

MASTER OFICIAL INTERUNIVERSITARIO

**REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

TRABAJO FIN DE MASTER

**EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL DE CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN Y GESTIÓN
DE RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
EN ALMERÍA.**

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Laura Vera Cano
Curso 2010-2011

Director:

Ángel Jesús Callejón Ferre

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Regulación jurídica de los residuos de construcción y demolición en Almería.....	9
1.2. Objetivos del Plan integrado de residuos para el periodo 2008-2015.....	11
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	15
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
3.1. Matriz de impactos.....	18
3.2. Indicadores de impacto.....	25
3.3. Estimación de la magnitud de los impactos.....	26
3.4. Búsqueda y construcción de las funciones de transformación. Valoración de los impactos en unidades homogéneas.....	26
3.5. Incidencia estandarizada de impactos.....	31
3.6. Valor final y enjuiciamiento de los impactos.....	33
3.7. Totalización del impacto del proyecto.....	34
3.8. Medidas protectoras.....	35
3.9. Programa de vigilancia ambiental.....	38
3.9.1. Ajardinamiento externo del centro de gestión y transformación de los RCD.....	38
3.9.2. Asfaltado de los caminos, tanto interiores como de acceso a las instalaciones y estado de conservación de los mismos.....	38
3.9.3. Dotación de sistema de niebla seca y tensoactivo a la instalación de transformación.....	39
3.10. Propuesta de medidas correctoras y el programa de vigilancia tanto en la fase de ejecución de la actividad proyectada como en la de funcionamiento.....	40
3.10.1. Impactos negativos.....	40
3.10.2. Impactos positivos.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de las plantas de Gestión y Transformación de RCDs de la provincia de Almería.....	8
Figura 2. Diagrama de flujo de los materiales en el proceso constructivo.....	9
Figura 3. Esquema de funcionamiento del sector de construcción en cuanto a la gestión de RCD (Solís-Guzmán 2008).	10
Figura 4. Gráfico representativo de la cantidad de R.C.D. producida por cada comunidad Autónoma de España (PNIR, 2009).....	11
Figura 5. Gráfico en el que se representa la producción de RCD de Andalucía por provincias. .	13
Figura 6. Nº de licencias de obra en España (Ministerio de Fomento, 2005-2009).....	15
Figura 7. Proceso de un centro de gestión y transformación de RCD.....	18
Figura 8. Matriz preliminar de impactos.	22
Figura 9. Matriz depurada de impactos.	23
Figura 10. Matriz de impactos más significativos. Matriz depurada II.	24
Figura 11. Aceptabilidad social del proyecto.	27
Figura 12. Del desbroce y limpieza del terreno sobre la erosión.	27
Figura 13. Del levantamiento de polvo en la recepción de RCD sobre la deposición.	28
Figura 14. Del levantamiento de polvo en la transformación de RCD sobre la deposición.....	28
Figura 15. Del levantamiento de polvo en el transporte de RCD sobre la deposición.	29
Figura 16. De la mano de obra sobre la población.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población de la CC.AA. de Andalucía por provincias (INE, 2001-2005).	12
Tabla 2. Producción de RCD de la CC.AA. de Andalucía por provincias.....	12
Tabla 3. Objetivos del cuantificables, (PNIR., 2009)	13
Tabla 4. N° de licencias otorgadas en Almería según el tipo de obra (Ministerio de Fomento, 2009).	15
Tabla 5. N° de licencias otorgadas en Almería según el tipo de construcción (Ministerio de Fomento, 2009).	16
Tabla 6. Producción de RCD en obras de nueva construcción en Almería.....	16
Tabla 7. Producción de RCD en obras de demolición en Almería.....	17
Tabla 8. Matriz de impactos más significativos. Matriz depurada II (Ángel J. Callejón-Ferre, 2010).	25
Tabla 9. Indicadores de impacto.	25
Tabla 10. Impactos valorables cuantitativamente (unidades heterogéneas).....	26
Tabla 11. Impactos valorables cualitativamente (unidades homogéneas).....	26
Tabla 12. Valoración de los impactos en unidades homogéneas.	30
Tabla 13. Ejemplo de cálculo de la incidencia del impacto de movimiento de tierras sobre la edafología.....	31
Tabla 14. Incidencia estandarizada de cada impacto.	32
Tabla 15. Valor final del impacto en unidades homogéneas.....	33
Tabla 16. Impacto final del proyecto.	34
Tabla 17. Medidas correctoras de los impactos moderados y no compatibles.....	36
Tabla 17. Medidas correctoras de los impactos moderados y no compatibles (continuación) ...	36

RESUMEN.

El sector de la construcción está unido a uno de los grandes problemas del mundo, la producción de los residuos de construcción y demolición (RCDs).

El residuo que se genera es muy variado, pero fácilmente reintegrable ya que por sus características se pueden obtener desde áridos reciclados hasta llegar a crear un nuevo concepto de construcción que abarque la reutilización global de sus materiales.

Para poder gestionar y transformar los residuos en productos elaborados, se hace necesaria la implantación de una nueva planta de gestión y tratamiento de RCDs en Almería, provincia en la que no existen medios suficientes para llevar a cabo esta tarea.

El objetivo principal de este trabajo es conseguir la mejora del entorno mediante la realización del estudio de impacto ambiental de una Planta de gestión y transformación de los RCD. Para tal fin se ha utilizado un método contrastado de evaluación de impacto ambiental, teniendo en cuenta las acciones y el medio.

En esta planta se realizará una clasificación de los residuos atendiendo a su composición, donde por medio de la trituración se obtendrán los áridos reciclados para posteriormente comercializarlos, también se gestionaran los productos férricos y cualquier material noble, poniéndolo a disposición de aquellas empresas que los distribuyan. Los efluentes que se emitirán serán mayoritariamente los ruidos provocados por los vehículos que transporten el material y el levantamiento de polvo durante el proceso de machaqueo sin olvidar la variación que sufrirá el entorno donde se instale.

Mediante la evaluación de impacto ambiental se concluye que es mejor gestionar los residuos, fomentando su reducción, reutilización y reciclándolos que vertiéndolos de forma descontrolada en vertederos o escombreras.

Palabras clave: residuos de construcción y demolición (RCDs), reutilización global, gestión, clasificación, trituración, impacto ambiental.

ABSTRACT

The construction is linked to one of the great problems of the world: production of construction and demolition waste (CDW).

The waste generated is varied, but easily refundable and whose characteristics can be obtained from recycled aggregates up to create a new building concept that encompasses global reuse of materials.

To manage and transform waste processed products, it is necessary to implement a new plant management and CDW treatment in Almeria province in which there are no means to carry this task.

The main objective of this work is to improve the environment through the study of environmental impact of plant management and transformation of the CDW. To this end a method has been used contrasting environmental impact assessment, taking into account the actions and the environment.

The plant will make a classification of waste according to their composition, where by means of crushing recycled aggregates will be obtained later to market them, also managed the ferrous and noble any material, making it available companies that distribute them. The effluent to be issued will be mostly noise caused by vehicles transporting equipment and lifting dust during the crushing not to mention the change will suffer the environment where is installed.

By environmental impact evaluation (EIE) concluded that it is better to manage waste, promoting reduction, reuse and recycling by pouring so uncontrolled landfills or dumps.

Keywords: construction and demolition waste (CDW), Global reuse, management, classification, crushing, environmental impact.

1. INTRODUCCIÓN.

En España, la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCDs) se regula por el Real Decreto 105/ 2008, de 1 de febrero (BOE, 2008) junto al II Plan Nacional de RCDS 2008-2015 (BOE, 2009) y las normativas específicas de cada comunidad autónoma, además de las ordenanzas municipales.

Esta legislación especifica los requisitos mínimos de su producción y gestión, con el fin de promover la prevención, reutilización, reciclado, valorización y asegurar la eliminación de los RCDS.

En los últimos años, el sector de la construcción ha alcanzado unos índices de actividad muy elevados, lo que ha desembocado en que aproximadamente un 35% de los residuos en el mundo provengan de este sector (Solís-Guzmán y col., 2009).

España es el quinto país europeo que genera más residuos de construcción-demolición, y uno de los que menos esfuerzos realiza para recuperarlos según el informe (Symonds y col., 1999), en el que se indica que el 90% de los 13 millones de toneladas de materiales inertes que se generan cada año, acaban en vertederos y un 5 % se recicla.

En Almería, el sector de la construcción creció de forma exponencial en la última década y con él, la producción de residuos generados, se estima en $4,12 \text{ kg habitante}^{-1} \text{ día}^{-1}$ (PNIR 2008-2015, 2009).

Actualmente tan solo cuenta con dos plantas en funcionamiento, Reciclados Almerienses 2005 S.L. situada en Cañada de Moreras, y Técnicas Medioambientales Avanzadas, S.L. en la playa de las Almadrabillas, Almería. Asimismo, están en curso expedientes en el término municipal de Carboneras, Pulpí y Sorbas” (figura 1).

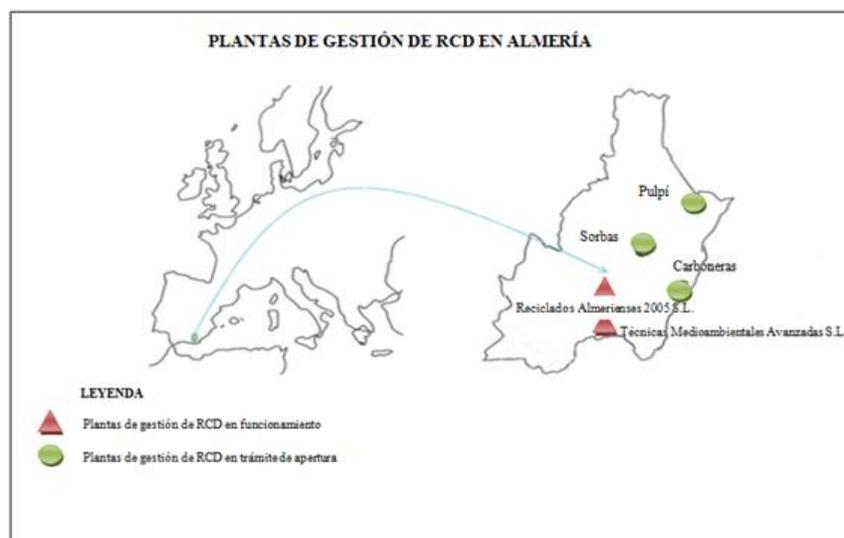


Figura 1. Localización de las plantas de Gestión y Transformación de RCDs de la provincia de Almería.

En el sector de la construcción resulta fácil el empleo de productos derivados de residuos (figura 2).

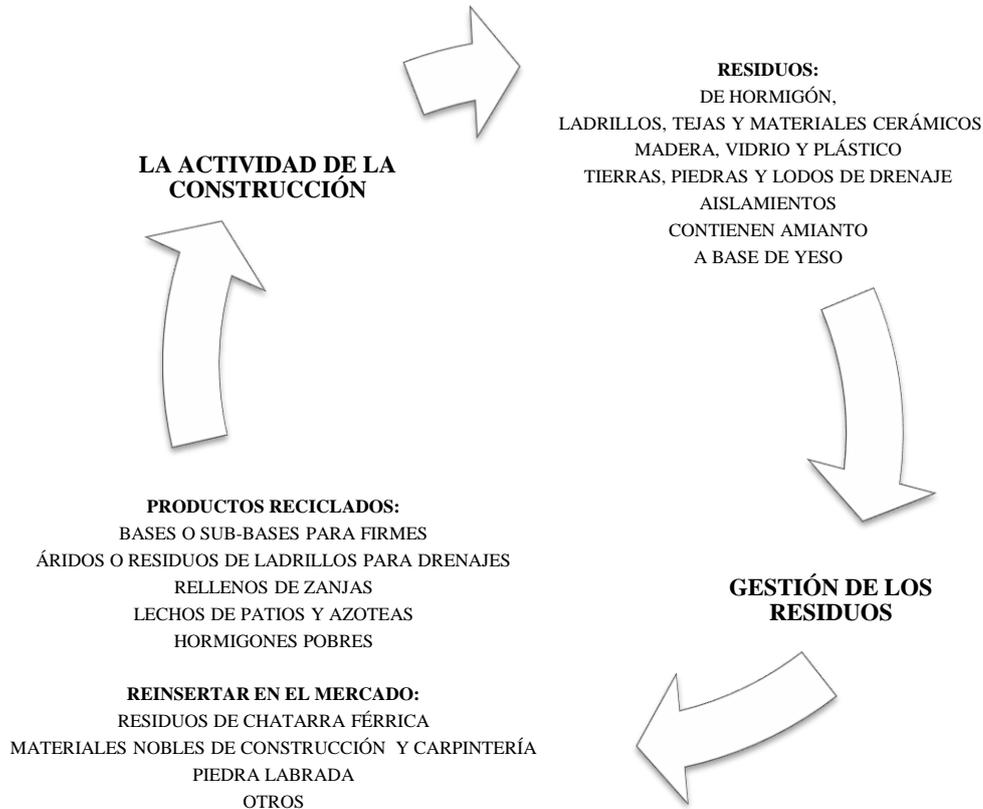


Figura 2. Diagrama de flujo de los materiales en el proceso constructivo.

1.1. Regulación jurídica de los residuos de construcción y demolición en Almería.

El marco legislativo de aplicación para los RCDS, en la provincia de Almería, yendo desde las normativas europeas a las específicas de la provincia serían las siguientes:

Normativa Europea:

- CEE 75/442/CEE de 15 de julio de 1.975, relativa a los residuos (DOUE, 1997), modificada por la 91/156/CEE de 18 de marzo (DOCE, 1991), y actualizada por la Decisión 96/350/CEE (DOCE, 1996).
- 97/C76/01 Resolución del Consejo de 24 de febrero de 1997 sobre una estrategia comunitaria de gestión de residuos (DOCE, 1997).

Normativa estatal:

- Ley 11/97, de 24 de abril, de envases y residuos de envases (BOE , 1997).
- Ley 10/98, de 21 de abril, de residuos (BOE , 1998).
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (BOE , 2002)

- II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, 2008-2015 (BOE, 2009).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de la construcción y demolición (BOE, 2008).
- Orden MAM304/2002, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la L.E.R. (BOE, 2002).

Normativa Autonómica:

- Decreto 283/95, por el que se aprueba el Reglamento de residuos de la CC.AA.de Andalucía (BOJA, 1995).
- La ley 7/2007, de 9 de julio, de gestión integrada de la calidad ambiental (BOJA, 2007).
- Decreto 397/2010, por el que aprueba el Plan Director Territorial de la Gestión de Residuos no peligrosos de Andalucía (2010-2019) (BOJA, 2010).

Normativa Provincial

- Plan director de gestión de residuos de construcción y demolición de la provincia de Almería (PDGRCD's), el cual aún está en elaboración.
- Ordenanza sobre gestión Medioambiental de Residuos inertes, 15 Mayo 2004 (BOP, 2004).

El RD.105/2008 (BOE, 2008) organiza la gestión de los RCDs como se muestra en la figura 3.

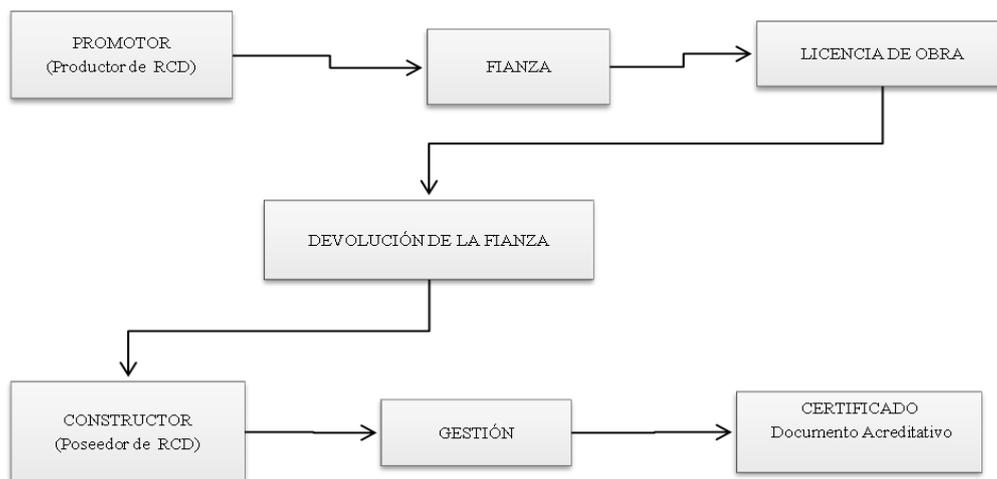


Figura 3. Esquema de funcionamiento del sector de construcción en cuanto a la gestión de RCD (Solís-Guzmán 2008).

1.2. Objetivos del Plan integrado de residuos para el periodo 2008-2015.

Los Estados miembros de la Unión Europea deben garantizar antes del 2020 que el 70% en peso de los residuos no peligrosos procedentes de la construcción y demolición sean destinados a operaciones de reutilización, reciclado y otras operaciones de valorización de materiales, incluidas las operaciones de relleno que utilicen residuos para sustituir otros materiales.

El Plan Nacional Integrado de Residuos propone una serie de objetivos cuantitativos y medidas de prevención, reciclado y vertido para los R.C.D.

La comunidad autónoma de Andalucía junto con Cataluña, Comunidad Valenciana y Madrid producen más del 50% de del total de los R.C.D., concretamente un 58,92 % (83 921 640 millones de toneladas, figura 4, (PNIR, 2009)).

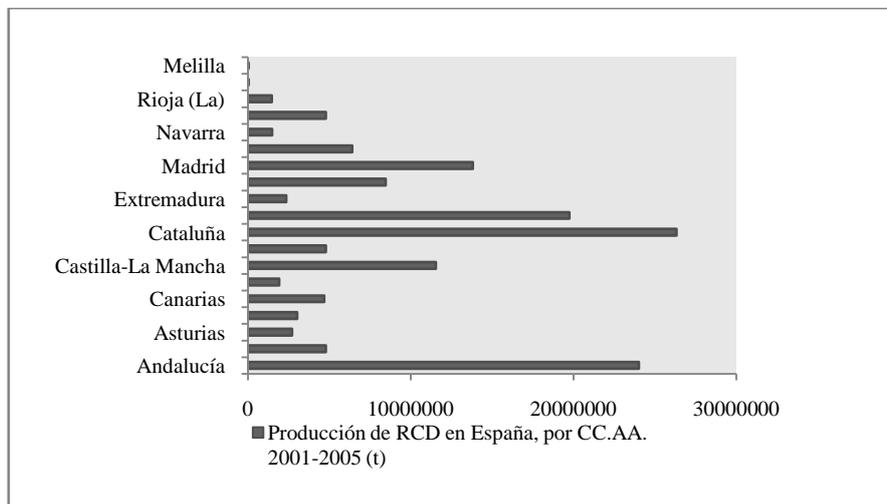


Figura 4. Gráfico representativo de la cantidad de R.C.D. producida por cada comunidad Autónoma de España (PNIR, 2009).

La generación de residuos de construcción y demolición en Andalucía se estima en torno a los $4\,802\,069\text{ t año}^{-1}$ para el año 2009 (tabla2), lo que supone aproximadamente un total de $0,612\text{ t habitante}^{-1}\text{ año}^{-1}$.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

La distribución de los habitantes por provincias se presenta en la tabla 1:

Provincias	2001	2002	2003	2004	2005	Población media (2001-2005)
<i>Almería</i>	533 168	546 498	565 310	580 077	612 315	567 474
<i>Cádiz</i>	1 131 346	1 140 793	1 155 724	1 164 374	1 180 817	1 154 611
<i>Córdoba</i>	769 625	771 131	775 944	779 870	784 376	776 189
<i>Granada</i>	812 637	818 959	828 107	841 687	860 898	832 458
<i>Huelva</i>	461 730	464 934	472 446	476 707	483 792	471 922
<i>Jaén</i>	645 781	647 387	651 565	654 458	660 284	651 895
<i>Málaga</i>	1 302 240	1 330 010	1 374 890	1 397 925	1 453 409	1 371 694
<i>Sevilla</i>	1 747 441	1 758 720	1 782 862	1 792 420	1 813 908	1 779 070

Tabla 1. Población de la CC.AA. de Andalucía por provincias (INE, 2001-2005).

Provincias	Población media (INE, 2001-2005)	RCD por habitante t habitante ⁻¹ año ⁻¹ (PNIR, 2009)	Producción de RCD t año ⁻¹
<i>Almería</i>	567 474	0,612	347 294
<i>Cádiz</i>	1 154 611	0,612	706 622
<i>Córdoba</i>	776 189	0,612	475 028
<i>Granada</i>	832 458	0,612	509 464
<i>Huelva</i>	471 922	0,612	288 816
<i>Jaén</i>	651 895	0,612	398 960
<i>Málaga</i>	1 371 694	0,612	839 477
<i>Sevilla</i>	1 779 070	0,612	1 088 791
ANDALUCÍA			4 654 452

Tabla 2. Producción de RCD de la CC.AA. de Andalucía por provincias.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

Se estima un incremento del volumen de RCD de un 1,62% anual (PNIR, 2009), si le aplicamos este valor para la provincia de Almería (tabla 2), estaríamos hablando que actualmente se generan aproximadamente 854 937 t año⁻¹.

La figura 5 muestra el volumen que supone Almería en la producción de RCD en Andalucía.

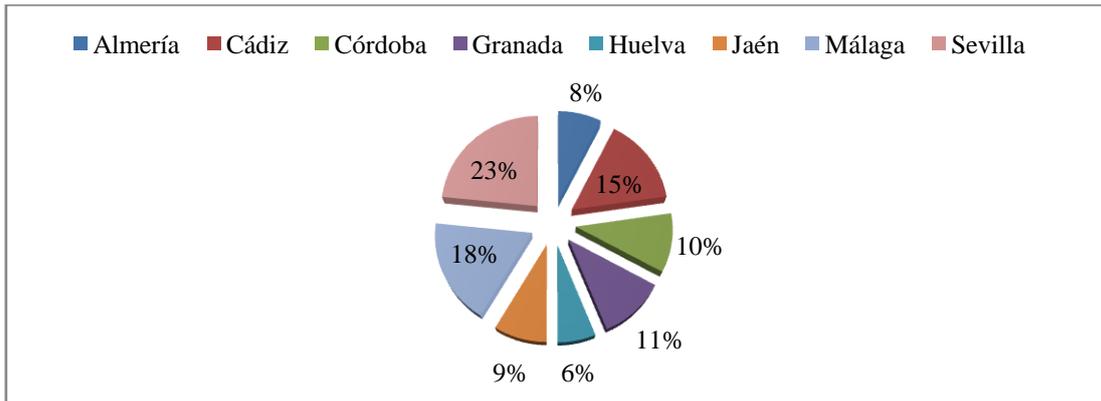


Figura 5. Gráfico en el que se representa la producción de RCD de Andalucía por provincias.

Los objetivos cuantificativos (PNIR, 2009) de la tabla 3 pretenden hacer que se cumpla la normativa referente a RCD, y potenciar su gestión.

Objetivos	2010	2012	2015
<i>Separación y gestión de forma ambientalmente correcta de los RP procedentes RCD(%)</i>	100	100	100
<i>Reciclado de los RCD (%)</i>	15	25	35
<i>% RCD objeto de otras operaciones de valorización, incluidas las operaciones de relleno</i>	10	15	20
<i>Eliminación de RCD en vertedero controlado (%)</i>	75	60	45

Tabla 3. Objetivos del cuantificables, (PNIR, 2009) .

En Almería se han llevado a cabo trabajos similares, pero enfocados a la eliminación de los residuos generados por otro de los grandes sectores de la provincia, la agricultura, ya Camacho y col.,(2000) pretendían con la implantación del plan de higiene rural de la Comarca de Níjar en Almería que todos los residuos generados por los invernaderos fuesen recogidos, reciclados y reutilizados.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

Callejón y col.,(2010) realizaron una evaluación de impacto ambiental de un centro de transformación y gestión de residuos sólidos agrícolas (C.T.G.R.S.A.) en la provincia de Almería, para conseguir un desarrollo agrícola sostenible y respetuoso con el medio ambiente mediante el estudio de impacto ambiental tanto en la fase de estudios previos, construcción y explotación de la actividad del C.E.T.G.R.S.A., todo ello para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

En cuanto a las metodologías utilizadas en la evaluación, Gómez (1988) desarrolló para posteriormente mejorar en el año 1999, un método de evaluación de impacto para cualquier tipo de actividad, basado en matrices de interacción, cruzando las acciones humanas con los factores que componen el entorno.

Otros autores como Campo Lozano (2011), utilizan el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), que se basa en la identificación y descripción de todas las etapas del ciclo de vida de los productos, desde la extracción, pretratamiento de las materias primas, la producción, la distribución y uso del producto final hasta su posible reutilización, reciclaje o desecho del producto.

Con esta metodología (Campo Lozano, 2011) ha demostrado que se produce menos impacto ambiental cuando se construye con materiales reciclados que con una construcción convencional.

El objetivo principal de este trabajo es conseguir la mejora del entorno mediante la realización del estudio de impacto ambiental de una Planta de gestión y transformación de los RCD.

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

En los últimos años el volumen de la construcción en nuestro país ha caído pero no ha dejado de existir ya que en el año 2009 el nº de licencias otorgadas fue de 81 251 (figura 6), con un total de 37 433 miles de m² destinados a edificios residenciales, 13 013 miles de m² de superficie a edificios de usos no residenciales y 5 607 miles de m² de superficie a demoler.

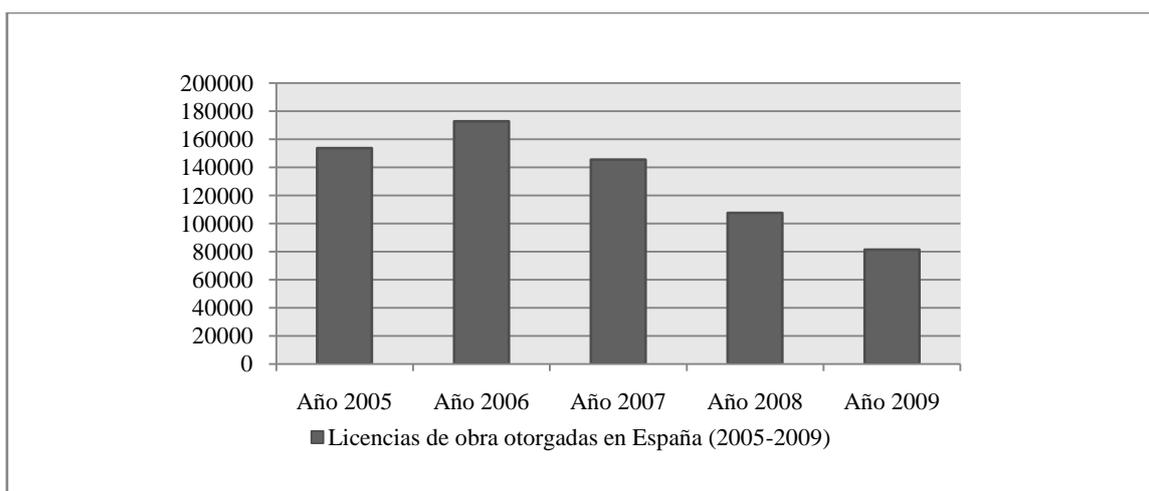


Figura 6. Nº de licencias de obra en España (Ministerio de Fomento, 2005-2009).

El volumen de licencias otorgadas en la provincia de Almería según el tipo de obra (tabla 4) comprende un 6 % del volumen total de la comunidad autónoma de Andalucía (Ministerio de Fomento, 2009).

EDIFICIOS DE NUEVA PLANTA	<i>Residenciales</i>	<i>Viviendas Unifamiliares</i>	1101
		<i>Residencia colectiva permanente</i>	1
	<i>No Residenciales</i>		258
REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS			540
DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS			176
TOTAL			2076

Tabla 4. Nº de licencias otorgadas en Almería según el tipo de obra (Ministerio de Fomento, 2009).

Según la tabla 5, se hace una tipificación del total de las obras construidas en Almería en 2009, atendiendo a su tipología constructiva.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

	<i>Hormigón Armado</i>	1236
	<i>Metálica</i>	39
ESTRUCTURA VERTICAL	<i>Muros de carga</i>	82
	<i>Mixta y otros</i>	3
ESTRUCTURA HORIZONTAL	<i>Unidireccional</i>	1250
	<i>Otros</i>	110
	<i>Inclinada</i>	449
CUBIERTA	<i>Plana</i>	911

Tabla 5. Nº de licencias otorgadas en Almería según el tipo de construcción (Ministerio de Fomento, 2009).

El mayor problema para el cumplimiento del R.D.105/2008 es tener que prever la cantidad de residuos que se generan en obra. Solís-Guzmán (2008) estimó los ratios de volúmenes generados de RCD en los casos de edificios de uso residencial.

En Almería se producen un total de 271 447,2 m³ de RCD procedentes de obras de nueva construcción, desglosados en la tabla 6, y 223 309,92 m³ de RCD de obras de demolición (tabla 7).

CONCEPTO	SUPERFICIE TOTAL (m ²) (Ministerio de Fomento, 2009)	m ³ .m ⁻² (Solís-Guzmán, 2008)	RCD GENERADOS (m ³)
<i>Terrenos</i>	568 000	0,4099	232 823,2
<i>Cimentaciones</i>	568 000	0,0202	11 473,6
<i>Estructuras</i>	568 000	0,0181	10 280,8
<i>Fábricas</i>	568 000	0,0146	8 292,8
<i>Cubiertas</i>	568 000	0,0045	2 556
<i>Revestimientos</i>	568 000	0,0078	4 430,4
<i>Otros</i>	568 000	0,0028	1 590,4
Totales	568 000	0,4779	271 447,2

Tabla 6. Producción de RCD en obras de nueva construcción en Almería.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

CONCEPTO	SUPERFICIE TOTAL (m ²) (Ministerio de Fomento, 2009)	m ³ .m ⁻² (Solís-Guzmán, 2008)	RCD GENERADOS (m ³)
<i>Estructuras</i>	180 540	0,6705	121 052,07
<i>Fábricas</i>	180 540	0,3424	61 816,89
<i>Cubiertas</i>	180 540	0,0963	17 386
<i>Revestimientos</i>	180 540	0,2620	4 730,15
<i>Otros</i>	180 540	0,1015	18 324,81
Totales	180 540	1,4727	223 309,92

Tabla 7. Producción de RCD en obras de demolición en Almería.

La zona de estudio queda localizada en el sureste de España, en Antas, situado en la comarca del bajo Almanzora, donde está previsto que el centro de gestión y transformación de RCD tenga un flujo de residuos estimado en un 10% del total producido por la provincia de Almería.

Aunque en la actualidad no existe una normativa autonómica que regule la gestión de RCD en Andalucía, cabe destacar que en Castilla y León, a través del R.D.54/2008, se establece que se creen dos tipos de plantas de tratamiento en cada provincia, las de primer nivel, al menos en las capitales de provincia; y las de segundo nivel en otros núcleos con radio de acción de 35 km (Moran del Pozo y col., 2011). Por este motivo se justifica su ubicación en Antas, ya que se encuentra en un punto estratégico que facilitará la aplicación de este proceso, haciéndolo más viable en la zona.

Con la cantidad de residuos que es capaz de generar este sector y siguiendo los criterios de Payraudeau y Van Der Werf (2005) y Van Der Werf y col., (2007) la metodología elegida para este trabajo ha sido la desarrollada por Gómez (1999), teniendo en cuenta la Ley estatal (BOE, 2008) y autonómica de impacto ambiental (BOJA, 2007)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El método de Gómez (1999), se basa en matrices de interacción.

3.1. Matriz de impactos.

Las acciones irán encaminadas a la construcción de un centro de transformación y gestión de residuos de construcción y demolición.

El funcionamiento de una planta de tratamiento para RCD se muestra en la figura 7:

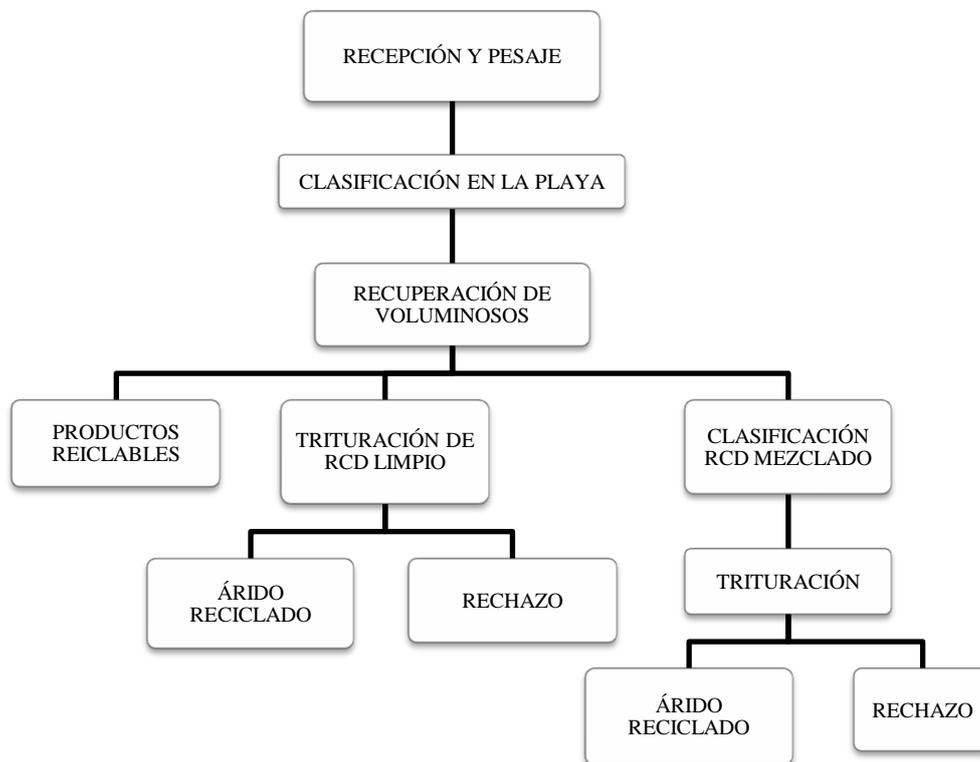


Figura 7. Proceso de un centro de gestión y transformación de RCD.

El centro de gestión y transformación de RCD consta de las siguientes áreas:

- Área de recepción y control:

Maquinaria: básculas de pesajes informatizadas y provistas de programa de control.

Tarea: se controlan los residuos, el peso, la procedencia, la matrícula del medio de transporte, el conductor y la hora de recepción.

- Área de descarga y acopio de materiales recibidos:

Maquinaria: pala cargadora, retropala con implementos de pulpo y martillo picador, dumper pequeño.

Tarea: se realiza una primera clasificación de los materiales recibidos separándolos según su composición, homogeneidad, granulometría y grado de limpieza.

Acopiándolos según la siguiente clasificación:

- *RCD limpios o seleccionados*: procedentes de demoliciones y derribos, compuestos en su mayoría por hormigón, cerámicos, piedra.
 - *RCD mezclados con otros residuos*: procedentes de reformas y obra nueva, presentan menor homogeneidad y mayor contenido en finos.
 - *RCD muy mezclados con otros residuos*: este residuo requiere una elevada actividad de tratamiento para proceder a su segregación.
 - *RCD con residuos peligrosos*: aceites usados, envases que hayan contenido grasas, aceites u otros líquidos, pinturas, baterías usadas, todos ellos se acopiarán en un almacén para que sean gestionados adecuadamente a través de gestores autorizados externos a la planta.
 - *RCD con maderas*.
- Área para la selección previa de impropios:

Maquinaria: pala cargadora, retropala con implementos de pulpo y martillo picador, dumper pequeño.

Tarea: En paralelo a la descarga, se realiza una selección previa del material eliminando los materiales más voluminosos, como muebles, colchones, objetos metálicos etc.

- Área de clasificación:

Maquinaria: palas cargadoras, precribador estático de barras móviles, alimentador vibrante electromecánico, cinta transportadora de correas sinfín, trómel de cribado, electroimán, alimentador dosificador, cabina de triaje manual

Tarea: se tratan los residuos mezclados para poder separarlos según su composición.

Clasificación:

Mediante la pala cargadora se irá alimentando el primer equipo del proceso, donde el precribador estático de barras móviles impedirá que las fracciones que no tengan el tamaño adecuado sean separadas. El resto del material caerá sobre el alimentador vibrante y será conducido por la cinta transportadora hasta el trómel de cribado. Antes de llegar al trómel, la cinta pasa bajo un electroimán, que eliminará gran parte de las fracciones ferromagnéticas que contengan los RCD.

Posteriormente, en la cabina de triaje manual y por un segundo electroimán se retirarán los residuos no aptos para el tratamiento, junto con los subproductos reciclables (plásticos, maderas...) que queden en los RCD, continuando su camino hacia el trómel, dotado de un alimentador dosificador con rejilla, que se encargará de asegurar la extracción bajo la tolva y alimentación con flujo constante y uniforme del producto a los aparatos de trituración.

▪ **Área de tratamiento:**

Maquinaria: pala cargadora, precribador, machacadora de mandíbulas, cintas transportadoras, criba vibrante, molino de impacto.

Tarea:

Los materiales que se someten a este tratamiento, serán los denominados RCD limpios o seleccionados como procedentes de la instalación de clasificación. Y consta de las siguientes fases:

- *Alimentación:* mediante la pala cargadora se alimentará la machacadora de mandíbulas, donde el alimentador de ésta será precribador, separando los materiales de granulometría inferior a 40 mm y, a través de las cintas transportadoras serán conducidos a su lugar de acopio correspondiente listos para su posterior expedición.
- *Machaqueo:* en la machacadora el material sufrirá otra criba, de tal forma que el tamaño máximo esperado es de 80 mm. Su misión será descomponer la fracción en trozos más pequeños, pasará a través de la cinta transportadora, previo paso por un separador magnético, hasta un ciclón separador de impurezas. El material limpio pasará a la tolva de recepción donde se llevará hasta la criba vibrante.
- *Cribado:* una vez el material en la criba vibrante, sufrirá una división del material en tres fracciones, de granulometría menor de 40 mm, entre 40-60 mm, las cuales se almacenarán para su posterior venta.

La tercera fracción extraída, de granulometría mayor a 60 mm, será conducida hasta el molino de impacto.

- *Molienda:* en el molino de impacto se triturarán los materiales de granulometría mayor a 60 mm y los evacuará directamente sobre la cinta transportadora, encargada de retornarlos de nuevo, previa clasificación de materiales férricos mediante el separador magnético, hasta volver de nuevo a su entrada en la tolva.
- **Área de acopio y carga de materiales reciclados:**

Maquinaria: pala cargadora, cintas giratorias y camiones.

Tarea: está destinada para mantener acopiados los materiales obtenidos, mediante el uso de la pala cargadora y las cintas giratorias se mantendrán la adecuada separación entre ellos.

En ella también se procederá a la carga de camiones que trasladarán los materiales reciclados a los distintos puntos de venta.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

Con la identificación previa de las acciones a realizar, el inventario ambiental y los factores ambientales se han obtenido la identificación preliminar de los posibles impactos, seguidamente la matriz depurada y finalmente la matriz con los impactos más significativos.

En la matriz preliminar (figura 8), se representa el inventario ambiental y los factores ambientales donde se ha obtenido la identificación preliminar de los posibles impactos. Seguidamente la matriz depurada (figura 9) para finalmente conseguir la matriz y caracterización de los impactos más significativos (figura 10).

Los impactos más significativos en la fase de estudios previos sería la localización del centro sobre la población; el movimiento de tierras sobre la erosión durante la fase de construcción; la recogida de los RCD sobre la población y áreas de mercado en las fases de explotación al igual que la generación de levantamiento de polvo durante el machaqueo de los materiales sobre el medio perceptual y la población; y el efecto de la mano de obra contratada sobre la población en la fase de construcción como muestra la figura 10.

Para poder estudiar y conocer la forma de actuar de los distintos impactos se hace necesario valorar sus atributos que serán utilizados para el cálculo de incidencia estandarizada (tabla 8).

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN																													
F. DE ESTUDIOS PREVIOS		FASE DE CONSTRUCCIÓN													FASE DE EXPLOTACIÓN														
Planeamiento y diseño	Situación y emplazamiento	Explanaciones y movimiento de tierras					Urbanización			Edificios e Instalaciones					Transporte de RCD		Recepción de RCD		Transformación de RCD		Transporte de producto elaborado								
Objetivos y Alternativas de localización y métodos	Localización	Desbroce y Limpieza del terreno	Excavación de la cimentación de los edificios	Levantamiento de polvo	Emisión de ruidos de la maquinaria	Rellenos de tierras	Transformador	Red de viales interior	Ajardinamiento	Cabina de control con báscula de pesaje	Zona de espera (camiones)	Zona de acopio de materiales a triturar	Playa para la nave de clasificación	Nave de estructura metálica para la clasificación	Almacén para residuos peligrosos de gestión externa (pinturas y baterías)	Nave de estructura metálica para machaqueo	Zona destinada al acopio de materiales triturados	Transporte de RCD	Emissiones de ruidos por vehículos	Levantamiento de polvo por los vehículos	Emissiones de ruidos por vehículos	Levantamiento de polvo por vehículos y movimiento de materiales	Emissiones de ruidos por retroexcavadoras y maquinaria necesarias para la trituración	vehículos y maquinaria necesarias para la trituración	Mano de obra	Levantamiento de polvo por vehículos	Emissiones de ruidos por camiones		
Aire																													
Régimen de radiación solar e insolación																													
Relieve y carácter topográfico del entorno																													
Edafología del entorno																													
Transporte de sólidos																													
Erosión																													
Deposición																													
Subsector biogeográfico Caridemo. Especies vegetales banales o degradadas																													
Series de vegetación. Arbustadas de arto blanco o azufaifo																													
Fauna																													
Medio Perceptual																													
Usos del suelo rústico																													
Población																													
Actividades económicas afectadas																													
Actividades económicas inducidas																													
Áreas de mercado																													
Infraestructura viaria																													
Infraestructura no viaria																													
Equipamientos y servicios																													
Estructura espacial de núcleos																													

Figura 9. Matriz depurada de impactos.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

	Situación y emplazamiento		Desbroce y movimiento de tierras		Recogida y transporte de RCD		Levantamiento de polvo en la recepción de RCD		Levantamiento de polvo en la transformación de RCD		Mano de obra en la fase de transformación de RCD		Levantamiento de polvo en la transporte de RCD	
Edafología del entorno	-	P												
	D	I												
	A	I												
	S	P												
	C	D												
Erosión	-	P												
	D	I												
	A	I												
	S	P												
	C	D												
Deposición	-	P					-	P					-	P
	D	I					D	I					D	I
	A	R					A	R					A	R
	NS	P					NS	P					NS	P
	C	D					C	D	M	D			C	D
Población	-	T			+	P						+	P	
	D	R			I	R						D	I	
	S	R			A	R						S	R	
	NS	A I			S	P						NS	P	
	C	D			C	C						C	C	
Áreas de mercado					+	P								
					I	R								
					A	R								
					NS	P								
					M	C								

Figura 10. Matriz de impactos más significativos. Matriz depurada II.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

Caracterización	Atributo	Valoración x f*	Caracterización	Atributo	Valoración x f*
Signo	Positivo (+) / Negativo (-)	[+1 y -3]x1	Persistencia	Temporal (T) / Permanente (P)	[T=1 y P=3]x1
Inmediatez	Directo (D) / Indirecto (I)	[D=3 e I=1]x3	Reversibilidad	Reversible (R) / Irreversible (I)	[R=1 e I=3]x3
Acumulación	Simple (S) / Acumulativo (A)	[A=3 y S=1]x2	Recuperabilidad	Recuperable (R) / Irrecuperable (I)	[R=1 e I=3]x1
Sinergia	Sinérgico (S) / No sinérgico (NS)	[S=3 y NS=1]x1	Periodicidad	Periódico (P) / Aparición irregular (AI)	[P=3 y AI=1]x1
Momento	Corto plazo (C) / Medio plazo (M) / Largo plazo (L)	[C=3, M=2 y L=1]x1	Continuidad	Continuo (C) / Discontinuo (D)	[C=3 y D=1]x1

Tabla 8. Caracterización de impactos y valorización de sus atributos (Ángel J. Callejón-Ferre, 2010).

3.2. Indicadores de impacto.

El problema o beneficio que se causa al interaccionar acciones con factores ambientales es analizado mediante los indicadores y sus unidades de medida (tabla 9).

IMPACTO		Indicador	Unidad de medida
Acción	Factor		
Localización	Población	Aceptación social del proyecto	%
Desbroce y limpieza	Erosión	Desplazamiento de materiales arrastrados por agua o aire	t/ha-año
Recogida de RCD	Población	% Bienestar de la población	%
Levantamiento polvo	Deposición	Variación de volumen de deposición, en zonas sensibles, con respecto a las condiciones naturales	%

Tabla 9. Indicadores de impacto.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

3.3. Estimación de la magnitud de los impactos.

Para identificar los impactos habría que distinguir entre los impactos cuantificables en unidades heterogéneas (Tabla 10) y los cuantificables en unidades homogéneas (Tabla 11).

IMPACTO	Valor sin proyecto	Valor con proyecto
De localización sobre la población	0 %	6%
Del desbroce y limpieza sobre la erosión	0,6 kg/m ² .año	1,45 kg/m ² .año
Del levantamiento de polvo en la recepción de RCD sobre la deposición	0%	72%
Del levantamiento de polvo en fase de transformación de los RCD sobre la deposición	0%	80%
Del levantamiento de polvo en fase de transporte de los RCD sobre la deposición	0%	64%
	94%	98%
De la mano de obra sobre la población		

Tabla 10. Impactos valorables cuantitativamente (unidades heterogéneas).

IMPACTO	Valor sin proyecto	Valor con proyecto
Del desbroce y movimiento del terreno sobre la edafología	1	0
De la recogida de RCD sobre la población	0,5	0,96
De la recogida de RCD sobre las áreas de mercado	0,3	0,92

Tabla 11. Impactos valorables cualitativamente (unidades homogéneas).

3.4. Búsqueda y construcción de las funciones de transformación. Valoración de los impactos en unidades homogéneas.

Los impactos medibles en unidades heterogéneas necesitan de funciones de transformación para poder pasar a ser medibles en unidades homogéneas, para lo cual se utilizan las siguientes funciones (figuras 11, 12, 13, 14, 15, 16), obtenidas de Gómez (1999). Una vez transformados los impactos se agrupan todos en unidades homogéneas en la tabla 12, con breves comentarios explicativos en cada uno de ellos.

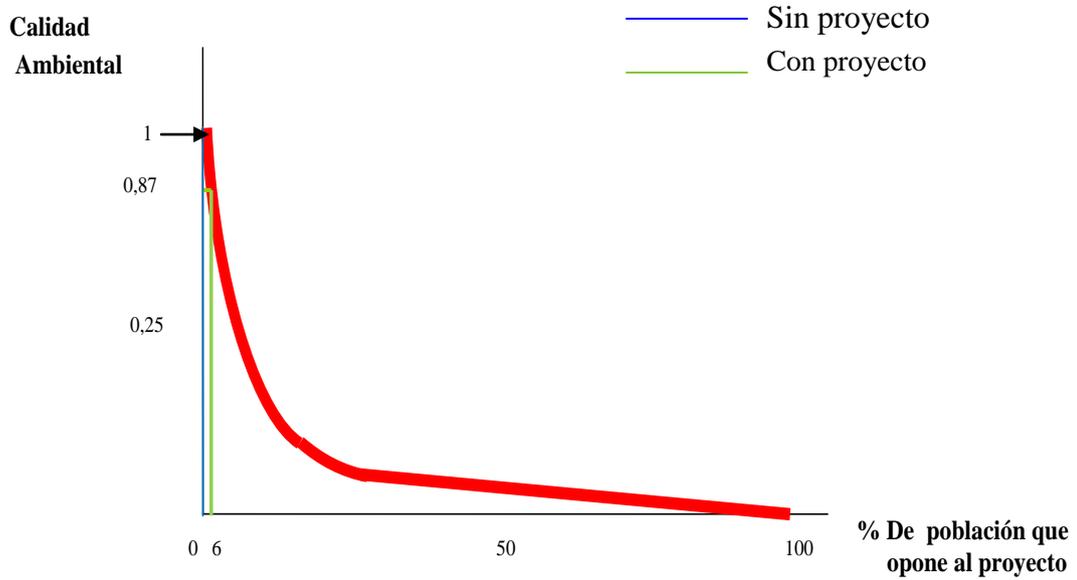


Figura 11. Aceptabilidad social del proyecto.

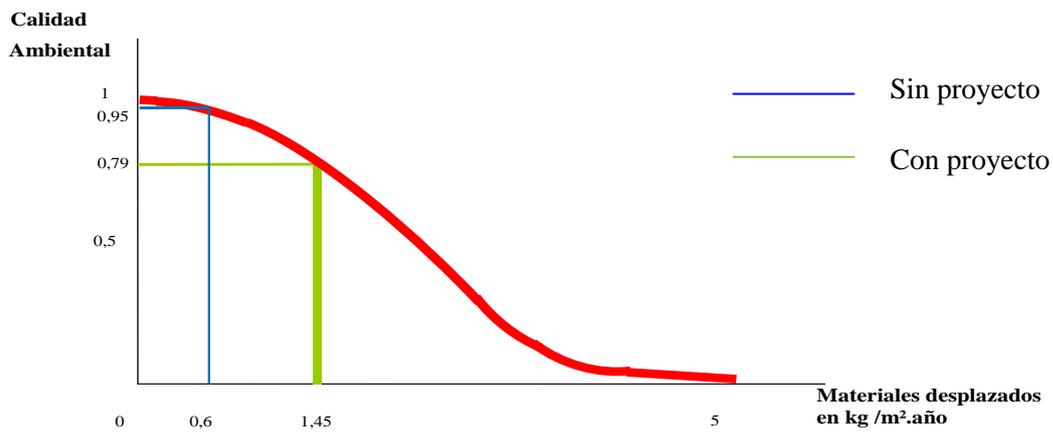


Figura 12. Del desbroce y limpieza del terreno sobre la erosión.

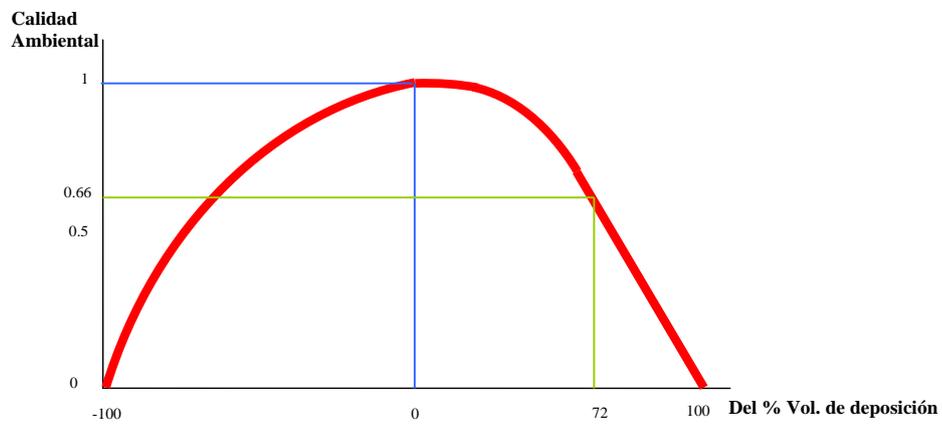


Figura 13. Del levantamiento de polvo en la recepción de RCD sobre la deposición.

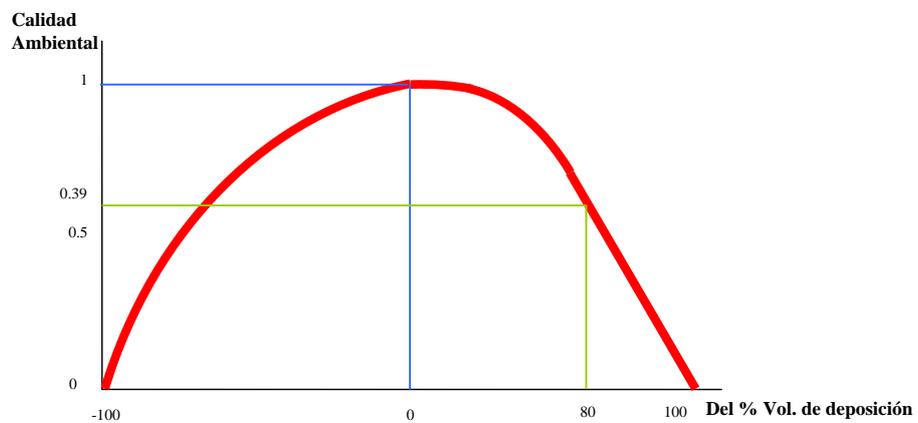


Figura 14. Del levantamiento de polvo en la transformación de RCD sobre la deposición.

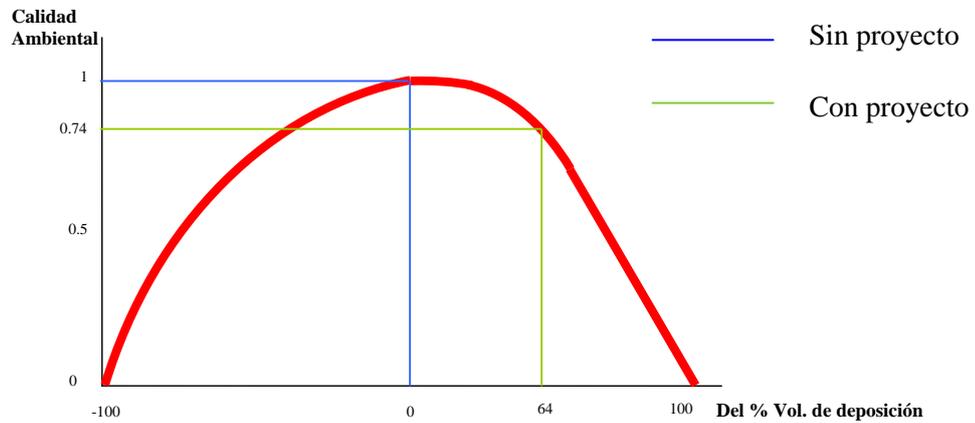


Figura 15. Del levantamiento de polvo en el transporte de RCD sobre la deposición.

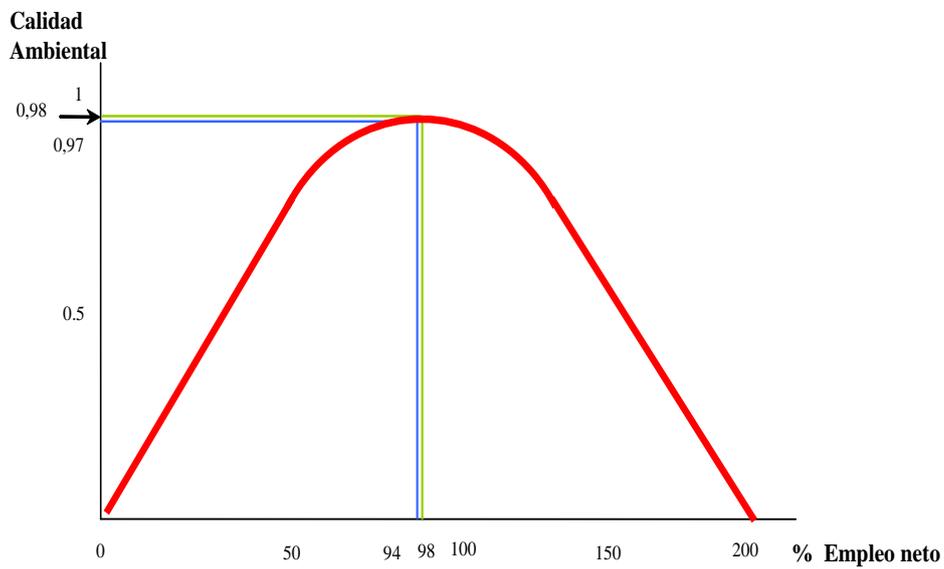


Figura 16. De la mano de obra sobre la población.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

IMPACTO	Valor proyecto	sin	Valor proyecto	con	Magnitud del impacto	Comentario
De localización sobre la población	1		0,87		-0,13	El centro se ubicará en suelo rústico alejado del núcleo urbano.
Del desbroce y limpieza sobre la erosión	0,95		0,79		-0,16	Se producirá solamente en la ubicación del centro de gestión y transformación de RCD.
Del levantamiento de polvo en la recepción de RCD sobre la deposición	1		0,66		-0,34	Afectará sobre todo al recinto del centro, con la llegada de los camiones que suministren los RCD y en la fase de construcción.
Del levantamiento de polvo en fase de transformación de los RCD sobre la deposición	1		0,39		-0,61	Sólo se dará en la nave destinada a la trituration de los RCD.
Del levantamiento de polvo en fase de transporte de los RCD sobre la deposición	1		0,74		-0,26	Se producirá con la salida de los vehículos que distribuyan los RCD los productos elaborados.
De la mano de obra sobre la población	0,94		0,98		0,04	Generación de empleo.
Del desbroce y movimiento del terreno sobre la edafología	1		0		-1	Solo afectará a la zona donde se ubica el centro.
De la recogida de RCD sobre la población	0,5		0,96		0,46	El control de la gestión de los RCD contribuirá a mejorar la calidad de vida de la comunidad, mejorando la salubridad.
De la recogida de RCD sobre las áreas de mercado	0,3		0,92		0,62	La gestión y transformación de los RCD repercutirá en la creación de nuevas empresas que comercialicen los productos elaborados en el centro de gestión y transformación de RCD.

Tabla 12. Valoración de los impactos en unidades homogéneas.

3.5. Incidencia estandarizada de impactos.

Una vez identificados los impactos más significativos o notables, por medio de su caracterización realizada a través de una serie de atributos que el reglamento de estudio de impacto ambiental define se calculará su incidencia. La incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual se define por los atributos de la tabla 8.

Para el cálculo de la incidencia se realiza la suma ponderada de los valores de los atributos para cada impacto, afectados por un coeficiente según la importancia de cada atributo. Posteriormente utilizando la fórmula [1] se obtendrá el valor de la incidencia estandarizada.

Actuando de la misma manera que con el ejemplo del impacto de movimiento de tierras sobre la edafología (tabla 13), se obtendrán los resultados del resto de impactos (tabla 14).

$$[1] \text{ Índice de incidencia estandarizado} = \frac{(I - I_{mín.})}{(I_{máx.} - I_{mín.})}$$

“ Del movimiento de tierras sobre la Edafología ”

Impacto		Incidencia		Incidencia mínima		Incidencia máxima	
-	P	3x1	3x1	1x1	1x1	3x1	3x1
D	I	3x3	3x3	1x3	1x3	3x3	3x3
A	I	3x2	3x1	1x2	1x1	3x2	3x1
S	P	3x1	3x1	1x1	1x1	3x1	3x1
C	D	3x1	1x1	1x1	1x1	3x1	3x1
Subtotal		24	19	8	7	24	21
Total		43		15		45	

Tabla 13. Ejemplo de cálculo de la incidencia del impacto de movimiento de tierras sobre la edafología.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

IMPACTO	Valor de la incidencia	Valor de la Incidencia estandarizada	COMENTARIOS
Del movimiento de terreno sobre la edafología	43	0.93	Sólo tendrá incidencia en el espacio ocupado por el centro de gestión y transformación de RCD.
Del movimiento de terreno sobre la erosión	43	0.93	Con incidencia sólo en la zona ocupada.
Del levantamiento de polvo en la recepción de los RCD sobre la deposición	39	0.80	Es un efecto reversible con el asfaltado de los caminos.
Del levantamiento de polvo en la transformación de los RCD sobre la deposición	40	0.83	Se trata de un efecto reversible, con la instalación de un sistema de niebla seca y tensoactivo.
Del levantamiento de polvo en el transporte de los RCD sobre la deposición	39	0.80	Es un efecto reversible con el asfaltado de los caminos.
De localización del centro de RCD sobre la población	25	0.33	Su incidencia es baja se supone una ubicación del centro a más de 2 km de distancia del núcleo urbano más cercano, previniendo una indemnización económica a los afectados así como medidas que reduzcan el impacto visual de este centro.
De la recogida de RCD sobre la población	29	0.46	Se trata de una incidencia importante pues mejora el aspecto del municipio así como su salubridad.
De la mano de obra sobre la población	35	0.66	Su incidencia es grande debido a la situación de empleo actual en la zona.
De la recogida de RCD sobre las áreas de mercado	26	0.36	Se creará un mercado nuevo con la venta de materiales reciclados, que provienen de este centro.

Tabla 14. Incidencia estandarizada de cada impacto.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

3.6. Valor final y enjuiciamiento de los impactos.

Con el valor de la incidencia estandarizada (tabla 14) multiplicado por el valor de la magnitud (tabla 12) se obtiene la calificación del impacto (tabla 15).

IMPACTO	MAG. Impt.	Valor Incid. est.	Valor Final	Calificación	COMENTARIOS
Del movimiento de terreno sobre la edafología	-1	0,93	-0,93	Moderado	Se adoptarán unas medidas para compensar el daño provocado en el suelo como consecuencia del desbroce y del movimiento de tierras.
Del movimiento de terreno sobre la erosión	-0,16	0,93	-0,15	Compatible	
Del levantamiento de polvo en la recepción de los RCD sobre la deposición	-0,34	0,80	-0,27	Moderado	Se adoptarán una serie de medidas para reducir las condiciones de polvo a la atmósfera como consecuencia del paso de camiones por los caminos exteriores e interiores.
Del levantamiento de polvo en la transformación de los RCD sobre la deposición	-0,61	0,83	-0,51	Moderado	Se adoptarán una serie de medidas para reducir las condiciones de polvo a la atmósfera como consecuencia del proceso de machaqueo y trituración de los RCD.
Del levantamiento de polvo en el transporte de los RCD sobre la deposición	-0,26	0,80	-0,21	Moderado	Se adoptarán una serie de medidas para reducir las condiciones de polvo a la atmósfera como consecuencia del paso de camiones por los caminos exteriores e interiores.
De localización del centro de RCD sobre la población	-0,13	0,33	-0,04	Compatible	
De la recogida de RCD sobre la población	0,46	0,46	0,21	Positivo	
De la mano de obra sobre la población	0,04	0,66	0,03	Positivo	
De la recogida de RCD sobre las áreas de mercado	0,62	0,36	0,22	Positivo	

Tabla 15. Valor final del impacto en unidades homogéneas.

3.7. Totalización del impacto del proyecto.

Para poder calcular el valor total del impacto del proyecto (tabla 16) realizaremos la suma ponderada de los impactos sobre cada factor. Para ello hay que realizar antes una estimación de la importancia relativa de cada uno de ellos, dándole a cada uno un peso relativo, de esta manera se corrigen posibles desequilibrios entre valores. Dichos pesos se atribuyen repartiendo 1000 puntos entre los factores de cada nivel (Gómez, 1999).

FACTOR	Peso relativo (P_i)	IMPACTO	Valor del Impacto (V_i)	Valor Ponderado (P_i·V_i)/1000
Edafología	60	Del desbroce y movimiento de tierras	-0,93	-0,0558
Erosión	70	Del desbroce y movimiento de tierras	-0,15	-0,0105
Deposición	25	Levantamiento de polvo en la recepción de los RCD	-0,27	-0,00675
Deposición	40	Levantamiento de polvo en la transformación de los RCD	-0,51	-0,0204
Deposición	25	Levantamiento de polvo en el transporte de los productos elaborados	-0,21	-0,00525
Población	150	De localización y situación del centro de gestión y transformación de RCD	-0,04	-0,006
Población	310	De la recogida de RCD	0,21	0,0651
Población	120	De la mano de obra	0,03	0,0036
Áreas de mercado	200	De la recogida de RCD	0,22	0,044
Impacto final del proyecto (suma ponderada)				0,008

Tabla 16. Impacto final del proyecto.

Como resultado del impacto final del proyecto sería de 0,008 y por tanto, sería viable desde el punto de vista ambiental, siempre teniendo en cuenta las medidas correctoras y de seguimiento que habría que llevar a cabo.

El valor positivo indica que el proyecto ayuda a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos resolviéndose un problema ambiental.

3.8. Medidas protectoras.

Las medidas protectoras las realizaremos sobre los impactos moderados y no compatibles (tabla 17), las cuales consisten en introducir una serie de modificaciones para compensar, disminuir o evitar el impacto producido por el proyecto.

Para conseguir compensar el daño provocado con el desbroce y movimiento de tierras, se propone rodear el centro de gestión y transformación de RCD por una serie de setos y arbustos autóctonos, contribuyendo a reducir su impacto visual y mejorar a la vez su aceptación por la población, medida ya aplicada en Gran Bretaña, para mejorar la integración paisajística de los invernaderos (Roggea y col., 2008).

Para disminuir el levantamiento de polvo producido en la recepción de los RCD como durante el transporte de los productos elaborados en la planta se adoptará la misma medida que consiste en el asfaltado de caminos, en la fase de construcción.

Con el fin de que disminuya el levantamiento de polvo en la zona de playa, donde se vierten los materiales recepcionados, se realizará una solera de hormigón.

Para reducir el levantamiento de polvo, en la fase de explotación, se ha determinado por la adopción de un sistema de niebla seca y tensoactivo. Este sistema se basa en la atomización de agua y tensoactivo con la ayuda de aire a presión, de esta manera se crea una envolvente de micropartículas de agua creando como una especie de barrera para las partículas de polvo.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

IMPACTO		Del desbroce y movimiento de tierras sobre la edafología	
Medida asociada		Rodear la planta de setos y arbustos autóctonos junto con el ajardinamiento interior	
Objetivo		Reponer el daño causado al eliminar las especies propias de la zona	
Tipo de medida		Obligatoria	
Carácter		Correctora	
Fase en que se ejecuta la medida		Fase de construcción	
Nº de impactos o factores a que se dirige		Polivalente (edafología, aceptación del proyecto por la población)	
Entidad responsable de la medida		El promotor	
Impacto residual		No estimado	
Impacto de la propia medida		Ninguna	
Coste de inversión		Medio	
Precauciones de conservación		Asegurar la conservación y cuidado del ajardinado	
Mantenimiento y control		Control de malas hierbas	
Urgencia		Media	
Documento en que debe incluirse		Proyecto Técnico	
Facilidad de ejecución		Alta	
Eficacia		Alta	
IMPACTO		Del levantamiento de polvo en la recepción de RCD	
Medida asociada		Asfaltado de los caminos tanto interiores como de acceso a la finca	
Objetivo		Evitar el levantamiento de polvo y la posterior deposición del mismo	
Tipo de medida		Obligatoria	
Carácter		Correctora	
Fase en que se ejecuta la medida		Fase de construcción	
Nº de impactos o factores a que se dirige		Polivalente (erosión, deposición)	
Entidad responsable de la medida		El promotor en el caso de los caminos interiores y la autoridad competente en el caso de los caminos exteriores.	
Impacto residual		No estimado	
Impacto de la propia medida		Emisión de ruidos durante los trabajos de asfaltado de los caminos.	
Coste de inversión		Alto	
Precauciones de conservación		Asegurar el buen drenaje de los caminos	
Mantenimiento y control		Control de malas hierbas en las cunetas y el buen estado del firme	
Urgencia		Alta	
Documento en que debe incluirse		Proyecto Técnico	
Facilidad de ejecución		Media	
Eficacia		Alta	

Tabla 17. Medidas correctoras de los impactos moderados y no compatibles.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

IMPACTO	Del levantamiento de polvo en la transformación de los RCD
Medida asociada	Implantación de sistema de niebla seca y tensoactivo
Objetivo	Evitar el levantamiento de polvo y la posterior deposición del mismo
Tipo de medida	Obligatoria
Carácter	Correctora
Fase en que se ejecuta la medida	Fase de explotación
Nº de impactos o factores a que se dirige	Deposición
Entidad responsable de la medida	El promotor.
Impacto residual	No estimado
Impacto de la propia medida	Ninguno
Coste de inversión	Alto
Precauciones de conservación	Asegurar el buen funcionamiento del sistema
Mantenimiento y control	Control de su correcto funcionamiento
Urgencia	Alta
Documento en que debe incluirse	Proyecto Técnico
Facilidad de ejecución	Media
Eficacia	Alta
IMPACTO	Del levantamiento de polvo en el transporte de productos elaborados
Medida asociada	Asfaltado de los caminos tanto interiores como de acceso a la finca
Objetivo	Evitar el levantamiento de polvo y la posterior deposición del mismo
Tipo de medida	Obligatoria
Carácter	Correctora
Fase en que se ejecuta la medida	Fase de construcción
Nº de impactos o factores a que se dirige	Polivalente (erosión, deposición)
Entidad responsable de la medida	El promotor en el caso de los caminos interiores y la autoridad competente en el caso de los caminos exteriores.
Impacto residual	No estimado
Impacto de la propia medida	Emisión de ruidos durante los trabajos de asfaltado de los caminos.
Coste de inversión	Alto
Precauciones de conservación	Asegurar el buen drenaje de los caminos
Mantenimiento y control	Control de malas hierbas en las cunetas y el buen estado del firme
Urgencia	Alta
Documento en que debe incluirse	Proyecto Técnico
Facilidad de ejecución	Media
Eficacia	Alta

Tabla 17. Medidas correctoras de los impactos moderados y no compatibles (continuación).

3.9. Programa de vigilancia ambiental.

Se establece este documento con la finalidad de garantizar el cumplimiento de las medidas correctoras contenidas en el estudio de impacto ambiental. Por ello se llevará a cabo un plan de seguimiento y control de las distintas medidas con el fin de asegurar su aplicación efectiva, se proponen los siguientes puntos relativos a los impactos negativos calificados como moderados o severos.

3.9.1. Ajardinamiento externo del centro de gestión y transformación de los RCD.

a) Objetivo 1: Compensar la eliminación de la flora autóctona en el espacio ocupado por el centro.

b) Objetivo 2: Conseguir la integración paisajística del centro y a la vez contribuir a que sea aceptado por mayor parte de la población el desarrollo de esta actividad.

-Indicador de realización: % de la superficie destinada a jardín, que se encuentra ajardinada.

-Frecuencia: controles periódicos a partir de su plantación, la cual se realizará en el final de la fase de construcción. Cada mes se supervisará el estado del jardín eliminando sus malas hierbas y dispondrá de un sistema de riego por goteo si fuese necesario.

-Valor Umbral: $\leq 90\%$ de la superficie total dedicada a seto.

-Momento del análisis del Valor Umbral: En el momento que quede visible el interior del centro y deje de hacer su función el seto.

-Medidas complementarias: La existencia de personal encargado al cuidado del jardín del centro o bien la contratación de un empresa que supla su función.

3.9.2. Asfaltado de los caminos, tanto interiores como de acceso a las instalaciones y estado de conservación de los mismos.

a) Objetivo 1: Evitar el levantamiento de polvo y la posterior deposición del mismo, durante el transporte de los RCD como de los productos elaborados.

-Indicador de realización: % de la superficie destinada a caminos, tanto interiores como de acceso a la finca, que se encuentren asfaltados.

-Frecuencia: controles periódicos en fase de construcción. Periodicidad mínima bimensual para caminos interiores de la finca, mensual en el caso de caminos exteriores.

- Valor Umbral: $\leq 90\%$ de la superficie total dedicada a los caminos interiores sin asfaltar y $\leq 95\%$ de la superficie total dedicada a los caminos de acceso a la finca sin asfaltar.

- Momento/os de análisis del Valor Umbral: Presencia ostensible de polvo perceptible por simple observación visual, según criterio del Director Ambiental de la Obra. Se procederá a realizar una inspección adicional, en caso de producirse lluvias torrenciales.

- Medida/as complementarias: Hasta que concluyan los trabajos de asfaltado de los caminos, se regarán los mismos diariamente y, si así lo estimara conveniente el Director Ambiental de la Obra, se recubrirán de yeso antes de efectuar el riego sobre ellos.

b) Objetivo 2: Reducir el riesgo de accidentes en los caminos tanto interiores como de acceso a la finca.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

- Indicador de realización: % de la superficie total dedicada a caminos, tanto interiores como de acceso a la finca, que se encuentra en perfecto estado de conservación.
- Frecuencia: Periodicidad mínima bimensual para los caminos interiores de la finca, mensual en el caso de los caminos exteriores.
- Valor Umbral: $\leq 90\%$ de la superficie total dedicada a los caminos interiores en perfecto estado de conservación y $\leq 95\%$ de la superficie total, en el caso de los caminos de acceso a la finca.
- Momento/os de análisis del Valor Umbral: Tras cada control.
- Medida/as complementarias: Hasta que concluyan los trabajos de asfaltado de los caminos, se limitará la velocidad de circulación en los mismos y se señalizarán convenientemente los tramos de los mismos que se encuentren en obras.

3.9.3. Dotación de sistema de niebla seca y tensoactivo a la instalación de transformación.

a) Objetivo 1: Evitar el levantamiento de polvo y la posterior deposición del mismo, durante el machaqueo de los RCD.

- Indicador de realización: % de la instalación total del sistema de niebla seca y tensoactivo, que se encuentre realizada.
- Frecuencia: Periodicidad mínima anual.
- Valor Umbral: Cualquier desperfecto que se pudiera dar en la instalación, ya que un exceso de humedad provocaría problemas en el cribado, apelmazamientos del material en el acopio o el transporte y por consiguiente una disminución en la producción, y claro un defecto de ésta provocaría que el sistema no cumpliera su objetivo de evitar el levantamiento de polvo.
- Medidas complementarias: Se observará por los operarios de la instalación de transformación de los RCD el estado del sistema, observando si se da cualquier incidencia en él, que no de unos resultados óptimos para el desarrollo de la actividad.
- Información a proporcionar por parte del contratista: se requerirá al constructor, la garantía del sistema instalado.

3.10. Propuesta de medidas correctoras y el programa de vigilancia tanto en la fase de ejecución de la actividad proyectada como en la de funcionamiento.

Desde el punto de vista medioambiental, los principales impactos que implica el proyecto objeto de esta Evaluación de Impacto Ambiental se pueden resumir en los siguientes:

3.10.1. Impactos negativos.

- **Impacto del movimiento del terreno sobre la edafología.** Su calificación es de moderado ya que dicho impacto aunque negativo, será asumible desde el punto de vista medioambiental, es un impacto inevitable debido a que en cualquier lugar que emplacemos el centro causará daños o modificaciones similares en el suelo. Por ello en el lugar donde ubicaremos el centro no existirá ninguna especie protegida evitando daños mayores. Como medida protectora para intentar compensar el impacto sufrido se contemplará el ajardinamiento interno y alrededor del centro.
- **Impacto del movimiento de terreno sobre la erosión.** Tras su valoración, este impacto obtuvo la calificación de compatible, por lo que en principio se considera poco importante ya que el daño se causa únicamente en el espacio ocupado por el centro. Además está previsto, ya en proyecto, el ajardinamiento de las zonas libres de instalaciones dentro del propio centro de gestión y transformación. Dicho ajardinamiento interno tratará de compensar los efectos negativos que causa este impacto.
- **Impacto del levantamiento de polvo en la recepción de los RCD sobre la deposición.** Se trata de un impacto valorado como moderado y para el cual se han diseñado una serie de medidas correctoras que tienen como fin el reducir las emisiones de polvo a la atmósfera, derivado del paso de los vehículos por los caminos y a la hora de descargar los RCD en la playa, donde se realizará la primera clasificación. Dichas medidas tratan en:
 - Asfaltado de todos los caminos, tanto interiores como de acceso al centro de gestión y transformación de los RCD.
 - Riego diario de los caminos por un tractor-cuba de riego mientras finalicen los trabajos de asfaltado.
 - Se realizará una losa de hormigón en la zona de playa para evitar el levantamiento de polvo cuando se depositen en ella los RCD recepcionados, facilitando su posterior clasificación.
- **Impacto del levantamiento de polvo en la transformación de los RCD sobre la deposición.** Este impacto es uno de los más importantes que provoca este tipo de actuaciones, el cual tiene una calificación de moderado. Se manifiesta en la instalación de transformación, durante el machaqueo de los residuos, por ello se propone, en proyecto, la implantación de un sistema de niebla seca y tensoactivo. Esta pulverización de la disolución provoca que con un mínimo de humedad aportada al material procesado se obtengan resultados óptimos.
- **Impacto de localización y emplazamiento sobre la población.** Cuando se valoró este impacto fue calificado como compatible, es decir no se considera un

impacto muy importante; ya que el beneficio social que produce el desarrollo de esta actividad en la zona es mayor que el perjuicio de la población donde se ubica, donde mejora la calidad humana de la provincia. Se contemplan las siguientes medidas correctoras con el fin de ayudar a que el centro de gestión y transformación de RCD sea aceptado por mayor parte de la población:

-Se situará a 2 km del núcleo urbano más cercano con el fin de que el paso de camiones al centro no molesten a los vecinos, ni por los ruidos emitidos ni por el levantamiento de polvo que se pudiera producir.

-Se contempla la posibilidad de realizar una indemnización económica a los propietarios de las fincas sobre las que se realice el centro.

-Como se ha comentado en uno de los apartados anteriores, se procederá a ejecutar un ajardinamiento alrededor del centro para ayudar a su integración paisajística y por tanto ayude a su aceptación social.

- **Impacto del levantamiento de polvo en el transporte de los productos elaborados sobre la deposición.** Está valorado como un impacto moderado y para el cual se han diseñado unas medidas correctoras que tienen como fin el reducir las emisiones de polvo a la atmósfera, derivado del paso de los vehículos por los caminos. Dichas medidas tratan en:

-Asfaltado de todos los caminos, tanto interiores como de acceso al centro de gestión y transformación de los RCD.

-Riego diario de los caminos por un tractor-cuba de riego mientras finalicen los trabajos de asfaltado.

3.10.2. Impactos positivos.

- **Impacto de la recogida de RCD sobre la población.** Se trata de un impacto de gran importancia ya que afecta directamente a una comarca de municipios en la que actualmente no tienen donde gestionar este tipo de residuos, repercutiendo indirectamente a la mejora de la calidad de vida de los habitantes de la provincia, consiguiendo:

-Eliminación de las escombreras y vertidos incontrolados en los municipios de Almería, evitando así la degradación del medio ambiente de la zona.

-Alargar la vida útil de los vertederos, ya que al reciclar gran parte de los residuos de construcción y demolición se alivian las entradas de material a éstos.

-La recuperación de espacios naturales degradados, ayudando a la eliminación de los residuos ya vertidos y proporcionando material para la restauración de aquellos que lo necesiten.

-Aprovechamiento de los residuos tratados como material para construcción. El usar áridos reciclados favorece la protección de los entornos en los que se obtienen los áridos naturales, ya que disminuye la necesidad de la extracción de éstos al existir un producto sustitutivo.

- **Impacto de la contratación de mano de obra en el centro de gestión y transformación de RCD sobre la población.** El centro de gestión y transformación de RCD generará de 8 a 12 puestos de trabajo siendo este número variable, dependiendo del volumen de entrada de residuos en planta. Siempre que el nivel de cualificación lo permita se intentará que los operarios contratados pertenezcan al municipio donde se ubica el centro, en concreto para el municipio, el cual en la actualidad cuenta con 250 personas sin empleo estaríamos hablando de una recuperación entorno al 3-5%.
- **Impacto de la recogida de RCD sobre las áreas de mercado.** La instauración de esta actividad en la provincia ayudará a la creación de empresas que gestionen los materiales generados en este centro, como los áridos reciclados o cualquier material noble que se pueda recuperar tras la previa clasificación, los cuales tienen una buena aceptación en el mercado.

4. CONCLUSIONES.

A partir del estudio realizado sobre la gestión actual de residuos de construcción y demolición en Almería, es fácil darse cuenta que es necesaria la implantación de una nueva planta que solucione la problemática con la que se encuentran los constructores de la zona.

La obtención de productos reciclados y materiales a los que poder dar una segunda oportunidad es la clave para sobrevivir en estos tiempos tan difíciles para el sector de la construcción, se deben de potenciar en primer lugar reducir los residuos generados, reutilizar los materiales, cambiándoles su primer uso si lo permiten y es lo deseado y por último lugar el reciclaje.

Frente a los beneficios producidos por esta actividad, desde el punto de vista medioambiental, este proceso es más ventajoso que el dejar acumular sin control materiales en vertederos incontrolados, desaprovechando innumerables usos de materiales dejados al olvido así como las energías invertidas en ellos.

Como hemos podido comprobar, la implantación de este centro de gestión y transformación de RCD trae consigo unas acciones que pueden resultar molestas para la población y los profesionales del sector, tales como: el levantamiento de polvo y su posterior deposición, los ruidos producidos en ella, la localización de una actividad no deseada etc.

Con el fin de disminuir y compensar los impactos descritos se proponen una serie de medidas correctoras como el ubicar el centro a 2 km del núcleo de población más cercano, integrarlo paisajísticamente con la colocación de un seto a su alrededor, el asfaltado de los caminos de acceso e interiores con el fin de reducir el levantamiento de polvo además de implantar un sistema de niebla seca y tensoactivo en el área más conflictiva del centro, la de transformación.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

AGRADECIMIENTOS.

A Ángel Jesús Callejón Ferre, Dr. Ingeniero Agrónomo del departamento de Ingeniería Rural de la Universidad de Almería, por haber orientado el trabajo de investigación.

A Isabel M^a Martínez Flores, Ingeniera Informática de Gestión, por haberme ayudado con el desarrollo del trabajo.

A mi marido, Matías, por haberme apoyado durante la elaboración de este trabajo.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

REFERENCIAS

BOE 1997, Ley 11/97, de 24 de abril, de envases y residuos de envases. Boletín Oficial del Estado número 99 de 25/4/1997.

BOE 1998, Ley 10/98, de 21 de abril, de residuos. Boletín Oficial del Estado número 96 de 22/4/1998.

BOE 2001, Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. Boletín Oficial del Estado número 25 de 29/01/2002.

BOE 2002, Orden MAM 304/2002, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la L.E.R. Boletín Oficial de Estado número.43, de 8/02/2002.

BOE 2008, Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de la construcción y demolición. Boletín Oficial del Estado número 38 de 2/02/2008.

BOE 2008, Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos. Boletín Oficial del Estado No. 23, 26/01/2008.

BOE 2009, PNIR. Plan Nacional Integrado de Residuos, 2008-2015. Anexo 6: II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición. Boletín Oficial del Estado número 49 de 26/02/2009.

BOJA 1995, Decreto 283/95, por el que se aprueba el Reglamento de residuos de la CC.AA.de Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía número161, de 21/11/1995.

BOJA 2007, La ley 7/2007, de 9 de julio, de gestión integrada de la calidad ambiental. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía número143 y núm. 190, de 10/07/2007.

BOJA 2010, Decreto 397/2010, de 2 de noviembre por el que aprueba el Plan Director Territorial de la Gestión de Residuos no peligrosos de Andalucía (2010-2019). Boletín Oficial de la Junta de Andalucía número 231, 25/11/2010.

BOP 2004, Ordenanza sobre gestión Medioambiental de Residuos inertes, 15 Mayo 2004.Boletín Oficial de la Provincia, número 83, 30/04/ 2004.

Callejón -Ferre, A. J., Carreño Ortega, A., Sánchez-Hermosilla López, J, Pérez Alonso, J. 2010, Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de residuos sólidos agrícolas en la provincia de Almería (España). Informes de la construcción 62, 518 , 79-93.

Camacho Ferre, F., Callejón Ferre, A. J., Fernández Rodríguez, E., Montoya García, M. E., Moreno Cascó, J., Valverde García, A., Galán López, M. y Rodríguez Rodríguez, M. P. 2000, Estudio Técnico de Plan de Higiene Rural. Término Municipal de Níjar. Ed. Mónsul Ingeniería S.L., Almería, España. 554 p.p.

Campo Lozano R., 2011, Reutilización de los materiales de construcción. Un paso intermedio necesario. RESIDUOS la revista técnica de medio ambiente, 121, 54-60.

Máster interuniversitario de representación y diseño en Ingeniería y Arquitectura

Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de RCD en la provincia de Almería

Laura Vera Cano

DOCE 1991, 91/156/CEE de 18 de marzo de 1991, por la que se modifica la 75/442/CEE. Diario Oficial de la Comunidad Europea, número 78/L, de 26/03/ 1991.

DOCE 1996, 96/350/CEE Decisión de la Comisión de 24 de mayo de 1996 por la que se actualiza 75/442/CEE. Diario Oficial de la Comunidad Europea, número L 135 de 06/06/1996.

DOCE 1997, 97/C76/01 Resolución del Consejo de 24 de febrero de 1997 sobre una estrategia comunitaria de gestión de residuos. Diario Oficial de la Comunidad Europea, número 76 de 11/03/1997.

DUOE 1975, 75/442/CEE de 25 de julio de 1975, relativa a los residuos. Diario Oficial de la Unión Europea, 25/06/ 1975.

Gómez, D. 1988, Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos Agrarios. Ed. Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA). Madrid. 270 pp. ISBN: 84-7479-677-6

Gómez, D. 1999, Evaluación de Impacto Ambiental. Ed. Mundiprensa y Editorial Agrícola Española. Madrid. 701 pp.

INE, Instituto Nacional de Estadística, 2011, Cifras de población y censos, http://www.ine.es/inebmenu/mnu_cifraspob.htm. (Accesible 23-mayo-2011).

Ministerio de Fomento, 2011, Construcción de edificios 2005-2009 http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ESTADISTICAS_Y_PUBLICACIONES/INFORMACION_ESTADISTICA/Construccion/ (Accesible 25-mayo-2011).

Morán del Pozo J. M., Valdés A. J., Aguado P. J., Guerra M. I., Medina C. ,2011, Estado actual de la gestión de residuos de construcción y demolición: limitaciones, Informes de la Construcción 63, 521, 89-95.

Payraudeau S., Van der Werf H. M. G. 2005, Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. *Agricultura Ecosystems & Environment*. 107, 1-19.

Rogge E. Nevensa F., Gulinckb H., 2008, Reducing the visual impact of ‘greenhouse parks’ in rural landscapes. *Landscape and Urban Planning* 87, 76–83.

Solís-Guzmán J., Marrero M., Montes-Delgado M.V., Ramírez-de-Arellano R. , 2009, A Spanish model for quantification and management of construction waste. *Waste Management* 29, 2542–2548.

Solís-Guzmán, 2008, El Nuevo modelo de gestión de residuos de construcción en la edificación. *Cercha, la revista de los aparejadores y arquitectos técnicos* 97, 12-14.

Symonds, ARGUS, COWI y PRC Bouwcentrum, 1999, Construction and Demolition. Waste Management Practices and their Economic Impacts. Report to DG XI European Commission, Department of the Environment Transport and the Regions, HMSO, London.

Van der Werf H. M. G., Tzilivakis J., Lewis K., Basset-Mens C. 2007, Environmental impacts of farm scenarios according to five assessment methods. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 118 (1-4): 327-338.

MASTER OFICIAL INTERUNIVERSITARIO REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

RESUMEN

RESUMEN.

El sector de la construcción está unido a uno de los grandes problemas del mundo, la producción de los residuos de construcción y demolición (RCDs). El residuo que se genera es muy variado, pero fácilmente reintegrable ya que por sus características se pueden obtener desde áridos reciclados hasta llegar a crear un nuevo concepto de construcción que abarque la reutilización global de sus materiales. Para poder gestionar y transformar los residuos en productos elaborados, se hace necesaria la implantación de una nueva planta de gestión y tratamiento de RCDs en Almería, provincia en la que no existen medios suficientes para llevar a cabo esta tarea.

El objetivo principal de este trabajo es conseguir la mejora del entorno mediante la realización del estudio de impacto ambiental de una Planta de gestión y transformación de los RCD. Para tal fin se ha utilizado un método contrastado de evaluación de impacto ambiental, teniendo en cuenta las acciones y el medio.

En esta planta se realizará una clasificación de los residuos atendiendo a su composición, donde por medio de la trituración se obtendrán los áridos reciclados para posteriormente comercializarlos, también se gestionaran los productos férricos y cualquier material noble, poniéndolo a disposición de aquellas empresas que los distribuyan. Los efluentes que se emitirán serán mayoritariamente los ruidos provocados por los vehículos que transporten el material y el levantamiento de polvo durante el proceso de machaqueo sin olvidar la variación que sufrirá el entorno donde se instale. Mediante la evaluación de impacto ambiental se concluye que es mejor gestionar los residuos, fomentando su reducción, reutilización y reciclándolos que vertiéndolos de forma descontrolada en vertederos o escombreras.

Palabras clave: residuos de construcción y demolición (RCDs), reutilización global, gestión, clasificación, trituración, impacto ambiental.

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



