Research Fund for Coal & Steel

LVS 3

Large Valorisation on Sustainability of Steel Structures

Amplia Valorización de Sostenibilidad de Estructuras de Acero

Guía de Diseño

Université de Liège

Junio 2014

Introducción

- El objetivo de la guía de diseño es proporcionar información de los diferentes pasos que se deben seguir para la evaluación medioambiental de los edificios de acero y mixtos utilizamdo el software AMECO 3

- La guía de diseño se centra en:

  – La descripción del proceso de cálculo
  – Una guía sobre cómo utilizar la herramienta AMECO 3
  – Aplicación de AMECO 3 en casos de estudio

Introducción

- La guía de diseño incluye 8 capítulos:
  - Capítulo 1 – Introducción y objetivo
  - Capítulo 2 – Código informático y entorno
  - Capítulo 3 – Características generales del programa AMECO 3
  - Capítulo 4 – Descripción técnica de AMECO 3
  - Capítulo 5 – Resultados del software
  - Capítulo 6 – Instrucciones para el uso del software AMECO 3
  - Capítulo 7 – Casos de estudio
  - Capítulo 8 – Referencias

Introducción

- La guía de diseño incluye 8 capítulos :
  - Capítulo 1 – Introducción y objetivo
  - Capítulo 2 – Código informático y entorno
  - Capítulo 3 – Características generales del programa AMECO 3
  - Capítulo 4 – Descripción técnica de AMECO 3
  - Capítulo 5 – Resultados del software
  - Capítulo 6 – Instrucciones para el uso del software AMECO 3
  - Capítulo 7 – Casos de estudio
  - Capítulo 8 – Referencias

Características generales de AMECO 3

- AMECO 3 aborda cualquier edificio o puente construido en acero y hormigón

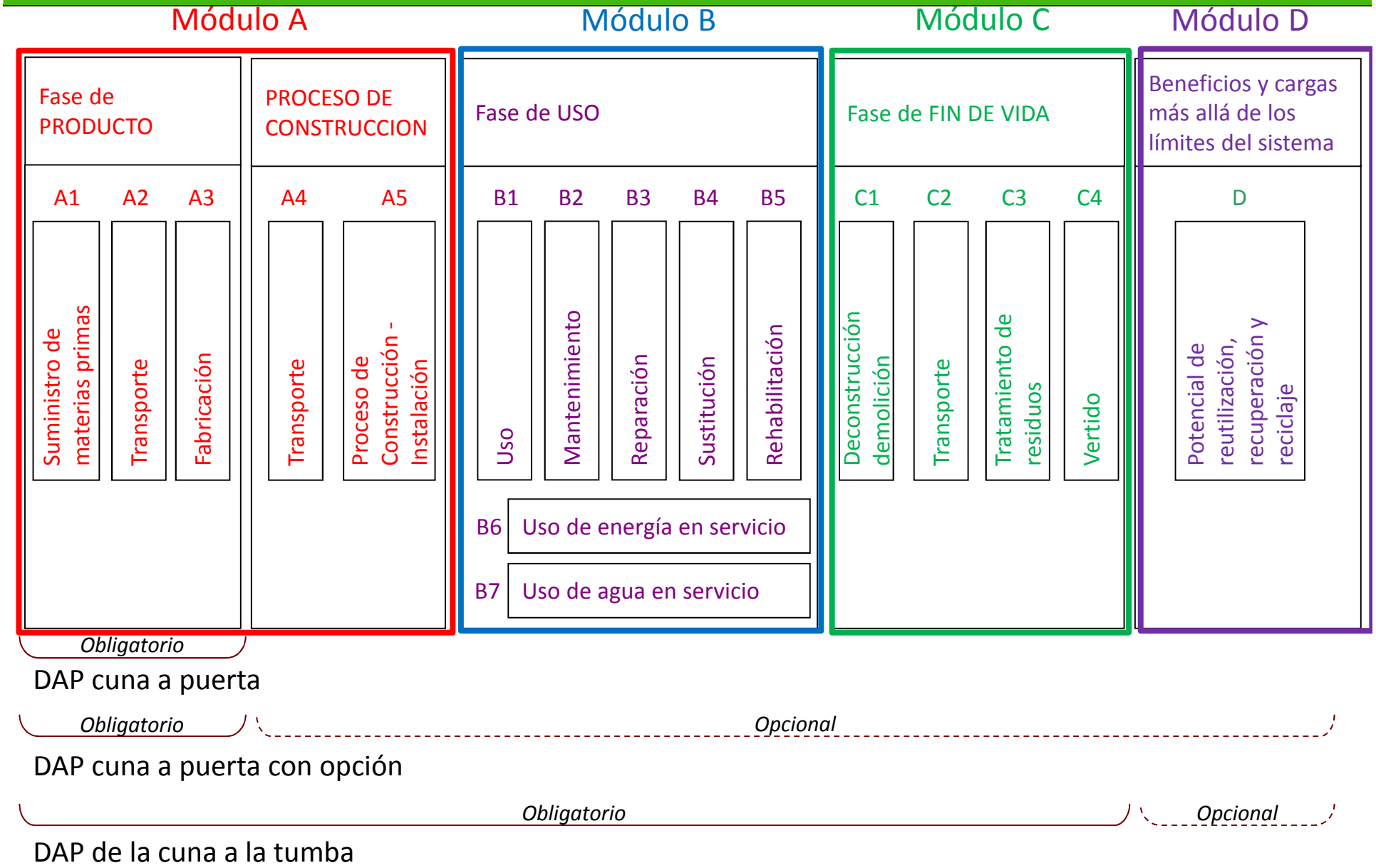
- Tiene en cuenta 24 indicadores de impacto medioambiental incluidos en los siguientes grupos:

  - Magnitudes que describen los impactos ambientales
  - Magnitudes que describen el uso de recursos, materiales y combustibles secundarios y uso del agua
  - Otra información medioambiental que describe la categoría de residuos
  - Otra información medioambiental que describe los flujos de salida

Características generales de AMECO 3

- Adicionalmente, cada indicador se incluye en uno de los 4 módulos siguientes tal y como ya se han presentado:
  - Módulo A: Fase de producto y construcción
  - Módulo B: Fase de uso
  - Módulo C: Fase fin de vida
  - Módulo D: Beneficios y cargas más allá de los límites del sistema

AMPLIA VALORIZACIÓN EN SOSTENIBILIDAD DE ESTRUCTURAS DE ACERO



Características Generales de AMECO 3

- Indicadores de impacto considerados

Environmental impacts				
Index	Data available	Abbreviation	Designation	Unit
1	Yes	GWP	Global Warming Potential	tCO_2eq
2	Yes	ODP	Ozone Depletion Potential	t_{CFCeq}
3	Yes	AP	Acidification Potential	t_{SO2eq}
4	Yes	EP	Eutrophication Potential	t_{PO4eq}
5	Yes	POCP	Photochemical Ozone Creation Potential	$t_{Etheneeq}$
6	Yes	ADP-e	Abiotic Depletion Potential – elements	t_{Sbeq}
7	Yes	ADP-ff	Abiotic Depletion Potential – fossil fuels	GJ NCV

Características Generales de AMECO 3

- Indicadores de impacto considerados

Resource use, secondary material and fuels				
Index	Data available	Abbreviation	Designation	Unit
8	No	RPE	Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw materials	GJ NCV
9	No	RER	Use of renewable energy resources used as raw materials	GJ NCV
10	Yes	RPE-total	Total use of renewable primary energy (primary energy and primary energy resources used as raw materials)	GJ NCV
11	No	Non-RPE	Use of non renewable primary energy excluding non renewable primary energy resources used as raw materials	GJ NCV
12	No	Non-RER	Use of non renewable energy resources used as raw materials	GJ NCV
13	Yes	Non-RPE-total	Total use of non renewable primary energy (primary energy and primary energy resources used as raw materials)	GJ NCV
14	No	SM	Use of secondary material	t
15	No	RSF	Use of renewable secondary fuels	GJ NCV
16	No	Non-RSF	Use of non renewable secondary fuels	GJ NCV
17	Yes	NFW	Use of net fresh water	$10^3 m^3$

Características Generales de AMECO 3

- Indicadores de impacto considerados

Other environmental information describing waste categories				
Index	Data available	Abbreviation	Designation	Unit
18	Yes	HWD	Hazardous waste disposed	t
19	Yes	Non-HWD	Non hazardous waste disposed	t
20	Yes	RWD	Radioactive waste disposed	t

Other environmental information describing output flows				
Index	Data available	Abbreviation	Designation	Unit
21	No	CR	Components for reuse	t
22	No	MR	Materials for recycling	t
23	No	MER	Materials for energy recovery	t
24	No	EE	Exported energy	t

Características Generales de AMECO 3

- La principal característica adicional de AMECO 3 en comparación con la versión anterior es la incorporación de la fase de uso en el cálculo del impacto medioambiental

- Permite estimar la demanda de energía para una variedad de tipologías constructivas

- Su cálculo se basa en varias normas internacionales tales como: ISO-13370, ISO-13789 y ISO-13790 así como la norma europea(EN 15316)

- La extensión de etapa de uso únicamente está disponible para edificios!

Definición de un proyecto en AMECO 3

- Para el cálculo de los impactos se necesitan varias magnitudes que describan:
  - La estructura
  - La forma en la que los elementos son transportados a obra
  - Información de cómo se utilizarán los elementos después de la demolición de la estructura

- Pasos a seguir para la definición de una estructura de construcción:
  - Definición de los parámetros generales (geometría principal del edificio, ubicación del edificio, uso del edificio...)
  - Definición de los forjados
  - Definición de la estructura portante
  - Envolvente del edificio (fachadas y cubierta)
  - Ocupación del edificio (dividido en tres periodos por día y distinguiendo entre días hábiles y fines de semana)
  - Sistemas de climatización (sistema de calefacción, sistema de refrigeración, ventilación...)
  - Supuestos para el transporte
  - Fin de vida

Introducción

- La guía de diseño incluye 8 capítulos:
  - Capítulo 1 – Introducción y objetivo
  - Capítulo 2 – Código informático y entorno
  - Capítulo 3 – Características generales del programa AMECO 3
  - Capítulo 4 – Descripción técnica de AMECO 3
  - Capítulo 5 – Resultados del software
  - Capítulo 6 – Instrucciones para el uso del software AMECO 3
  - Capítulo 7 – Casos de estudio
  - Capítulo 8 – Referencias

Proceso de cálculo

- Cómo se mencionó anteriormente, AMECO 3 usa 24 indicadores de impacto medioambiental en el proceso de cálculo compartidos entre los cuadro módulos:
  - Módulo A: Fase de producto y construcción
  - Módulo B: Fase de uso
  - Módulo C: Fase fin de vida
  - Módulo D: Beneficios y cargas más allá de los límites del sistema
- Estos 24 indicadores siguen las mismas ecuaciones
- Únicamente se cambian los coeficientes utilizados en las ecuaciones, los llamados 'coeficientes de impacto'
- Estos coeficientes están predefinidos en AMECO 3 y no pueden ser modificados por el usuario

Proceso de cálculo

- Coeficientes de impacto considerados

Impact coefficient considered	Denomination
RER: Steel plate worldsteel	$k_{RERStPl}$
RER: Steel sections worldsteel	$k_{RERStSec}$
GLO: Steel rebar worldsteel	k_{GLOSt}
RER: Steel hot dip galvanized worldsteel	$k_{RERStHDG}$
DE: Concrete C20/25 PE	$k_{DEConC20}$
DE: Concrete C30/37 PE	$k_{DEConC30}$
DE: Glued laminated timber PE [for 1kg]	k_{DEW}
GLO: Value of scrap worldsteel	k_{GLO}
Steel building demolition - impact for 1kg treated	$k_{StBldgDem}$
CH: disposal, building, concrete, not reinforced, to final disposal	k_{CHCon}
CH: disposal, building, reinforcement steel, to final disposal	k_{CHSt}
CH: disposal, building, concrete, not reinforced, to sorting plant [incl. 40% to sanitary landfill]	$k_{CHConPit}$
CH: disposal, building, reinforcement steel, to sorting plant	$k_{CHStPit}$
CH: disposal, concrete, 5% water, to inert material landfill	$k_{CHConLdf}$
CH: gravel, unspecified, at mine	k_{CHGr}
RER: Landfill for inert matter (Steel) PE	$k_{RERStLdf}$
EU-27: Waste incineration of wood products (OSB, particle board) ELCD/CEWEP <p-agg> [1kg wood]	k_{EUWWo}
Credit for waste incineration (agg minus p-agg)	k_{Wo}
EU-27: Landfill of wood products (OSB, particle board) PE <p-agg>	k_{EUWLdf}
CH: disposal, inert material, 0% water, to sanitary landfill	k_{CHLdf}
RER: Articulated lorry transport PE [for 1tkm]	k_{RERALT}
Transport by train [for 1tkm]	k_{Tr}
Transport by concrete truck [for 100kgkm]	k_{Cont}
Average European transportation for steel [for 1t on average European distance]	k_{StAvg}
EU-27: Electricity grid mix PE [1kWh]	k_{EUElec}
Electricity Output Recovery	k_{EOR}
RER: Steel plate worldsteel (scrap input)	$k_{RERStPl0}$
RER: Steel sections worldsteel (scrap input)	$k_{RERStSec0}$
RER: Steel hot dip galvanized worldsteel (scrap input)	$k_{RERStHDG0}$
GLO: Steel rebar worldsteel (scrap input)	k_{GLOSt0}

En AMECO 3, los coeficientes de impacto se definirán para 10 indicadores. Los 14 indicadores restantes, están configurados en cero debido a la falta de información, a excepción de los 4 últimos que tienen los mismos valores constantes para todos los indicadores de impacto

k_{EOR}	8.865E-01
$k_{RERStPl0}$	1.125E-01
$k_{RERStSec0}$	8.492E-01
$k_{RERStHDG0}$	9.162E-02
k_{GLOSt0}	6.983E-01

Proceso de cálculo

- Ecuaciones para el Módulo A (Fase de producto y construcción)

Module A			
Product stage	A1 Raw material supply	Concrete of floors	$m_{consl}\ k_{DECon}$
		Steel sheets	$m_{tss}\ k_{RERStHDG}$
		Concrete of structure	$(m_{tcb} + m_{tcc})\ k_{DECon}$
		Steel reinforcement	$(m_{conrs} + m_{trs})\ k_{GLOSt}$
		Steel beams	$m_{tsb}\ (1 + S_{plos})\ k_{RERStSec}$
		Steel columns	$m_{tsc}\ (1 + S_{plos})\ k_{RERStSec}$
		Wood beams	$m_{twb}\ k_{DEW}$
		Wood columns	$m_{twc}\ k_{DEW}$
	A3 Manufacturing	Production losses	$(m_{tsb} + m_{tsc})\ S_{plos}\ k_{RERALT} / 10$
		Steel studs and bolts	$(m_{tst} + m_{tbo})\ k_{GLOSt}$
		Plate connections	$m_{tpl}\ k_{RERStPl}$
	A1-A3	Macro-component	
Construction process stage	A4 Transport	Concrete - mixer truck	$m_{conmix}\ d_{conmix}\ k_{Cont} / 100$
		Concrete - regular truck	$m_{conreg}\ d_{conreg}\ k_{RERALT} / 1000$
		Steel - regular truck	$m_{sreg}\ d_{sreg}\ k_{RERALT} / 1000$
		Steel - train	$m_{str}\ d_{str}\ k_{Tr} / 1000$
		Steel - average transport	$m_{tstrtot}\ k_{StAvg}$
		Wood - train	$m_{wtr}\ d_{wtr}\ k_{Tr} / 1000$
		Wood - regular truck	$m_{wreg}\ d_{wreg}\ k_{RERALT} / 1000$
		Macro-component	
Total Module A			Sum of all quantities in module A

Proceso de cálculo

- Para el Módulo B (Fase de uso), su cálculo implica varios pasos:
  - Cálculo de las características de la planta baja
  - Evaluación de la demanda de energía para la calefacción del espacio y las ganancias de calor solar asociadas
  - Evaluación de la demanda de energía para refrigeración del espacio y las ganancias de calor solar asociadas.
  - Evaluación de la demanda de energía para el sistema de agua caliente sanitaria
- Todas las ecuaciones asociadas a estas medidas mencionadas se recogen en la guía de diseño

Proceso de cálculo

- Ecuaciones para el Módulo C (Etapa fin de vida)

Module C			
End of life	C1 Deconstruction	Steel sheets	$m_{tss}\ k_{StBldgDem}$
		Steel beams	$m_{tsb}\ k_{StBldgDem}$
		Steel columns	$m_{tsc}\ k_{StBldgDem}$
		Steel studs and bolts	$(m_{tst} + m_{tbo})\ k_{StBldgDem}$
		Plate connections	$m_{tpl}\ k_{StBldgDem}$
	C2 Transport	Steel sheets	$m_{tss}\ k_{RERALT}$ / 10
		Steel beams	$m_{tsb}\ k_{RERALT}$ / 10
		Steel columns	$m_{tsc}\ k_{RERALT}$ / 10
		Steel studs and bolts	$(m_{tst} + m_{tbo})\ k_{RERALT}$ / 10
		Plate connections	$m_{tpl}\ k_{RERALT}$ / 10
		Wood beams	$m_{twb}\ k_{RERALT}$ / 10
		Wood columns	$m_{twc}\ k_{RERALT}$ / 10
		Macro-component	
	C3 Waste processing	Concrete of floors to sorting plant	$m_{consl}\ eol_{srs}\ k_{Corr}$
		Concrete of structure to sorting plant	$(m_{tcb} + m_{tcc})\ eol_{srs}\ k_{Corr}$
		Rebars to sorting plant	$(m_{conrs} + m_{trs})\ eol_{srs}\ k_{CHStPlt}$
	C4 Disposal	Steel sheets	$m_{tss}\ (1 - eol_{sd})\ k_{RERStLaf}$
		Steel beams	$m_{tsb}\ (1 - eol_{sbc})\ k_{RERStLaf}$
		Steel columns	$m_{tsc}\ (1 - eol_{sbc})\ k_{RERStLaf}$
		Steel studs and bolts	$(m_{tst} + m_{tbo})\ (1 - eol_{stbo})\ k_{RERStLaf}$
		Plate connections	$m_{tpl}\ (1 - eol_{spl})\ k_{RERStLaf}$
		Concrete of floors landfilled	$m_{consl}\ [\ (1 - eol_{srs})\ k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{conf})\ k_{CHConLaf}\ ]$
		Concrete of structure landfilled	$(m_{tcb} + m_{tcc})\ [\ (1 - eol_{srs})\ k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{const})\ k_{CHConLaf}\ ]$
		Rebars landfilled	$(m_{conrs} + m_{trs})\ (1 - eol_{srs})\ k_{CHSt}$
		Wood beams	$m_{twb}\ (inc_w\ k_{EUWWo} + (1 - inc_w)\ k_{EUWLaf})$
		Wood columns	$m_{twc}\ (inc_w\ k_{EUWWo} + (1 - inc_w)\ k_{EUWLaf})$
		Macro-component	
Total Module C			Sum of all quantities in module C

Proceso de cálculo

- Ecuaciones para el Módulo D (Beneficios y cargas más allá de los límites del sistema)

Module D			
Benefits and loads beyond the system boundaries	D Benefits	Concrete of floors	$- m_{consl}\ val_{confl}\ k_{CHGr}$
		Steel sheets	$- m_{tss}\ (eol_{sd} - k_{RERStHDG0})\ k_{GLO}$
		Concrete of structure	$- (m_{tcb} + m_{tcc})\ val_{const}\ k_{CHGr}$
		Steel reinforcement	$- (m_{conrs} + m_{trs})\ (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$
		Steel beams	$- m_{tsb}\ [\ (eol_{sbc} - k_{RERStSec0})\ k_{GLO} + re_{sbc}\ (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)\ ]$
		Steel columns	$- m_{tsc}\ [\ (eol_{sbc} - k_{RERStHDG0})\ k_{GLO} + re_{sbc}\ (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)\ ]$
		Steel studs and bolts	$- (m_{tst} + m_{tbo})\ (eol_{stbo} - k_{GLOSt0})\ k_{GLO}$
		Plate connections	$- m_{tpl}\ (eol_{spl} - k_{RERStPl0})\ k_{GLO}$
		Wood beams	$- m_{twb}\ (inc_w\ k_{Wa} + (1 - inc_w)\ k_{EOR}\ k_{EUElec} / 3.6)$
		Wood columns	$- m_{twc}\ (inc_w\ k_{Wa} + (1 - inc_w)\ k_{EOR}\ k_{EUElec} / 3.6)$
		Macro-component	
Total Module D			Sum of all quantities in module D

Introducción

- La guía de diseño incluye 8 capítulos:
  - Capítulo 1 – Introducción y objetivo
  - Capítulo 2 – Código informático y entorno
  - Capítulo 3 – Características generales del programa AMECO 3
  - Capítulo 4 – Descripción técnica de AMECO 3
  - Capítulo 5 – Resultados del software
  - Capítulo 6 – Instrucciones para el uso del software AMECO 3
  - Capítulo 7 – Casos de estudio
  - Capítulo 8 – Referencias

Resultados del software

- Los resultados de AMECO 3 se muestran a través de fichas de resultados, dependiendo de la opción elegida:
  - Hoja de cálculo
  - Histograma para el impacto seleccionado (con la posibilidad de distinguir el modulo o módulos a considerar)
  - Gráfico radial que resume el total de todos los impactos del Módulo A al Módulo C o del Módulo A al Módulo D
- Las diferentes posibilidades se demostrarán durante la siguiente presentación

Introducción

- La guía de diseño incluye 8 capítulos:
  - Capítulo 1 – Introducción y objetivo
  - Capítulo 2 – Código informático y entorno
  - Capítulo 3 – Características generales del programa AMECO 3
  - Capítulo 4 – Descripción técnica de AMECO 3
  - Capítulo 5 – Resultados del software
  - Capítulo 6 – Instrucciones para el uso del software AMECO 3
  - Capítulo 7 – Casos de estudio
  - Capítulo 8 – Referencias

Instrucciones para el uso del software AMECO 3

- Dentro de la Guía de Diseño, el Capítulo 6 está dedicado a la orientación en el uso de AMECO 3

- Para el estudio completo de un edificio, se tendrán que proporcionar parámetros para cada uno de los siguientes módulos:
  - Proyecto
  - Edificio
  - Envolvente
  - Forjado inferior de Planta baja
  - Cubierta
  - Ocupación
  - Sistemas de climatización
  - Forjados
  - Estructura
  - Transporte
  - Resultados

Instrucciones para el uso del software AMECO 3

- Para conocer únicamente el impacto medioambiental de la estructura, se tienen que considerar los siguientes módulos:
  - Proyecto
  - Edificio
  - Forjados
  - Estructura
  - Transporte

Introducción

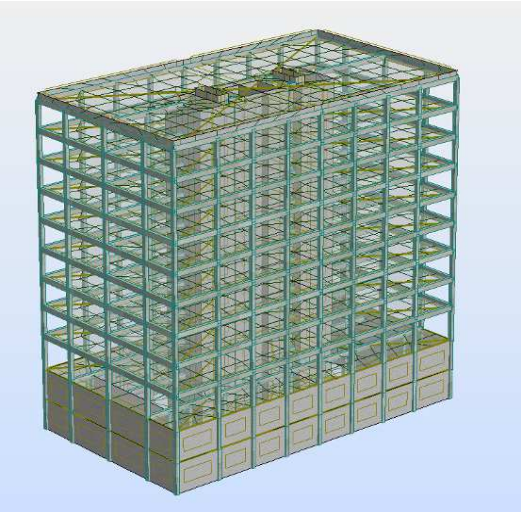
- La guía de diseño incluye 8 capítulos:
  - Capítulo 1 – Introducción y objetivo
  - Capítulo 2 – Código informático y medioambiente
  - Capítulo 3 – Características generales del programa AMECO 3
  - Capítulo 4 – Descripción técnica de AMECO 3
  - Capítulo 5 – Resultados del software
  - Capítulo 6 – Instrucciones para el uso del software AMECO 3
  - Capítulo 7 – Casos de estudio
  - Capítulo 8 – Referencias

Casos de estudio

- El Capítulo 7 se dedica al análisis de los casos de estudio
- El objetivo es presentar el cálculo del impacto medioambiental de diferentes tipos de edificios
- Se consideran tres tipos de edificios como casos de estudio:
  - Edificio de oficinas
  - Edificio residencial
  - Nave industrial
- Los casos de estudio considerados se comentan brevemente en esta presentación
- Y serán presentados con más detalle durante la presentación específica

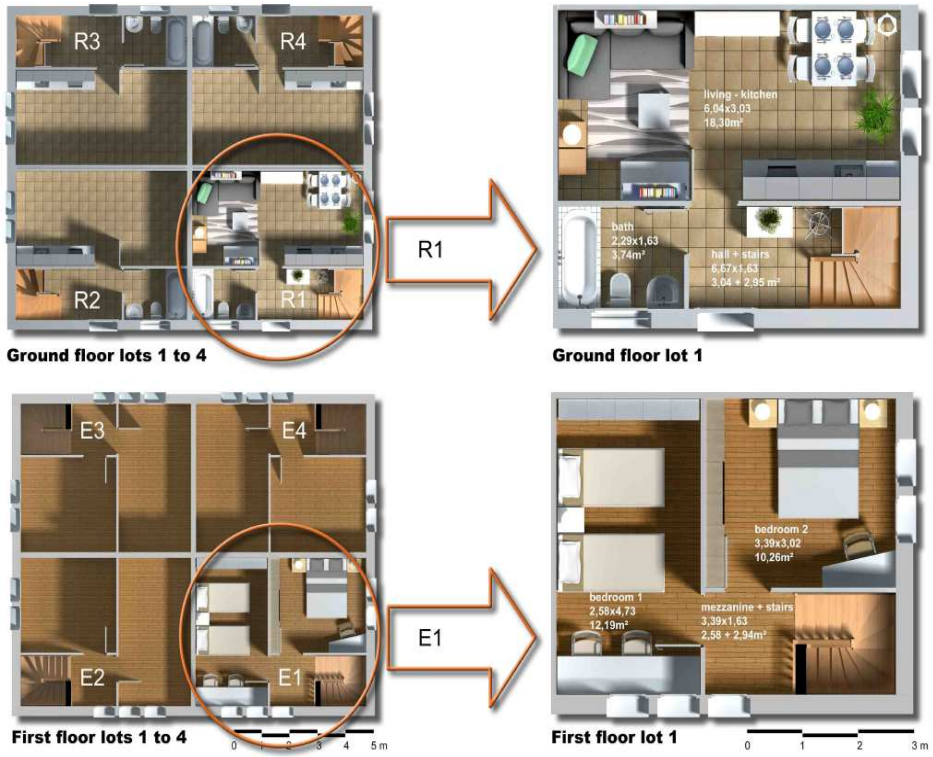
Casos de estudio – Edificio de oficinas

- Se analizan tres tipos de sistemas estructurales, que son los más comunes en Europa:
  - Estructura mixta de acero-hormigón
  - Estructura de hormigón
  - Estructura optimizada mixta de acero-hormigón (optimización basada en ECO-diseño)
- El diseño fue realizado por una ingeniería externa y revisado por un grupo de expertos independientes



Casos de estudio – Edificio residencial

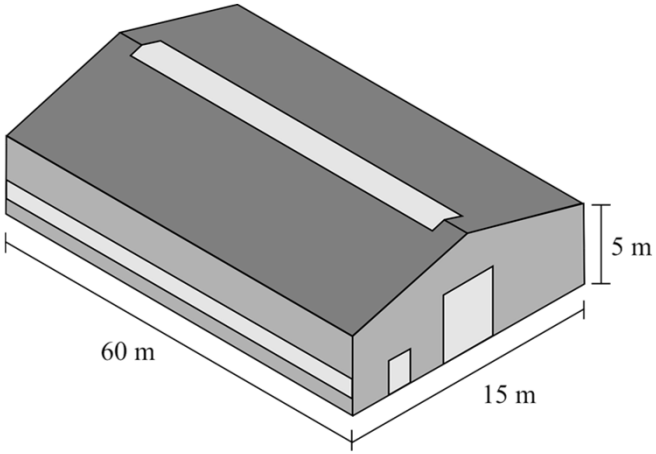
- Para este caso de estudio, se ha seleccionado un edificio de baja altura y cuatro viviendas construida en Rumanía
- El edificio está dividido en cuatro apartamentos de 55 m² de superficie útil distribuidos en dos plantas

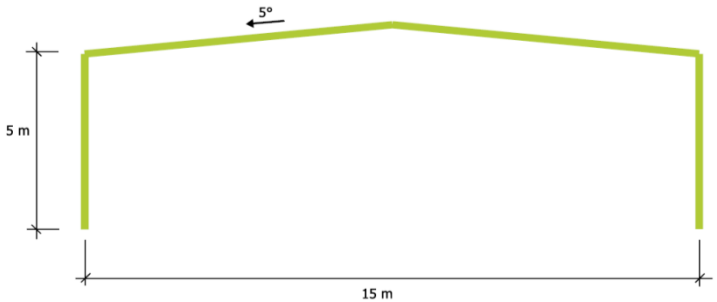


Casos de estudio – Nave industrial

- Se considera una nave industrial de una sola planta con una superficie de 900 m²

- Se analizan dos sistemas estructurales diferentes:
  - Pórtico anclado en la base, compuesto de perfiles laminados en caliente
  - Pilares con unión rígida y vigas apoyadas de hormigón armado





En la presentación siguiente se describirá el software AMECO 3 y la aplicación para IPad

Gracias por su atención…