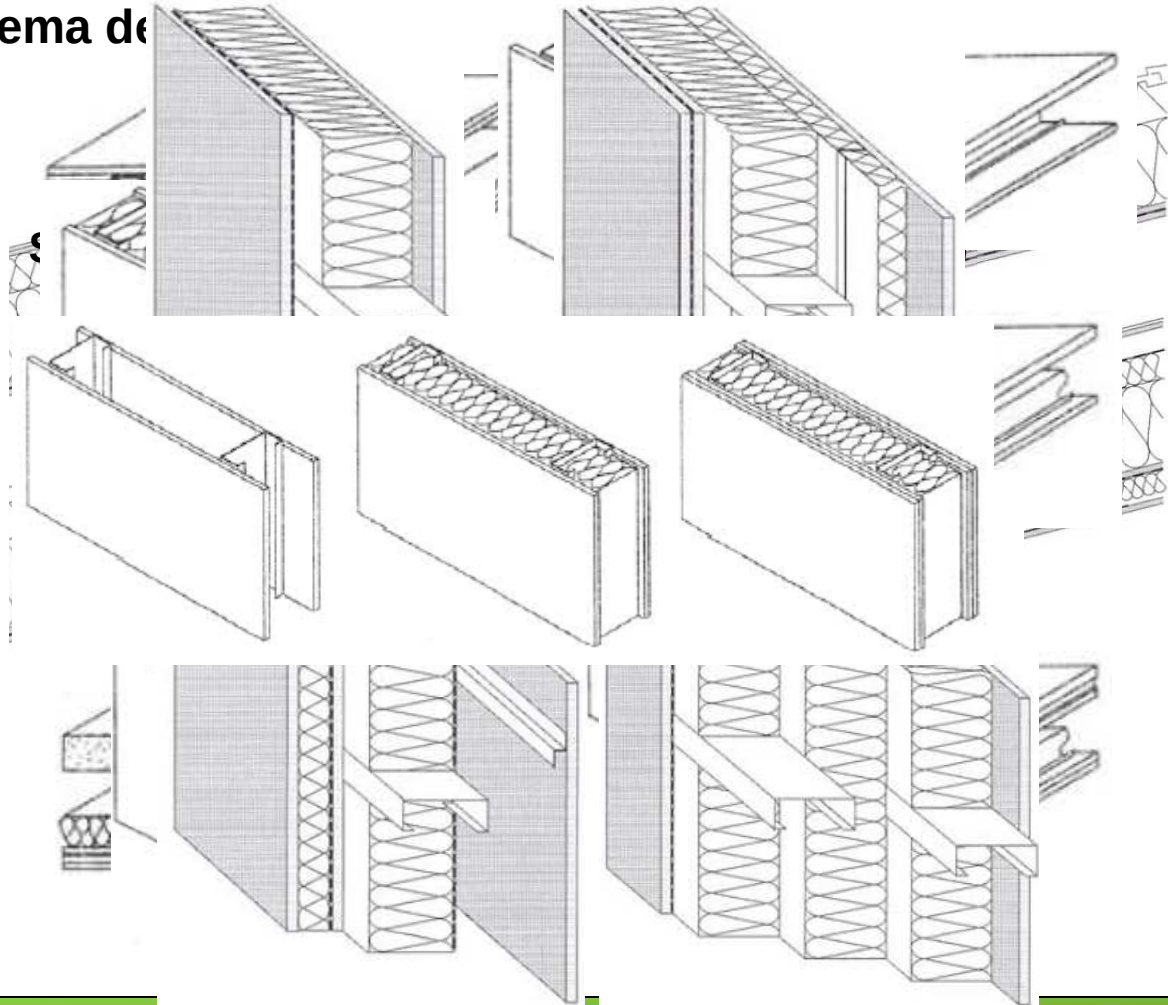


## MACRO-COMPONENT DEFINITION

Sistema de pared interna (muros de carga)  
Sistema de



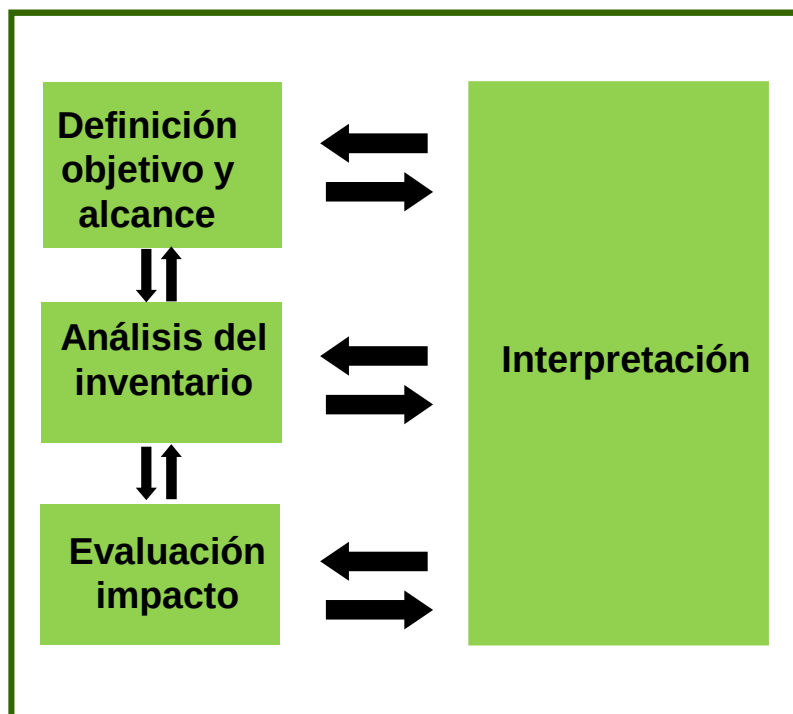
Sistema de pared  
externa (muros de  
carga)  
torjado





## CÁLCULO DE MACRO-COMPONENTE

### NORMAS ISO 14040/14044



Otras normas relevantes EN TC350 – Sostenibilidad en las obras de construcción - EN 15643-2:2011

### Objetivo y alcance

Dos niveles: ACV en (i) a nivel del componente; y (ii) a nivel de edificio.

### Límites del sistema

| Fase de producto         |            |             | Fase de constru | Fase de Uso             |     |               |            |             |                |                        |                       | Fase de Fin de Vida |            |                        |             |                            |
|--------------------------|------------|-------------|-----------------|-------------------------|-----|---------------|------------|-------------|----------------|------------------------|-----------------------|---------------------|------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| Suministro de mat. prima | Transporte | Fabricación | Transporte      | Proceso de construcción | Uso | Mantenimiento | Reparación | Sustitución | Rehabilitación | Uso energ. operacional | Uso agua operacionaal | Demolición          | Transporte | Procesamiento residuos | Eliminación | Potencial de reutil/recicl |
| A 1                      | A 2        | A 3         | A 4             | A 5                     | B 1 | B 2           | B 3        | B 4         | B 5            | B 6                    | B 7                   | C 1                 | C 2        | C 3                    | C 4         | D                          |
| x                        | x          | x           | x               | -                       | -   | x             | x          | x           | x              | x                      | -                     | x                   | x          | x                      | x           | x                          |



## FASE DE INVENTARIO

|                                  |             | Cobertura temporal |  | Cobertura geográfica | Cobertura tecnológica | Coherencia              |
|----------------------------------|-------------|--------------------|--|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Sección del acero                | 2007, anual | media              |  | Europa               | Productores europeos  | > 99% de masa y energía |
| Refuerzo de acero                | 2007, anual | media              |  | Mundo                | Productores mundiales | > 99% de masa y energía |
| Bobina de acero                  | 2007, anual | media              |  | Europa               | Productores europeos  | > 99% de masa y energía |
| Hormigón C20/25                  | 2011, anual | media              |  | Alemania             | Productores alemanes  | > 95% de masa y energía |
| Tableros de tiras orientadas OSB | 2008, anual | media              |  | Alemania             | Productores alemanes  | > 99% de masa y energía |
| Placas de yeso                   | 2008, anual | media              |  | Europa               | Productores europeos  | > 95% de masa y energía |
| Ladrillos                        | 2011, anual | media              |  | Alemania             | Productores alemanes  | > 95% de masa y energía |
| Lana de roca                     | 2011, anual | media              |  | Europa               | Productores europeos  | > 95% de masa y energía |
| Poliestireno expandido EPS       | 2011, datos | no hay             |  | Europa               | No hay datos          | No hay datos            |
| Poliestireno extruido XPS        | 2011, anual | media              |  | Alemania             | Productores alemanes  | > 95% de masa y energía |
| Espuma rígida de poliuretano PUR | 2011, anual | media              |  | Alemania             | Productores alemanes  | > 95% de masa y energía |
| Corcho expandido                 | 2011, anual | media              |  | Alemania             | Productores alemanes  | > 95% de masa y energía |
| Lana de vidrio                   | 2011, anual | media              |  | Europa               | Productores europeos  | > 95% de masa y energía |
| Espuma de polietileno PE         | 2011, anual | media              |  | Alemania             | Productores alemanes  | > 95% de masa y energía |



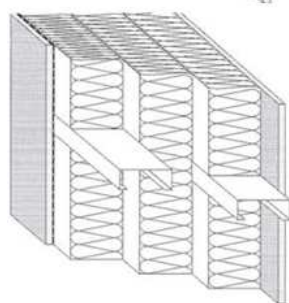
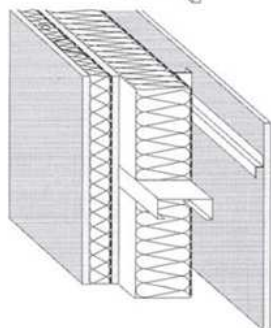
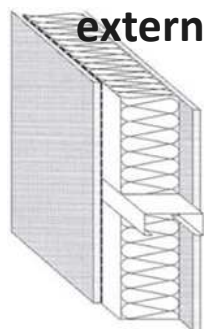


# AMPLIA VALORIZACIÓN EN SOSTENIBILIDAD DE ESTRUCTURAS DE ACERO

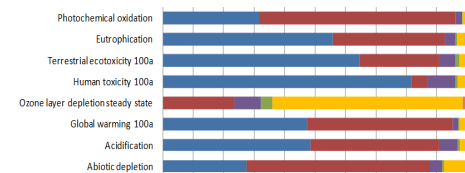
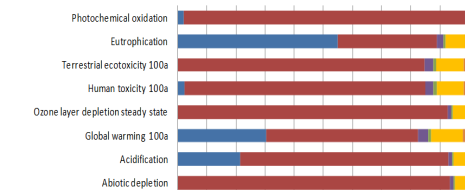
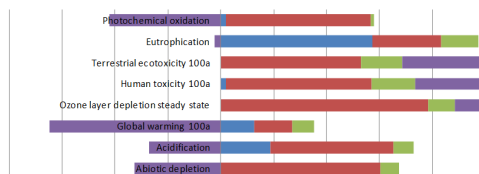


## BASE DE DATOS DE MACRO-COMPONENTES

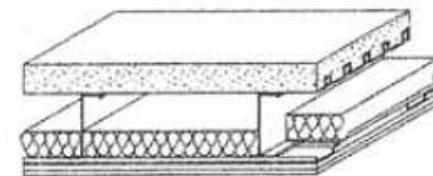
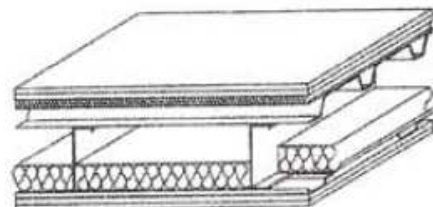
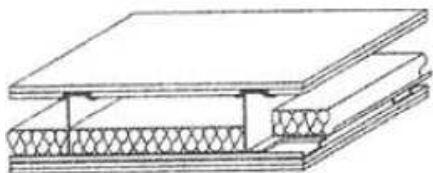
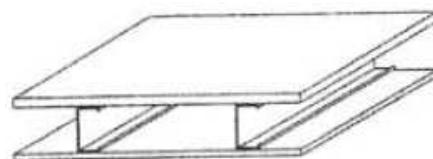
### Tipos de pared externa



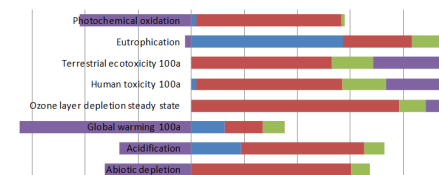
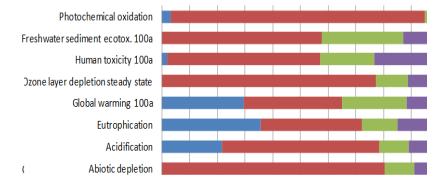
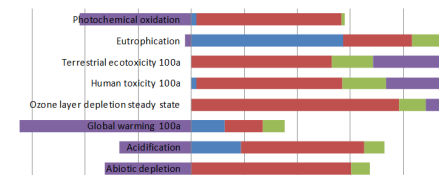
### Perfil medioambiental



### Tipos de sistema de forjados



### Perfil medioambiental







## CLASIFICACIÓN DE MACRO-COMPONENTES

| (A) Subestructura | (A40) Losas de cimentación                 | (A4010) Losas estándar de cimentación |                                                     |
|-------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| (B) Envoltente    | (B10) Superestructura                      | (B1010) Estructura de forjado         | (B1010.10) Sistema estructural de forjado           |
|                   |                                            |                                       | (B1010.20) Sistemas colaborantes, losas y soleras   |
|                   |                                            | (B1020) Estructura de cubierta        | (B1020.10) Sistema estructural de cubierta          |
|                   |                                            |                                       | (B1020.20) Sistemas ligeros, losas y revestimientos |
|                   | (B20) Cerramiento exteriores verticales    | (B2010) Cerramientos exteriores       | (B2010.10) Placas de cerramiento ext.               |
|                   |                                            |                                       | (B2010.20) Cerramiento Estructural ext.             |
|                   |                                            | (B2020) Ventanas exteriores           |                                                     |
|                   |                                            | (B2050) Puertas exteriores            |                                                     |
| (C) Interiores    | (B30) Cerramientos exteriores horizontales | (B3010) Cubierta                      |                                                     |
|                   |                                            | (B3060) Aberturas horizontales        |                                                     |
|                   | (C10) Construcciones interiores            | (C1010) Divisiones interiores         |                                                     |
|                   |                                            | (C2010) Acabados de paredes           |                                                     |
|                   |                                            | (C2030) Pavimento                     |                                                     |
|                   | (C20) Acabados interiores                  | (C2050) Acabados del techo            |                                                     |

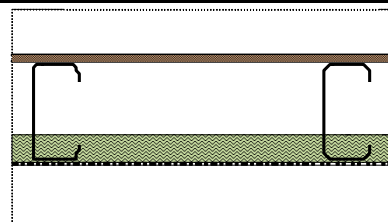


## BASE DE DATOS DE MACRO-COMPONENTES

### EJEMPLO:

#### B1010.10 Forjado

##### B1010.10.1c



| Materiales                        | Espesor/<br>densidad | Fin de vida  | RR (%) |
|-----------------------------------|----------------------|--------------|--------|
| OSB (mm)                          | 18                   | Incineración | 80     |
| Cavidad de aire (mm)              | 160                  |              |        |
| XPS (mm)                          | 40                   | Incineración | 80     |
| Panel de yeso (mm)                | 15                   | Reciclaje    | 80     |
| Acero ligero (kg/m <sup>2</sup> ) | 14                   | Reciclaje    | 90     |

##### B1010.10.1c - ACV

|                                  | A1-A3    | A4        | C2        | C4       | D         |
|----------------------------------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| Elementos ADP [kg Sb-Equiv.]     | 2,81E-05 | 1,56E-09  | 1,37E-09  | 4,42E-08 | -1,96E-04 |
| Combustible ADP [MJ]             | 5,75E+02 | 5,78E-01  | 5,07E-01  | 1,54E+00 | -3,70E+02 |
| AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]  | 1,33E-01 | 1,87E-04  | 1,62E-04  | 7,16E-04 | -5,74E-02 |
| PA [kg Phosphate-Equiv.]         | 9,73E-03 | 4,30E-05  | 3,73E-05  | 1,17E-04 | -1,77E-03 |
| PCG [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.] | 4,79E+01 | 4,16E-02  | 3,65E-02  | 3,78E+00 | -1,72E+01 |
| PAO [kg R11-Equiv.]              | 7,64E-07 | 7,29E-13  | 6,40E-13  | 7,61E-11 | 1,75E-07  |
| POCP [kg Ethene-Equiv.]          | 2,49E-02 | -6,09E-05 | -5,28E-05 | 1,54E-04 | -1,15E-02 |

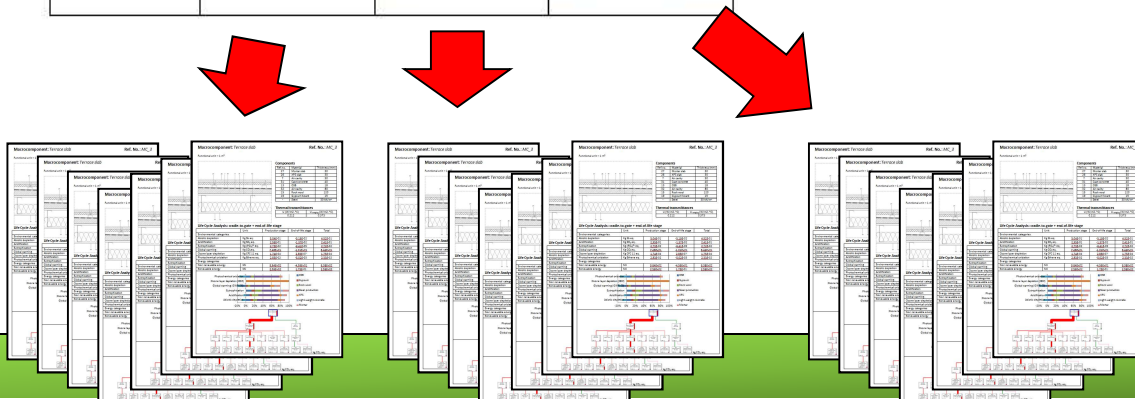
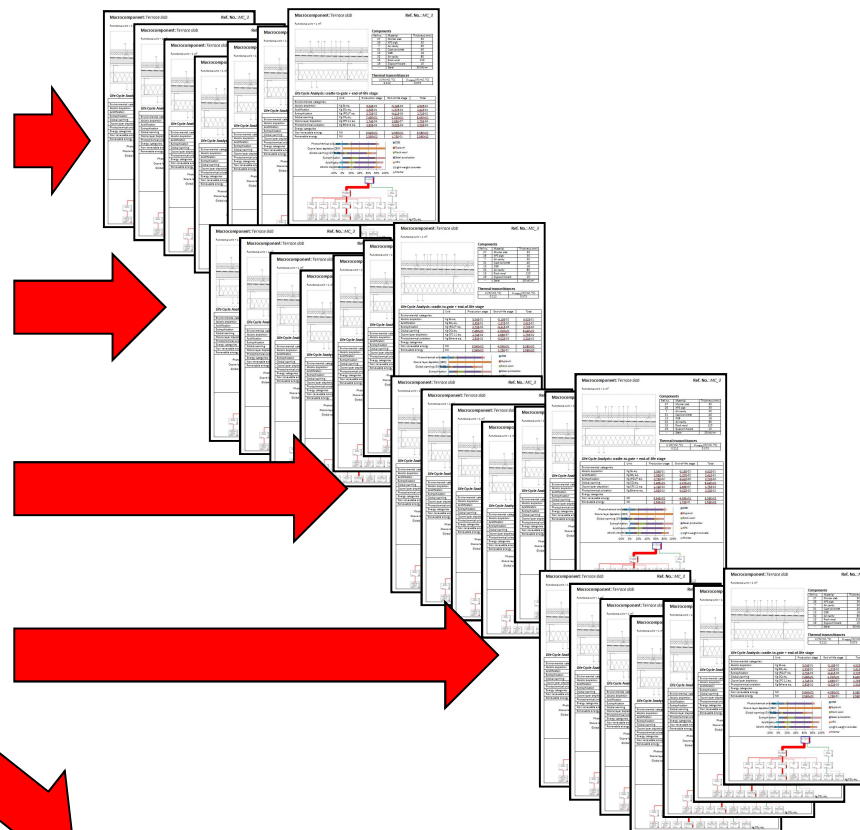


# AMPLIA VALORIZACIÓN EN SOSTENIBILIDAD DE ESTRUCTURAS DE ACERO



## BASE DE DATOS DE MACRO-COMPONENTES

|                                 | Category 1                                                                         | Category 2                                                                         | Category 3                                                                          |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Single & multi-family building  |   |   |   |
| Apartment blocks                |   |   |   |
| Office buildings                |   |   |   |
| Commercial/Industrial buildings |  |  |  |





## 2) Aplicación para iPad y iPhone

### Menú

ACV\_acero

Catálogo

Manual

Informes

Configuración



## Menú

ACV\_acero

Catálogo

Manual

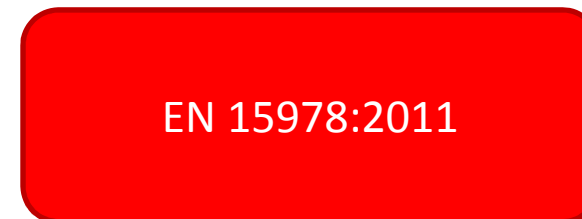
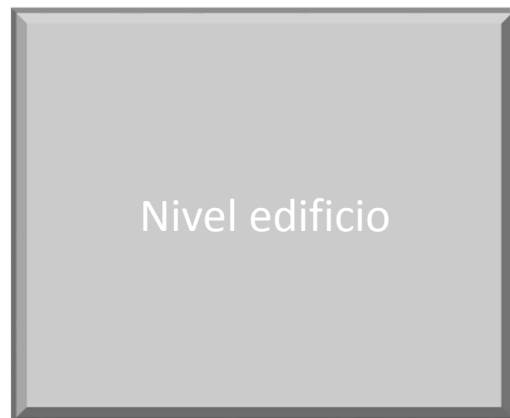
Informes

Configuración



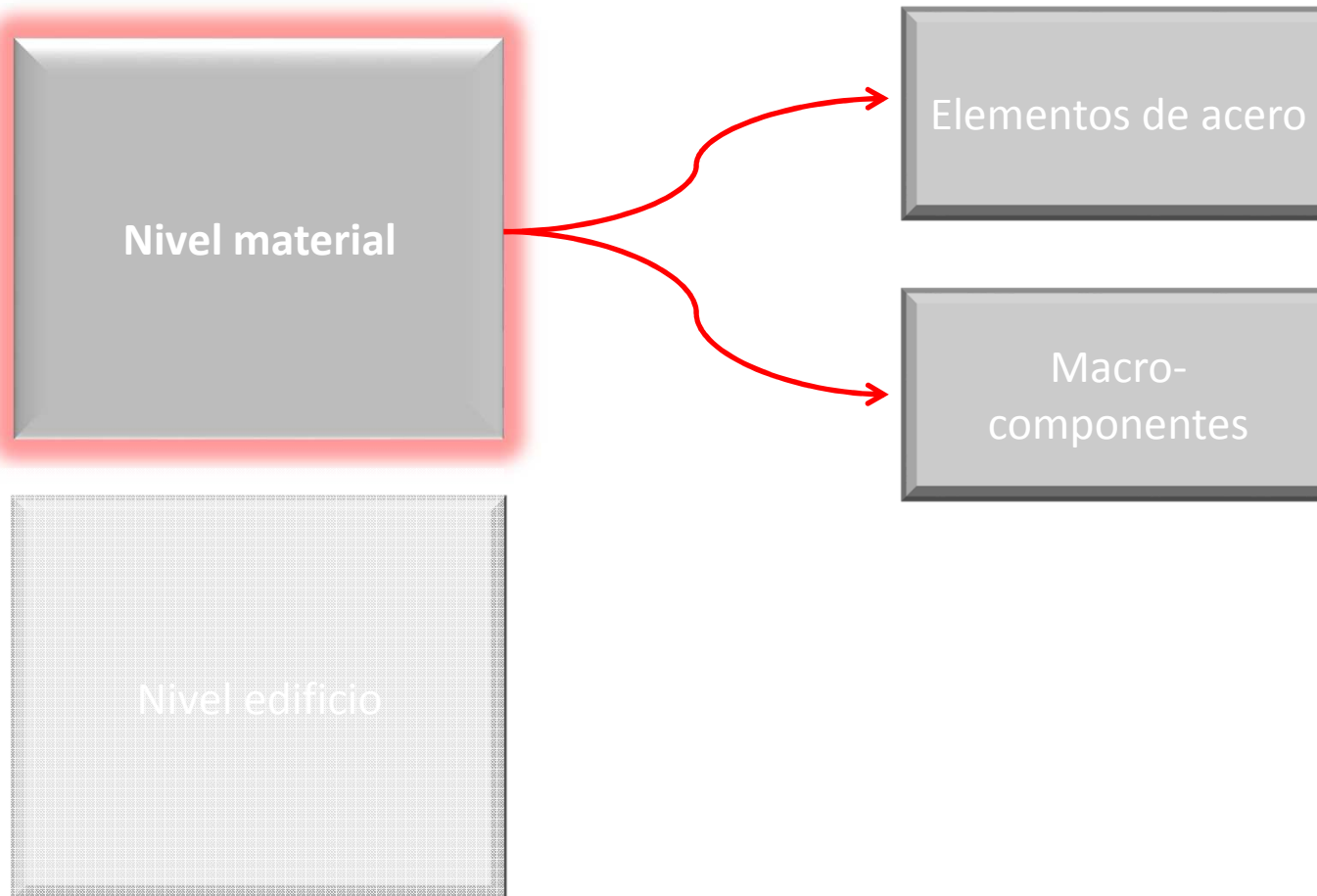
## Menú >> ACV\_Acero

**Dos niveles de cálculo:**





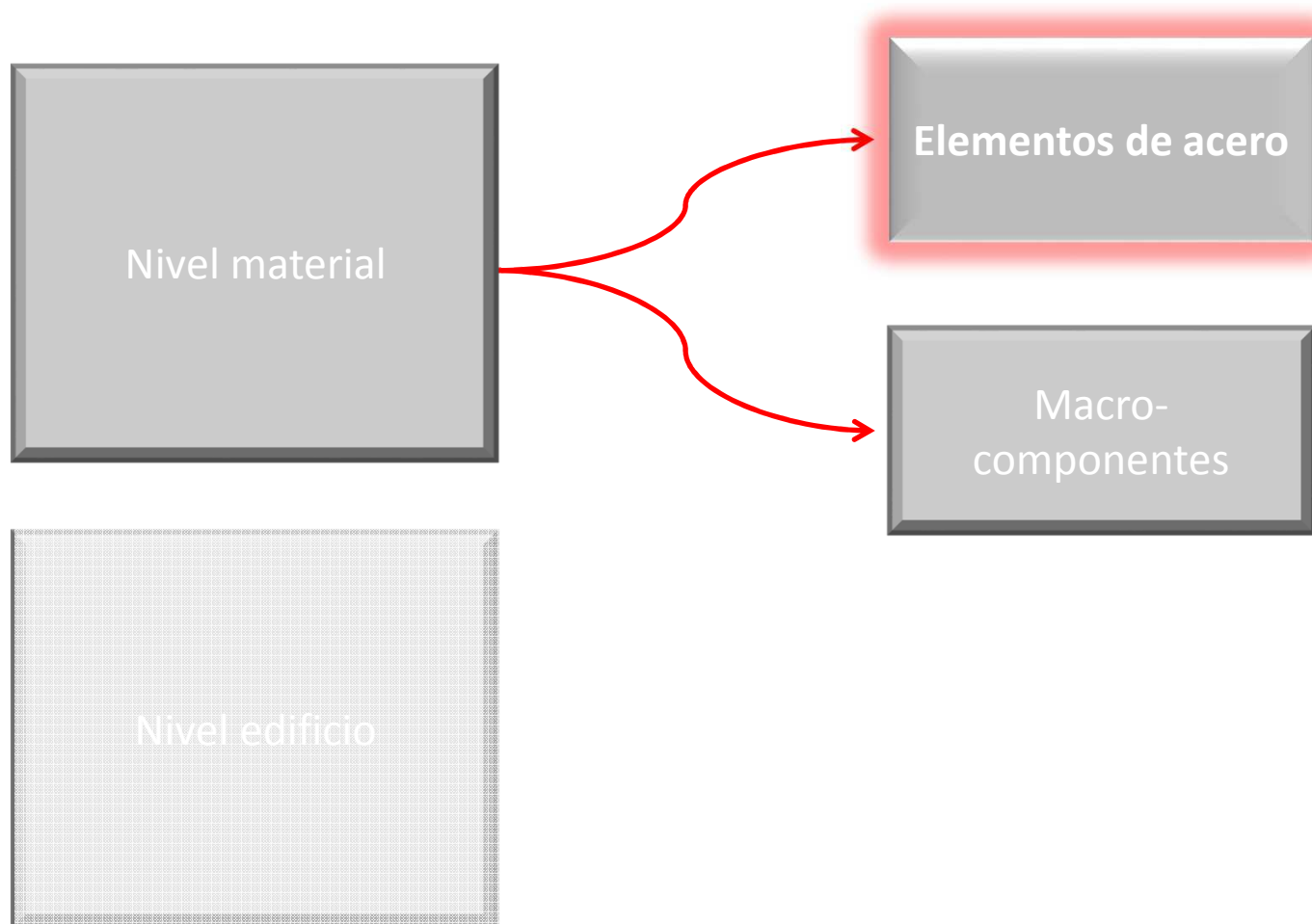
## Menú >> ACV\_Acero >> Nivel material







## Menú >> ACV\_Acero >> Nivel material





## Menú >> ACV\_Acero >> Nivel material

No SIM 16:59 69%

< I or H sections I or H sections CALCULATE

HE

HE 100 AA >

HE 100 A >

HE 100 B >

HE 100 M >

HE 120 AA >

HE 120 A >

HE 120 B >

HE 120 M >

HE 140 AA >

HE 140 A >

HE 140 B >

HE 140 M >

**HE 100 AA**

+ add your company MAP

**Designation**

|   |       |        |
|---|-------|--------|
| G | 12.24 | [kg/m] |
|---|-------|--------|

**Dimensions**

|     |        |      |
|-----|--------|------|
| h   | 91.00  | [mm] |
| b   | 100.00 | [mm] |
| t.w | 4.20   | [mm] |
| t.f | 5.50   | [mm] |

**Inputs parameters**

Length [m] 0

Lifespan [years] 0

Steel Grade S235

Quality JR

Fabrication Procedure Hot Rolled

**Scope of the Analysis**

Cradle-to-gate

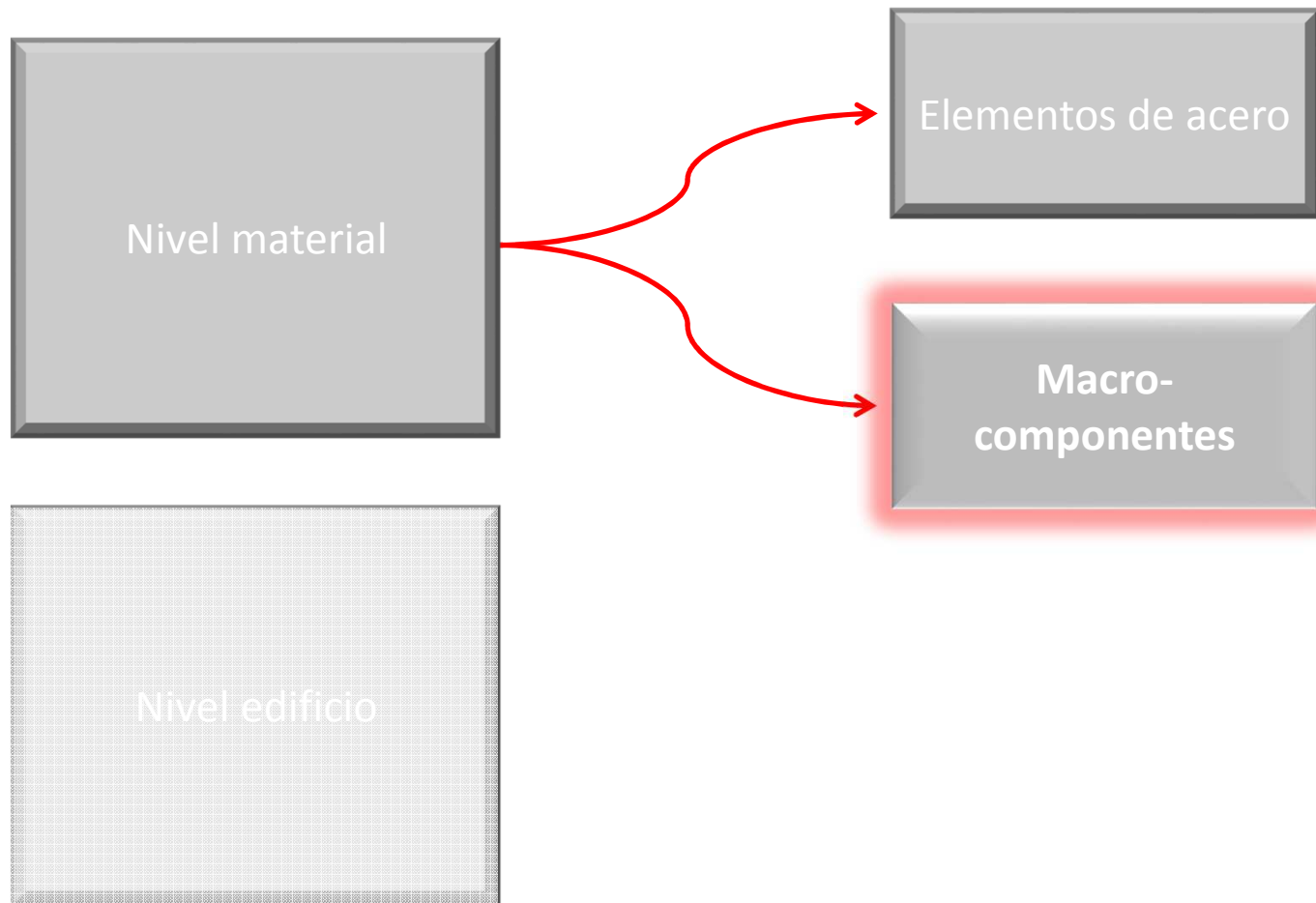
Coating System ✓

Transportation ✓

End-of-life recycling ✓



## Menú >> ACV\_Acero >> Nivel material





Menú >> ACV\_Acero >> Nivel material >> Macro-componentes

Macro-componentes



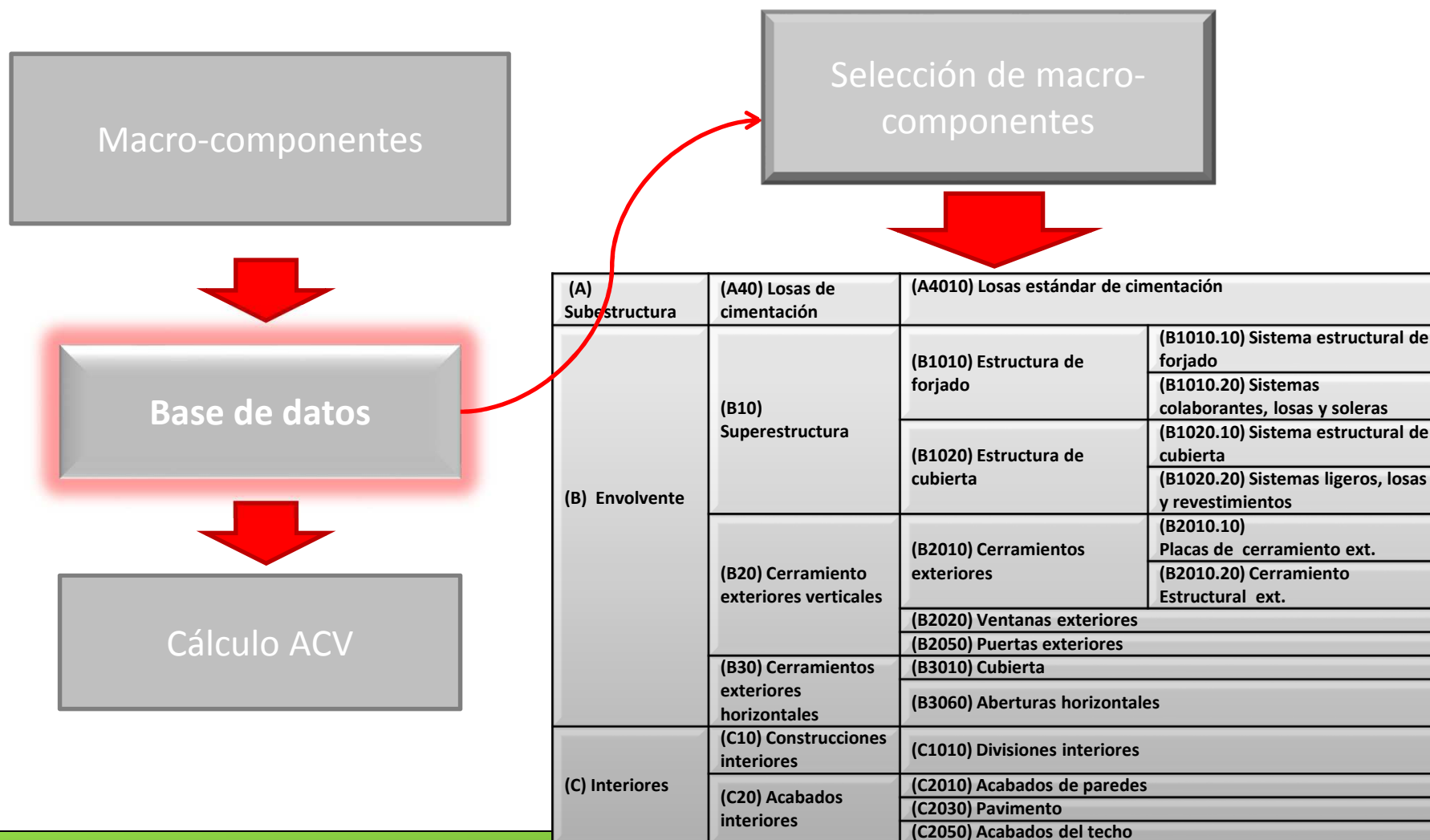
Base de datos



Cálculo ACV



## Menú >> ACV\_Acero >> Nivel material >> Macro-componentes





## Menú >> ACV\_Acero >> Nivel material >> Macro-componentes

Macro-components



Base de datos



Cálculo ACV

VO SIM 17-02 00:70

< (B1010.10) Floor structur... (B1010.10) Floor structural frame CALCULATE

B1010.10.1 – Light-weight steel slabs

- B1010.10.1a
- B1010.10.1b
- B1010.10.1c
- B1010.10.1d
- B1010.10.1e

**B1010.10.1a**

B1010.10.1a

+ add your company MAP

**Rock wool**

Density 150 [kg/m<sup>2</sup>]

Thickness 40 [mm]

Weight

Inputs parameters

Rock wool [mm] 60

Scope of the Analysis

Cradle-to-grave + EOL

ADPelements

|       |         |
|-------|---------|
| A1-A3 | 2.90e-5 |
| A4    | 1.89e-9 |
| B     | 0.00e+0 |
| C2    | 1.65e-9 |

Full Report



AMPLIA VALORIZACIÓN EN SOSTENIBILIDAD DE ESTRUCTURAS DE ACERO

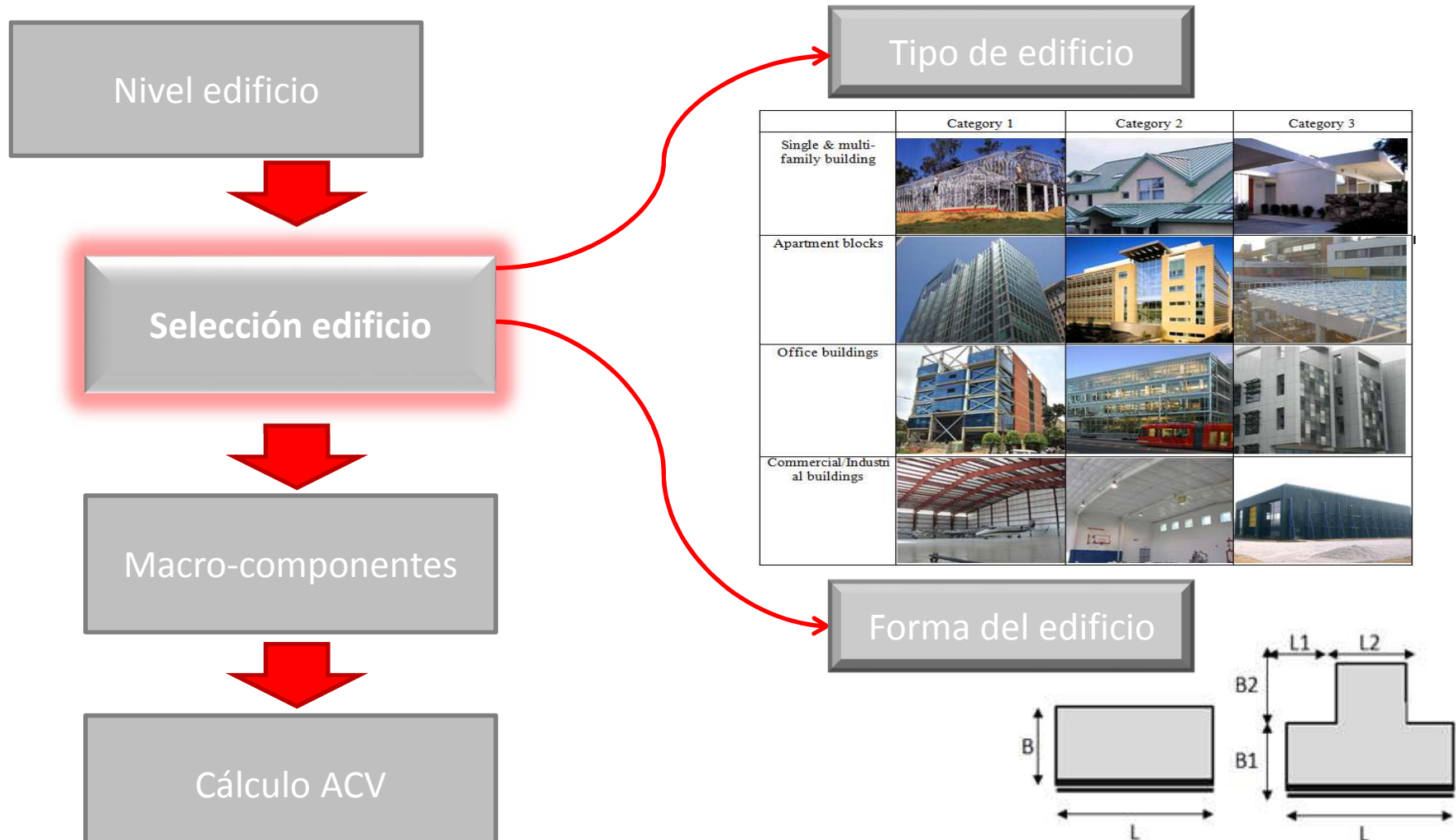


Menú >> ACV\_Acero >> Nivel edificio





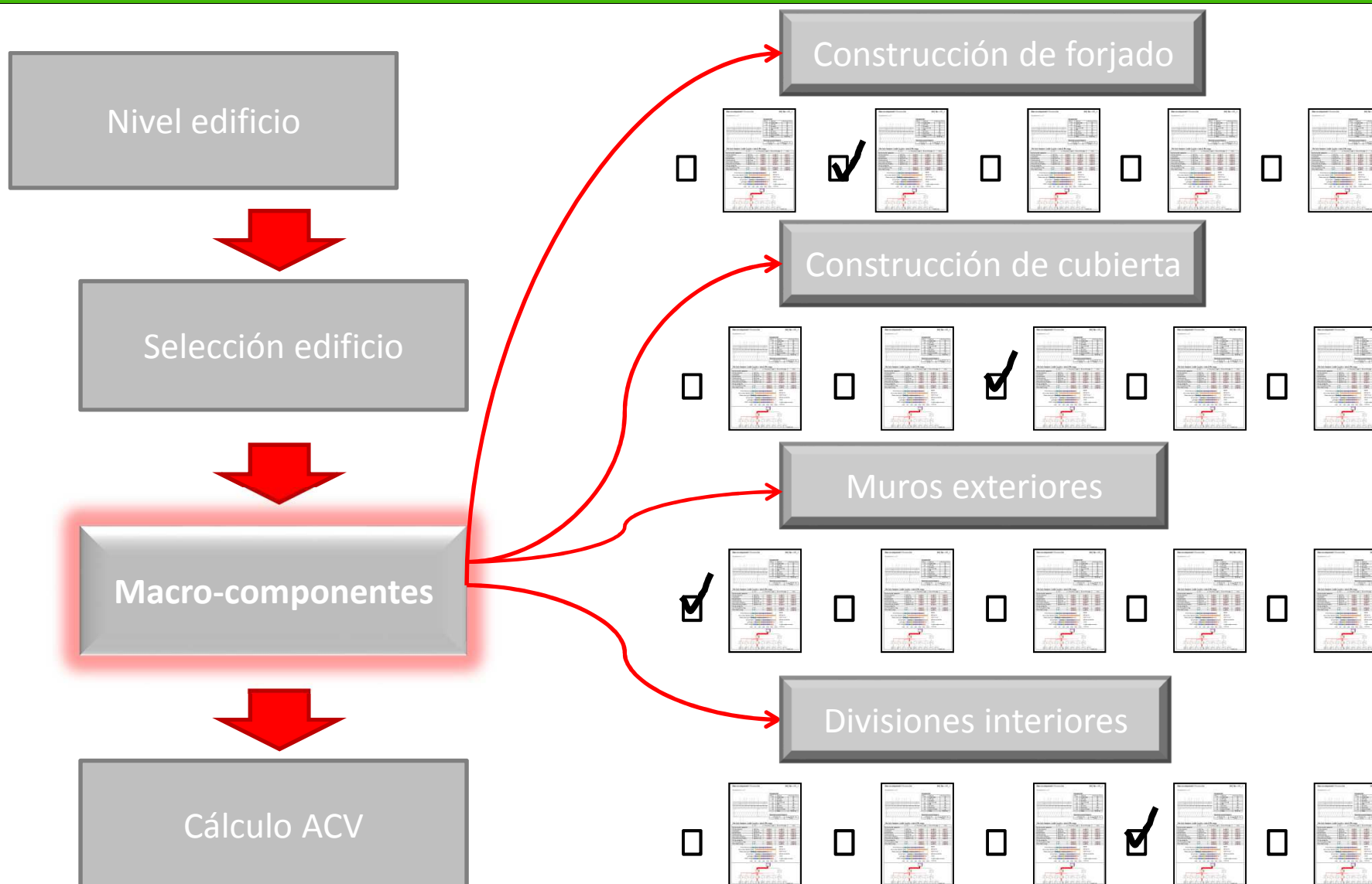
## Menú >> ACV\_Acero >> Nivel edificio>> Selección edificio







# AMPLIA VALORIZACIÓN EN SOSTENIBILIDAD DE ESTRUCTURAS DE ACERO





## Menú >> ACV\_Acero >> Nivel edificio >> Cálculo ACV



### LCA REPORT FOR STEEL BUILDINGS

#### SUMMARY

**Scope:** Cradle-to-grave + EOL  
**Lifespan:** 50 years  
**Environmental Impacts**  
**LCA index:** -1.42E-11  
**Global Warming Potential (GWP):** 41 kg CO2 eq  
**Primary Energy Demand**  
**Total Primary Energy Demand:** 679 MJ

#### DETAILED RESULTS

##### LCA Input Data

##### B1010.10 Floor structural frame

|  | Materials                | Thickness (mm) | End-of-life scenario | RR (%) |
|--|--------------------------|----------------|----------------------|--------|
|  | Light weight steel (LWS) |                | Recycling            | 90     |
|  | OSB                      | 18             | Incineration         | 80     |
|  | Gypsum plasterboard      | 15             | Recycling            | 80     |
|  | Rock wool                | 40             | Recycling            | 80     |

##### LCA Results

##### LCA of 1m2 of a Roof macro-component

##### Parameters describing enviromental impacts

| Indicator    | Unit            | A1-A3   | A4       | B1-B5   | C2       | C4       | D        | TOTAL    |
|--------------|-----------------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|
| ADP elements | [kg Sb Eq.]     | 2.90e-5 | 1.89e-9  | 0.00e+0 | 1.65e-9  | 3.67e-8  | -1.97e-4 | -1.68e-4 |
| ADP fossil   | [MJ]            | 5.88e+2 | 7.02e-1  | 0.00e+0 | 6.14e-1  | 1.43e+0  | -3.36e+2 | 2.55e+2  |
| AP           | [kg SO2 Eq.]    | 1.93e-1 | 2.27e-4  | 0.00e+0 | 1.97e-4  | 6.25e-4  | -4.45e-2 | 1.50e-1  |
| EP           | [kg PO4- Eq.]   | 1.66e-2 | 5.22e-5  | 0.00e+0 | 4.51e-5  | 9.59e-5  | -1.01e-3 | 1.58e-2  |
| GWP          | [kg CO2 Eq.]    | 5.48e+1 | 5.06e-2  | 0.00e+0 | 4.41e-2  | 4.20e-1  | -1.46e+1 | 4.05e+1  |
| ODP          | [kg CFC-11 Eq.] | 7.65e-7 | 8.86e-13 | 0.00e+0 | 7.73e-13 | 7.85e-11 | 1.76e-7  | 9.42e-7  |
| POCP         | [kg C2H4 Eq.]   | 2.70e-2 | -7.40e-5 | 0.00e+0 | -6.38e-5 | 1.62e-4  | -1.07e-2 | 1.63e-2  |



### 3) Consideraciones finales

- El enfoque simplificado para el ACV evita el uso de herramientas complejas y el uso de profesionales expertos en el campo, proporcionando una reducción sustancial del tiempo que habitualmente se debe emplear para el análisis.
- La validación del enfoque se basó en la comparación con análisis avanzados llevados a cabo con el software comercial GaBi 6.
- La comparación con los resultados permite concluir la precisión de ambos enfoques es muy razonable.