

HUELLA ECOLÓGICA EN LOS COSTES INDIRECTOS EN CONSTRUCCIÓN

¹Freire Guerrero Antonio; ¹Marrero Meléndez Madelyn

¹Univesidad de Sevilla, Departamento Construcciones Arquitectónicas II, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación.

Avda. Reina Mercedes 4-A 41012 Sevilla

e-mail: afreire@us.es; madelyn@us.es

RESUMEN

Para el análisis ambiental se emplea el indicador huella ecológica, que es definido como “el área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuático) necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos, por una población dada, con un nivel de vida específico, de forma indefinida”. En nuestro caso dicho indicador medioambiental se aplica a los costes indirectos del proyecto de edificación, permitiendo calcular la huella generada por las diferentes fuentes de impacto (energética, suministro de agua, consumo de alimentos, movilidad y residuos). En los presupuestos de edificación se identifican los costes que son imputables de forma directa (costes directos) y de forma indirecta (costes indirectos). Estos últimos costes son todos los elementos que no pueden ser atribuibles a una unidad de obra concreta ya que son tareas que sirven a varios elementos simultáneamente dentro de la obra. Un ejemplo claro de este tipo de costes es el encargado de obra (ya que actúa en las diversas fases de la obra durante la realización de todos los trabajos) o la grúa torre (la cual realizará trabajos de traslado de materiales, izado de cargas, descarga de productos desde los vehículos, etc.). Estos costes no suelen incluir en el análisis ambiental por ser difíciles de cuantificar. En el presente análisis se tienen en cuenta los siguientes impactos (analizando y enfocándolos para que los resultados puedan ser cuantificados mediante este indicador medioambiental): mano de obra, medios auxiliares y maquinaria, instalaciones y casetas de obras, y consumos de energía y agua en obra. Se toma como referencia la Base de Costes de la Construcción de Andalucía, añadiendo de este modo una parte medioambiental a esta base de referencia, lo que permitirá obtener la huella ecológica producida por estos costes junto con su presupuestación.

Palabras clave: huella ecológica, costes indirectos, base de costes de la construcción, presupuesto.

1.- Introducción y antecedentes

En 1993 la World Wildlife Fund (WWF) define el término Construcción Sostenible, no sólo con los edificios propiamente dichos, sino también incluyendo su entorno y la manera en que “se comportan” para formar las ciudades. La construcción, y otros agentes intervinientes de forma directa o indirecta, tiene notables impactos ambientales en cuanto a consumo de recursos naturales y energía o emisión de gases de efecto invernadero, de ahí la necesidad de considerar la dimensión ambiental como clave en un enfoque de construcción sostenible. La construcción es responsable de más del 40% de los recursos naturales, más de un 30% del consumo de energía y más de un 30 % de las emisiones de gases de efecto invernadero. Además es también responsable de una parte significativa del consumo de madera y de agua en el mundo [1].

La razón del impacto tan considerable hay que buscarla en los procesos de edificación, desde la fabricación de materiales pasando por su construcción y posterior uso, y finalizando con la fase de demolición. Actualmente, en Europa nos encontramos ante tres grandes retos que marcarán sin duda el desarrollo de las futuras generaciones: la crisis económica, la inseguridad de abastecimiento energético por su fuerte dependencia exterior, y el cambio climático provocado fundamentalmente por el aumento de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera.

Ante la problemática del cambio climático y las constantes necesidades de implantar mejoras en el aspecto medioambiental en la construcción, dos profesores de la Universidad de la Columbia Británica, Wackernagel y Rees definieron el concepto de huella ecológica. Estos investigadores crearon un indicador que permitía la comparación de la huella ambiental provocada por continentes, países, regiones, etc. Definieron la huella ecológica como “el área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos, por una población dada, con un nivel de vida específico, de forma indefinida”^[2].

El indicador huella ecológica (HE) es aplicado, por primera vez, al proyecto de edificación por Solís Guzmán [3], donde calcula la huella generada por las diferentes fuentes de impacto (energética, suministro de agua, consumo de alimentos, movilidad, materiales de construcción, residuos y superficie construida).

Se desarrolla el anterior modelo en la determinación de la huella ecológica de los costes indirectos existentes en los proyectos de edificación. Por ello, se aborda el análisis de los diferentes componentes que forman parte de estos: maquinaria, trabajadores y consumos de electricidad y agua en obra.

2.- Costes Indirectos

Los costes indirectos son todos aquellos elementos que no pueden imputarse a una sola actividad dentro de los trabajos de construcción debido a que cumplen funciones dentro de la obra, por ejemplo el encargado de obra (ya que actúa en las diversas fases de la obra durante la realización de todos los trabajos) o la grúa torre (el cual realizará trabajos de traslado de materiales, izado de cargas, descarga de productos desde los vehículos...). Tomando como referencia el Banco de Costes de Construcción de Andalucía se ha realizado un estudio de los costes indirectos atribuibles a un proyecto, recogiendo todos los elementos que conforman este grupo de costes, tabla 1.

Cada concepto de los costes indirectos se transforma en datos útiles para calcular la HE, los cuales se muestran en la tabla 1 (horas anuales efectivas de trabajadores, consumos de combustible por la maquinaria, consumos de agua y electricidad en las casetas de obra, etc.), indicando los diferentes coeficientes a emplear para realizar el mencionado cálculo.

CÓDIGO	CONCEPTO	UD	COEFICIENTES		
C12	COSTES INDIRECTOS DE EJECUCIÓN (CIE)		Personal		
C121	MANO DE OBRA INDIRECTA		h/mes		
C1211	Encargado	mes	127,08		
C1212	Capataces	mes	127,08		
C1213	Almaceneros	mes	127,08		
C1214	Guardería	mes	127,08		
C122	MEDIOS AUXILIARES		Personal		
C1221	Mano de Obra Auxiliar		h/m ²		
C12211	Personal transporte interior	m ²	0,02		
C12212	Personal de limpieza general y regado	m ²	0,05		
C1223	Maquinaria, Útiles y Herramientas		Personal	Consumo Eléctrico	Consumo Combustible
C12231	Medios de Elevación		h/mes	kWh/mes	l/mes
C122311	Grúa	mes	127,08	1.525,00	
C122312	Montaje y desmontaje grúas	u.			
C122313	Manipulador telescópico	mes	101,67		1.830,00
C122314	Plataformas elevadoras	mes	101,67	305,00	
C122315	Montacargas	mes	101,67	305,00	
C12232	Hormigoneras	mes	101,67	149,450	
C12233	Cortadoras	mes	101,67	162,667	
C123	INSTALACIONES, ACCESORIAS Y COMPLEMENTARIAS		Personal	Consumo Eléctrico	Consumo de Agua
C1231	Casetas de obra		h/u	kWh/m ²	m ³ agua/m ² caseta
C12311	Oficinas	m ²		208,00	0,16
C12312	Sala de Reuniones				
C12313	Almacenes	m ²		208,00	0,16
C12321	Acometida de Electricidad	u	1,31		
C12322	Acometida de Agua y Saneamiento	u	0,26		
C12323	Tendido Eléctrico	u	0,00		
C12324	Instalación Provisional de Agua	u	0,00		
C1233	Viales, Localizaciones y Replanteos	u	0,76		
C124	PERSONAL		Personal		
C1241	Técnicos Adscritos a la Obra		h/mes		
C12411	Jefe de Obra	mes	127,08		
C12412	Jefe de Producción	mes	127,08		
C12413	Técnicos Auxiliares	mes	127,08		
C1242	Administrativos Adscritos Permanentemente a la Obra	mes	127,08		
C125	VARIOS				
C12531	Iluminación	m ²		1,49	
C12532	Pruebas de Servicio de Instalaciones	m ²		1,11	

Tabla 1 “Tabla para convertir datos iniciales en datos de HE”

Una vez transformados los datos iniciales en conceptos introducibles en la metodología de cálculo de la HE, obtenemos los siguientes elementos: mano de obra, maquinaria, consumo de energía eléctrica y agua por las casetas, iluminación de la zona de obra y las pruebas iniciales de servicio de las instalaciones, los cuales serán explicados a continuación.

2.1.- Maquinaria

En este punto se estudia la huella provocada por la utilización de maquinaria, concretamente por su consumo de energía, vinculándola con la potencia de su

motor. Para obtener el consumo de combustible se emplea el “Manual de maquinaria” elaborado por SEOPAN [4], donde se recogen los datos técnicos de diferentes modelos y tipologías de máquinas en el mercado, pudiéndose resumir en lo siguiente:

- Gasóleo: 0.15 a 0.20 litros consumidos en 1 hora por kW instalado.
- Gasolina: 0.30 a 0.40 litros consumidos en 1 hora por kW instalado.

Se aplica a la potencia de cada motor el coeficiente anterior para obtener los litros de combustible consumido, diferenciando si la máquina consume gasoil o gasolina.

Una vez obtenidos los litros de combustible consumidos, se aplica la intensidad energética del combustible (MJ/l) que representa la energía producida por cada litro de combustible. Este dato se multiplica por la correspondiente productividad energética, que es a su vez la cantidad de territorio de bosque necesario para absorber las emisiones producidas por 1 MJ de energía, quedando todo recogido en la siguiente expresión [5]:

$$HE_f = ((C \times IE) / P_c) \times FE_b \quad (1)$$

Donde:

HE_f : huella consumo combustible (fósil) de maquinaria (ha)

C: consumo de combustible (litros)

IE: intensidad energética (MJ/litros)

P_c : productividad energética del gasoil o gasolina (MJ/ha)

FE_b : factor de equivalencia de los bosques (hag/ha)

2.2.- Mano de Obra

A continuación se realiza el análisis de los impactos generados por los trabajadores de obra: consumo de alimentos, generación de residuos sólidos urbanos (RSU) y movilidad, como se muestra en la Figura 1, entrando a definir cada una de ellas a continuación.

- HE provocada por alimentos

Para obtener la huella producida por la alimentación de los trabajadores, es necesario obtener el número total de horas de mano de obra necesarias en el proyecto de urbanización y el coeficiente HE_m , que representa la huella por cada comida realizada durante la jornada de trabajo, reflejándose todo ello en la siguiente ecuación[5]:

$$HE_{comida} = (HE_m / h_m) \times h_{totales} \quad (2)$$

Donde:

HE_{comida} : HE producida por el consumo de alimentos (hag/año)

HE_m : HE de cada comida servida expresada en hag/año/comida

h_m : es 8 horas/comida. Se asume una comida por día de trabajo

$h_{totales}$: total de horas trabajadas por todos los empleados

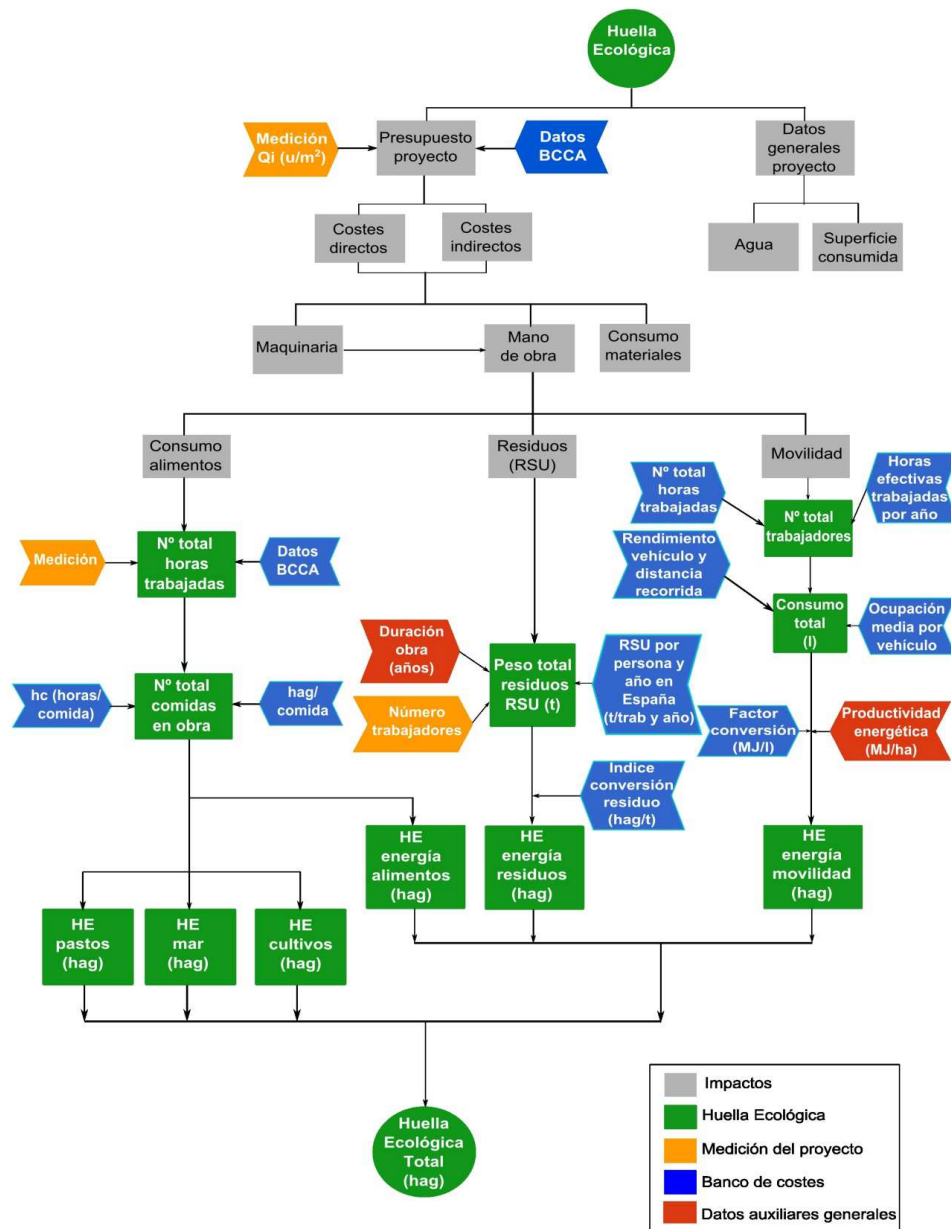


Figura 1 “Esquema de cálculo de la HE producida por la mano de obra”

Por lo tanto, es necesario conseguir el factor HE_m de los diversos tipos de alimentos que componen la comida diaria de cada trabajador [6], que generará cuatro tipos de territorio productivo: pastos, tierras de cultivo, mar productivo y bosques. Cada alimento producirá dos tipos de huella, la provocada por el consumo del propio alimento (carnes generarán HE de pastos, pescados generarán HE de mar productivo, cereales generarán HE de tierras de cultivo...), y la producida por la manipulación y transformación del alimento durante todo su proceso.

Cada coeficiente se sumará en función de su territorio productivo obteniendo la huella provocada por cada alimento. Las cuatro categorías se suman a su vez para obtener un coeficiente general que nos relaciona la huella total producida por cada comida realizada. Aplicando estos datos a los menús servidos, que a su vez dependen de las horas de trabajador, se obtiene la HE producida por el consumo de alimentos.

- HE de movilidad

Para analizar la movilidad de los operarios, se establece la hipótesis de que la obra está situada a una distancia de 30 km desde donde residen los operarios y que 4 trabajadores compartirán un vehículo para acudir a trabajar. El rendimiento de los vehículos utilizados según la distancia recorrida genera los litros consumidos, y su huella se obtiene igual que en el caso de la maquinaria.

- HE de los residuos sólidos urbanos

En la evaluación de los residuos se emplea el índice de generación media de residuos sólidos urbanos (RSU) del Informe de Medioambiente en Andalucía [7]; por lo cual aplicando este indicador al número de trabajadores en obra se obtiene la cantidad de RSU generados. Esta cantidad se dividirá en residuos de tipo orgánicos, papel, plástico, vidrio y otros (donde se incluyen los metales); a los que se les aplicará los índices de conversión; basados en los estudios de Wackernagel [8], que tienen en cuenta la intensidad energética necesaria para el tratamiento, la cantidad reciclada, la productividad energética y el factor de equivalencia de los boques que serán los encargados de absorber el CO₂ producido por todos los procesos. De este modo se obtiene un coeficiente que indica la HE producida por tonelada de RSU. De este modo se obtiene un coeficiente que indica la HE producida por tonelada de residuo, los pasos anteriores se resumen en la ecuación siguiente [5] y se refleja en la Tabla 6.

$$HE_{pr} = \sum_i IC_{RNPIp} \times C_i \quad (3)$$

Donde:

HE_{pr}: huella ecológica ponderada de los residuos (hag)

IC_{RNPIp}: índice de conversión ponderado (hag/t)

C_i: consumo (t)

2.3.- Consumos de electricidad y agua

Para el consumo energético de las casetas, se ha tenido en cuenta lo recogido en la ITC-BT-10 [9] que establece un consumo de 0,10 kW/m² para usos de edificios comerciales y oficinas. Teniendo este dato y las horas totales de uso de las oficinas (se ha establecido la hipótesis de tomar 8 horas al día durante 5 días semanales y 52 semanas al año) podemos obtener los kWh de energía eléctrica que han consumido.

Para introducir el consumo eléctrico por la iluminación de la parcela, el pequeño material y las pruebas de servicio; primeramente se ha optado por aplicar sobre la superficie de la parcela el Real Decreto 486/1997 [10], de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, donde se indica el nivel mínimo de iluminación de 100 luxes (lumen/m²). Con este dato y las horas de funcionamiento establecidas (la mitad de las horas de caseta), obtendremos el consumo eléctrico que generan la iluminación de la zona de obra.

De este modo, se contemplan la iluminación de la parcela de obra, quedando por determinar las pruebas iniciales de servicio de las nuevas instalaciones ejecutadas. Para resolver estas cuestiones, han sido analizadas las facturas eléctricas de 30 proyectos facilitados por la compañía ENDESA, obteniendo los kWh totales consumidos por tipo de obra y la superficie de la parcela donde se actuó. Se ha generado un coeficiente que relaciona los kWh consumidos con los m² de parcela pudiendo obtener el consumo eléctrico total de la obra. Comparando este dato con los elementos ya calculados (consumo eléctrico de las casetas y maquinaria eléctrica) podemos observar que la discrepancia es de un 15% (tal y como se muestra en la tabla 2); definiendo esta cantidad como el consumo de las pruebas de las instalaciones durante la finalización del proyecto

CÁLCULO ENDESA		
CONCEPTO	kWh	hag
<i>Consumo eléctrico</i>	123.797,74	12,517
Huella Total	123.797,74	12,517

CÁLCULO C.IND+MAQUINARIA		
CONCEPTO	kWh	hag
<i>Maquinaria Eléctrica</i>	33.689,78	3,40
<i>Costes Indirectos (Eléctricos)</i>	71.411,43	7,22
Huella Total	105.101,21	10,62

Tabla 2 "Consumos reales y predicción del modelo"

Se asignan a las pruebas de puesta en servicio de las instalaciones una potencia de 1,11 kWh por m² de superficie construida, y la duración de las pruebas la misma que la iluminación, permitiendo así establecer un nivel de potencia por superficie de parcela.

También se tiene en cuenta que el rendimiento del sistema de producción eléctrico es del 33 % [11], y se calcula la cantidad de energía primaria. Dicho consumo (en GJ) se convierte en hectáreas de huella energética aplicándole el factor de equivalencia de los bosques, que serán los encargados de absorber dichas emisiones. Se ha establecido una división según la fuente de energía (carbón, petróleo, gas natural o energía nuclear) con los datos establecidos por el Ministerio de Industria en el año 2013 [12]. Todos estos pasos se reflejan en la siguiente ecuación [5]:

$$HE_f = (C / (\sum_i P_{ci} \times \%i)) \times FE_b \quad (4)$$

Donde:

HE: huella ecológica del consumo de energía eléctrica (ha).

C: consumo (GJ).

P_{ci}: productividad energética del combustible i (carbón, gas natural,...) (GJ/ha).

%i: porcentaje del combustible i en el mix energético del Ministerio

FE_b: factor de equivalencia de los bosques (hag/ha).

Para obtener el agua de los aseos y vestuarios colocados en obra se ha analizado la tabla 3.1 del CTE-DB-HE [13] "Demanda de referencia a 60°C" que establece un consumo de agua caliente sanitaria por persona y día. Dicho dato se ha incrementado un 25% por la utilización de los inodoros, y aplicándole el número de empleados y días trabajados se obtienen los litros totales de agua consumida.

A esta cantidad total de agua se le aplica los conceptos de productividad de los bosques, factor de equivalencia y factor de productividad para obtener la huella forestal. Todo esto se refleja en la siguiente fórmula [5]:

$$HE_{agua} = (C/P_b) \times FE_b \quad (5)$$

Donde:

HE: huella ecológica forestal (ha).

C: consumo (m³).

P_b: productividad (m³/ha) .

FE_b: factor de equivalencia de los bosques (hag/ha).

3.- Resultados

3.1.- Casos prácticos

Para validar la metodología propuesta y ver el nivel de sensibilidad del indicador HE en trabajos de urbanización, se plantea el análisis de dos proyectos de urbanización, siendo el primero una parcela residencial situada en La Palma del Condado con un presupuesto de ejecución material de 187.613,37€ y una superficie de actuación de 7.123,78 m² [5]. El segundo corresponde a un proyecto de urbanización de una zona industrial en Écija con un presupuesto de ejecución material de 13.427.115,05 € y una parcela de 620.256 m² [14].

CÓDIGO	CONCEPTO	UD	CANTIDAD	HUELLA ECOLÓGICA
C12	COSTES INDIRECTOS DE EJECUCIÓN (CIE)			
C121	MANO DE OBRA INDIRECTA			
C1211	Encargado	mes	3,00	2,7642
C1212	Capataces	mes	3,00	2,7642
C1213	Almaceneros	mes	2,00	1,828
C1214	Guardería	mes	3,00	2,7642
C122	MEDIOS AUXILIARES			
C12211	Personal transporte interior	m ²	16.000	2,8521
C12212	Personal de limpieza general y regado	m ²	16.000	5,2783
C12213	Recogida y transporte de útiles y herramientas	m ²	16.000	4,7400
C123	INSTALACIONES, ACCESORIAS Y COMPLEMENTARIAS			
C12311	Oficinas	m ²	20,00	0,1131
C12313	Almacenes	m ²	80,00	0,4524
C12321	Acometida de Electricidad	u	1,00	0,2380
C12322	Acometida de Agua y Saneamiento	u	1,00	0,0476
C12323	Tendido Eléctrico	u	1,00	0,1585
C12324	Instalación Provisional de Agua	u	1,00	0,0317
C1233	Viales, Localizaciones y Replanteos	u	1,00	0,1376
C124	PERSONAL			
C12411	Jefe de Obra	mes	3,00	2,7642
C1242	Administrativos	mes	3,00	2,7642
C125	VARIOS			
C12531	Iluminación	m ²	16.000	2,4036
C12532	Pruebas de Servicio de Instalaciones	m ²	16.000	1,8027

Tabla 3 "Huella de los costes indirectos en el proyecto residencial"

En el primer proyecto analizado han sido definidos los costes indirectos según los datos que se reflejan en las tablas 3 y 4, obteniendo una huella ecológica de 32,167 hag. En total, la huella ecológica resultante del proceso de urbanización es de 260,00 hag.

En el proyecto que estamos analizando han sido definidos los costes indirectos según los datos que se reflejan en las tablas 5 y 6, obteniendo una huella ecológica de 1.275,38 hag. La HE total resultante de la urbanización industrial la HE es 12.834,46 hag.

Huella Ecológica (hag)	Fósil	Bosques	Pastos	Mar	Cultivos
Costes Indirectos	8,03	0,04	11,77	8,01	4,26
Total	8,03	0,04	11,77	8,01	4,26

Tabla 4 "Huella ecológica en el proyecto residencial"

CÓDIGO	CONCEPTO	UD	CANTIDAD	HUELLA ECOLÓGICA
C12	COSTES INDIRECTOS DE EJECUCIÓN (CIE)			
C121	MANO DE OBRA INDIRECTA			
C1211	Encargado	mes	24,00	22,6347
C1212	Capataces	mes	24,00	22,6347
C1213	Almaceneros	mes	12,00	11,3173
C1214	Guardería	mes	12,00	11,3173
C122	MEDIOS AUXILIARES			
C12211	Personal transporte interior	m ²	1.074.812,00	196,1067
C12212	Personal de limpieza general y regado	m ²	1.074.812,00	362,9355
C12213	Recogida y transporte de útiles y herramientas	m ²	1.074.812,00	362,9355
C123	INSTALACIONES, ACCESORIAS Y COMPLEMENTARIAS			
C12311	Oficinas	m ²	20,00	1,0741
C12313	Almacenes	m ²	80,00	4,2965
C12321	Acometida de Electricidad	u	1,00	0,2436
C12322	Acometida de Agua y Saneamiento	u	1,00	0,0487
C12323	Tendido Eléctrico	u	1,00	0,1624
C12324	Instalación Provisional de Agua	u	1,00	0,0325
C1233	Viales, Localizaciones y Replanteos	u	1,00	0,1409
C124	PERSONAL			
C12411	Jefe de Obra	mes	24,00	22,6347
C1242	Administrativos Adscritos Permanentemente a la Obra	mes	12,00	11,3173
C125	VARIOS			
C12531	Iluminación	m ²	1.074.812,00	161,4656
C12532	Pruebas de Servicio de Instalaciones	m ²	1.074.812,00	121,0992

Tabla 5 “Huella de los costes indirectos en el proyecto industrial”

Huella Ecológica (hag)	Fósil	Bosques	Pastos	Mar	Cultivos
Costes Indirectos	357,13	1,16	389,64	265,26	141,10
Total	357,13	1,16	389,64	265,26	141,10

Tabla 6 “Huella ecológica en el proyecto industrial”

4.- Discusión y resultados

A continuación se muestran los resultados de los dos casos analizados con anterioridad mediante gráficos (figura 2), donde se representan la huella producida por los costes indirectos dentro de la huella total.

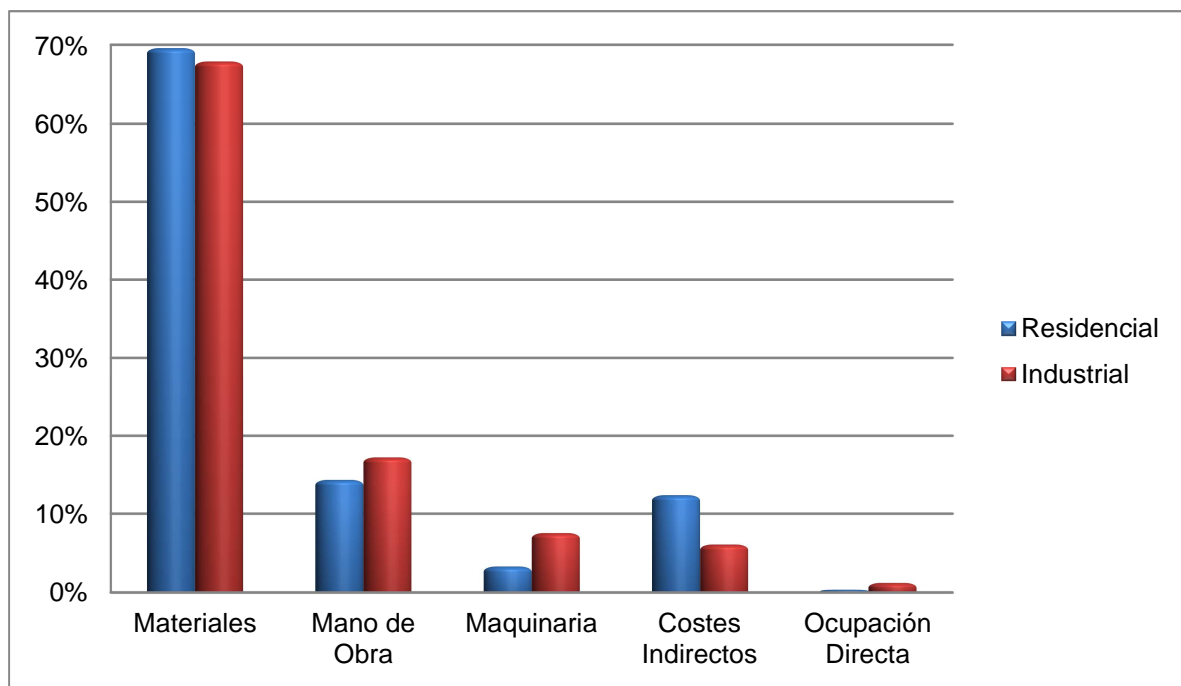


Figura 2 “Porcentaje de Costes Indirectos dentro de la huella total”

5.- Conclusión

Observando los resultados obtenidos en los dos casos analizados, se puede indicar que la huella producida por los costes indirectos representa entre 11% y 12% de la huella total del proyecto.

De este modo, queda reflejado que la importancia ambiental de los costes indirectos es similar casi a la económica, ya que en los proyectos se les suele atribuir un 13% a estos costes.

La metodología permite calcular la HE producida por los costes indirectos, referenciando con la Base de Costes de la Construcción de la Junta de Andalucía, demostrando que es posible añadir el aspecto medioambiental a los presupuestos de la obra, ya que toda la metodología desarrollada es perfectamente extrapolable a cualquier presupuesto de proyecto que siga una clasificación sistemática de los trabajos.

AGRADECIMIENTOS

Fundación Mapfre. Ayudas a la Investigación Ignacio H. Ilarramendi. “*Estudio de la Huella ecológica de la transformación del uso del suelo*”. 2014.

Ministerio de Innovación y Ciencia, por la concesión del proyecto I+D+i: Evaluación de la huella ecológica de la edificación del sector residencial en España (EVALHED). 2012-2014.

REFERENCIAS

- [1] Cambio Global España 2020/50. Sector edificación. Programa Cambio Global España 2020/50 del Centro Complutense de Estudios e Información Medioambiental de la Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid. Abril, 2010. Madrid. España.
- [2] Wackernagel, Mathis y William E. Rees (1996). Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth.
- [3] Solís Guzmán Jaime, 2010. “Evaluación de la Huella Ecológica del sector edificación (uso residencial) en la comunidad andaluza”. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla
- [4] SEOPAN. (2008). Manual de costes de maquinaria. ATENCOP.

- [5] Solís-Guzmán, J., 2011. Evaluación de la huella ecológica del sector edificación (uso residencial) en la comunidad andaluza. (Assessing the ecological footprint of the building sector (residential use) in Andalusia), Ph. D. thesis, Universidad de Sevilla, Seville, Spain.
- [6] Quesada J.L.: Huella Ecológica y Desarrollo sostenible. AENOR. Madrid, España. 2007.
- [7] Medio Ambiente en Andalucía. Informe 2011. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, 2012, España.
- [8] Wackernagel M., Rees W., 2001. Nuestra Huella Ecológica: Reduciendo el Impacto Humano sobre la Tierra. LOM. Santiago de Chile, Chile.
- [9] Real Decreto 842/ 2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- [10] Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE nº 97 23-04-1997.
- [11] Solís-Guzmán, J. Marrero, M. Ramírez de Arellano, A. (2013). Methodology for determining the ecological footprint of the construction of residential buildings in Andalusia (Spain). Ecological Indicators 25, p.239-249
- [12] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2013. El Sistema eléctrico Español. Avance del informe 2013. Madrid, España.
- [13] Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- [14] Rivero Camacho Cristina, 2014. "Residuos de Construcción y Demolición en la transformación de terrenos rústicos a urbanos". Trabajo Fin de Máster. Universidad de Sevilla.