

Demolición de edificios de
escuelas anejas y antiguas
residencias en el campus de
Teruel.

Universidad de Zaragoza.

AUDITORÍA PREEJECUCIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN	2
3. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS DE DEMOLICIÓN	3
4. SERVICIOS DISPONIBLES	9
4.1 Identificación de mercado para los materiales reciclados y recuperados	9
4.2 Identificación del potencial de recuperación y reutilización tanto dentro del emplazamiento como fuera	11
4.3 Valoración local y nacional de los materiales	13
4.4 Recomendaciones de separación	15
4.5 Cuantificación ambiental	18
5. MEDIDAS PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS MATERIALES Y LA MANO DE OBRA PARA REDUCIR LOS RESIDUOS Y MAXIMIZAR LOS BENEFICIOS	20
ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRAFICO	

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objetivo facilitar información precisa sobre el destino de los residuos generados en la "*Demolición de edificios de escuelas anejas y antiguas residencias en el campus de Teruel*". Se especifica que materiales pueden recuperarse y cuales reciclarse, con el fin de reducir los costes y el impacto ambiental de la eliminación de dichos residuos. Además, con ello se pretende posibilitar el ahorro derivado de la reutilización de materiales existentes, así como la obtención de ingresos por la venta de aquellos que no son necesarios.

Para la elaboración de este documento, y dar respuesta a los requisitos exigidos por el sistema de certificación sostenible Breeam ES, se han seguido los siguientes pasos;

- Estimación de residuos de demolición.
- Identificación de la potencialidad de reutilización y reciclaje de los residuos estimados.
- Identificación de las necesidades de materiales de la obra y potencialidad de la reutilización y reciclaje de residuos en la obra.
- Identificación de mercados y valor de los materiales.
- Análisis económico atendiendo a los diferentes escenarios estudiados.
- Propuesta de medidas para la segregación y reducción de residuos.
- Valoración ambiental.

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

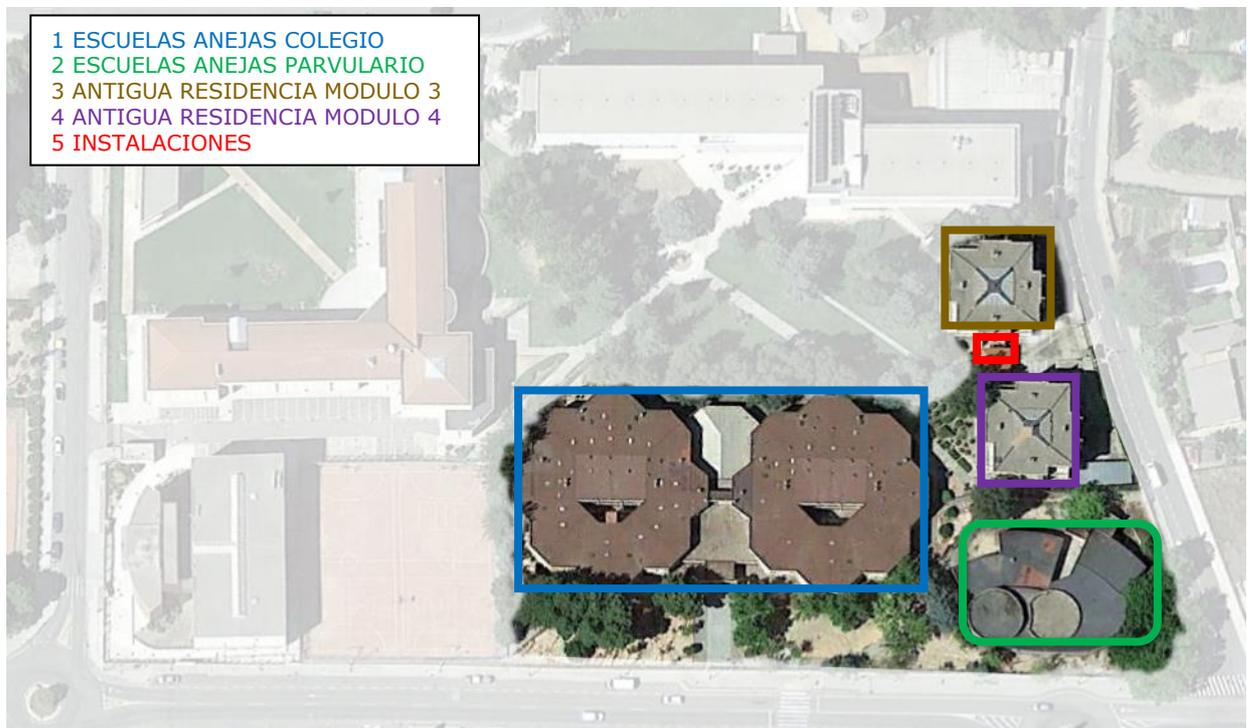
Las actuaciones programadas por la Universidad de Zaragoza de "Demolición de edificios de escuelas anejas y antiguas residencias en el campus de Teruel" y que se localizan en la Comunidad Autónoma de Aragón, concretamente en el Campus de Teruel, en las inmediaciones del cruce entre las calles Leocadio Brun y Carretera Alcañiz. término municipal de Teruel

Los edificios objeto de la demolición se encuentran situados en dos parcelas catastrales. Una de ellas es la parcela con referencia catastral 0688201XK6608H0001FL. Con una superficie total de 9.880 m² y una superficie edificada de 5.785 m², contiene los edificios denominados como "Escuelas anejas-colegio" y "Escuelas anejas-parvulario".

La segunda parcela catastral tiene la referencia 0688202XK6608H0001ML, con una superficie de 21.610 m², de las cuales 5870 m² son edificios, contiene los edificios "Antigua residencia Modulo 3" y "Antigua residencia Modulo 4" junto al edificio denominado "Instalaciones", los cuales suponen unos 713 m² del total de superficie edificada.

La Universidad de Zaragoza tiene previsto construir una nueva infraestructura educativa, destinada al centro de Recursos para el Aprendizaje en el Campus de Teruel, en el espacio ocupado por las edificaciones a demoler, con el objetivo de mejorar las condiciones del Campus teniendo en cuenta que estas edificaciones presentan un elevado grado de falta de funcionalidad y mala calidad constructiva para su rehabilitación y es por lo que se hace necesaria la demolición.

Existen actualmente accesos para tráfico rodado y peatonal por Leocadio Brun y peatonal por carretera de Alcañiz.



3. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS DE DEMOLICIÓN

Las obras definidas en el presente proyecto se encuentran ubicadas dentro de la **Comunidad Autónoma Aragón**, y dentro de ella en el término municipal de **Teruel**, concretamente en el Campus Teruel.

Para cumplir con el objetivo del presente documento, el primer paso que se ha realizado ha sido la identificación de los residuos que se generarán por las actividades de demolición.

La estimación de los residuos se ha realizado atendiendo a las mediciones del proyecto de demolición, se han contrastado los datos mediante comparativas con la metodología para el cálculo de residuos del País Vasco, (IHOBE) así como la experiencia adquirida por el equipo redactor en obras similares.

En la siguiente tabla se presenta la estimación de residuos que se generarán por las demoliciones del **edificio Escuelas anejas-Colegio**.

Estimación cantidades y Presupuesto de la Gestión de Residuos			
DATOS	Superficie construida	5.520,00	m2
	Volumen de tierras de excavación	0,00	m3
CODIGO	RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION	Peso (T)	Vol. (m3)
De naturaleza pétreo			
17 01 01	Hormigón	1.407,60	601,68
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	4.548,48	3.245,76
17 02 02	Vidrio	33,12	22,08
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición	44,16	99,36
De naturaleza no pétreo			
17 02 01	Madera	309,12	557,52
17 02 03	Plástico	138,00	154,56
17 03 02	Mezclas bituminosas (sin alquitran)	143,52	121,44
17 04 07	Metales mezclados	182,16	132,48
17 04 11	Cables (que no contengan hidrocarburos ni alquitran)	4,97	4,97
17 06 04	Materiales de aislamiento (que no contengan sustancias peligrosas)	16,01	55,20
17 08 02	Materiales a partir de yeso (que no contengan sustancias peligrosas)	77,28	71,76
Potencialmente peligrosos y otros			
15 01 06	Envases mezclados	60,72	71,76
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas	3,31	2,76
17 04 10	Cables que contienen sustancias peligrosas	2,76	1,66
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (Basura)	7,73	11,04
Subtotal		6.978,94	5.154,03

Estimación de residuos generados por la demolición del edificio Escuelas anejas-Colegio.

En la siguiente tabla se muestra la estimación de residuos que se generará por la demolición de integra del **edificio Escuelas Anejas -Parvulario**.

Estimación cantidades y Presupuesto de la Gestión de Residuos			
DATOS	Superficie construida	810,00	m2
	Volumen de tierras de excavación	0,00	m3
CODIGO	RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION	Peso (T)	Vol. (m3)
De naturaleza pétreo			
17 01 01	Hormigón	206,41	88,23
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	667,00	475,54
17 02 02	Vidrio	4,86	3,23
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición	6,47	14,56
De naturaleza no pétreo			
17 02 01	Madera	38,42	81,75
17 02 03	Plástico	20,24	22,66
17 03 02	Mezclas bituminosas (sin alquitran)	21,04	17,81
17 04 07	Metales mezclados	26,71	19,42
17 04 11	Cables (que no contengan hidrocarburos ni alquitran)	0,73	0,75
17 06 04	Materiales de aislamiento (que no contengan sustancias peligrosas)	2,77	8,09
17 08 02	Materiales a partir de yeso (que no contengan sustancias peligrosas)	11,33	10,52
Potencialmente peligrosos y otros			
15 01 06	Envases mezclados	8,90	10,52
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas	0,58	0,71
17 04 10	Cables que contienen sustancias peligrosas	0,48	0,42
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (Basura)	1,13	1,61
Subtotal		1.017,07	755,82

Estimación de residuos generados por la demolición del edificio Escuelas Anejas - Parvulario

En la siguiente tabla se presenta la estimación de residuos que se generarán por las demoliciones del **edificio Antigua Residencia -Modulo 3**

Estimación cantidades y Presupuesto de la Gestión de Residuos			
DATOS	Superficie construida	1.192,20	m2
	Volumen de tierras de excavación	0,00	m3
CODIGO	RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION	Peso (T)	Vol. (m3)
De naturaleza pétreo			
17 01 01	Hormigón	292,72	129,94
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	982,37	701,01
17 02 02	Vidrio	7,15	4,77
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición	9,53	21,45
De naturaleza no pétreo			
17 02 01	Madera	66,76	120,41
17 02 03	Plástico	29,80	33,38
17 03 02	Mezclas bituminosas (sin alquitran)	30,99	26,23
17 04 07	Metales mezclados	39,34	28,61
17 04 11	Cables (que no contengan hidrocarburos ni alquitran)	1,07	1,07
17 06 04	Materiales de aislamiento (que no contengan sustancias peligrosas)	1,92	1,92
17 08 02	Materiales a partir de yeso (que no contengan sustancias peligrosas)	16,69	15,50
Potencialmente peligrosos y otros			
15 01 06	Envases mezclados	13,11	15,49
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas	0,60	0,60
17 04 10	Cables que contienen sustancias peligrosas	0,36	0,36
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (Basura)	1,66	2,38
Subtotal		1.494,07	1.103,12

**Estimación de residuos generados por la demolición del edificio Antigua Residencia -
Modulo 3**

En la siguiente tabla se presenta la estimación de residuos que se generarán por las demoliciones del **edificio Antigua Residencia -Modulo 4.**

Estimación cantidades y Presupuesto de la Gestión de Residuos			
DATOS	Superficie construida	1.192,20	m2
	Volumen de tierras de excavación	0,00	m3
CODIGO	RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION	Peso (T)	Vol. (m3)
De naturaleza pétrea			
17 01 01	Hormigón	292,72	129,94
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	982,37	701,01
17 02 02	Vidrio	7,15	4,77
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición	9,53	21,45
De naturaleza no pétrea			
17 02 01	Madera	66,76	120,41
17 02 03	Plástico	29,80	33,38
17 03 02	Mezclas bituminosas (sin alquitran)	30,99	26,23
17 04 07	Metales mezclados	39,34	28,61
17 04 11	Cables (que no contengan hidrocarburos ni alquitran)	1,07	1,07
17 06 04	Materiales de aislamiento (que no contengan sustancias peligrosas)	1,92	1,92
17 08 02	Materiales a partir de yeso (que no contengan sustancias peligrosas)	16,69	15,50
Potencialmente peligrosos y otros			
15 01 06	Envases mezclados	13,11	15,49
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas	0,60	0,60
17 04 10	Cables que contienen sustancias peligrosas	0,36	0,36
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (Basura)	1,66	2,38
Subtotal		1.494,07	1.103,12

Estimación de residuos generados por la demolición del edificio Antigua Residencia - Modulo 4.

En la siguiente tabla se presenta la estimación de residuos que se generarán por las demoliciones del **edificio del Módulo de instalaciones**.

Estimación cantidades y Presupuesto de la Gestión de Residuos			
DATOS	Superficie construida	38,43	m2
	Volumen de tierras de excavación	0,00	m3
CODIGO	RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION	Peso (T)	Vol. (m3)
De naturaleza pétrea			
17 01 01	Hormigón	0,92	0,73
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	4,23	2,69
17 02 02	Vidrio	0,08	0,03
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición	0,75	0,37
De naturaleza no pétreo			
17 02 01	Madera	0,27	0,54
17 02 03	Plástico	0,10	0,31
17 03 02	Mezclas bituminosas (sin alquitran)	0,27	0,27
17 04 07	Metales mezclados	0,31	0,27
17 04 11	Cables (que no contengan hidrocarburos ni alquitran)	0,03	0,03
17 06 04	Materiales de aislamiento (que no contengan sustancias peligrosas)	0,11	0,38
17 08 02	Materiales a partir de yeso (que no contengan sustancias peligrosas)	0,04	0,31
Potencialmente peligrosos y otros			
15 01 06	Envases mezclados	0,04	0,19
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas	0,02	0,02
17 04 10	Cables que contienen sustancias peligrosas	0,02	0,01
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (Basura)	0,54	0,77
Subtotal		7,72	6,92

Estimación de residuos generados por la demolición del edificio Módulo de Instalaciones

3.1 Residuos con Amianto

Se recoge en el proyecto de demolición un plan de desamiantado, aunque no se cuantifica, se debe, antes de comenzar con la demolición, retirar los elementos de fibrocemento que conforman la red de evacuación de aguas y/o los conductos de ventilación del mismo material. En el interior del edificio se encontraron elementos verticales de fibrocemento con amianto, y se prevé que la red horizontal sea del mismo material, dentro y fuera de los inmuebles.

La retirada de los diferentes elementos que contengan amianto se realizará en los términos contenidos en el RD 396/2006 de 31 de marzo, para lo cual será requisito indispensable que este trabajo con riesgo de amianto lo lleve a cabo una empresa inscrita en el Registro de Empresas con Riesgo de Amianto (RERA). Dicha empresa deberá presentar un plan de

Demolición de edificios de escuelas anejas y antiguas residencias en el campus de Teruel. Universidad de Zaragoza.



trabajo de retirada de amianto, aprobado por el órgano competente, en el que se detallarán los diferentes pasos del proceso de retirada y eliminación del amianto.

En una fase posterior, se cuantificará la cantidad de residuos de amianto necesarios para realizar el plan de desamiantado, una vez obtenido este dato se incluirá en la auditoria.

4. SERVICIOS DISPONIBLES

4.1 Identificación de mercado para los materiales reciclados y recuperados

Cada uno de los diversos residuos que se originan en la construcción y demolición puede ser sometido a alguna de las diferentes operaciones de reutilización o reciclado que ofrece el mercado. Algunos materiales admiten varias opciones, y para otros sólo es recomendable una.

A continuación, se presentan algunas opciones, completamente **viables** para el presente proyecto, para algunos de los residuos que se generarán por la operación de demolición del proyecto hasta cota 0.

- **Hormigón:** sus residuos son mayormente empleados como la base para construir carreteras y como uno de los componentes para la producción de hormigón nuevo.
- **Madera:** incluso la madera contaminada con pintura puede ser recuperada para darle otro uso. Los restos de estructuras, encofrados y conglomerados de madera son triturados y clasificados para producir combustible o como decoración de paisajismo.
- **Metales:** las puertas, chapas, marcos de ventanas y tuberías son algunos de los metales a los que se les puede dar un segundo uso. El hierro y el acero son metales que para poder ser aprovechados suelen fundirse. Si se recuperan piezas enteras, también es una opción la venta a los comercios de chatarra.
- **Plástico y vidrio:** la reutilización de estos materiales es posible gracias a la industria del reciclaje, donde son enviados previo procedimiento de selección y clasificado.

Además de lo mencionado, en el siguiente cuadro se presentan otras alternativas de uso de los residuos en el mercado.

TIERRA SUPERFICIAL Y DE EXCAVACIÓN	Reutilizar en la formación de paisajes Reutilizar como relleno en la misma obra
ASFALTO	Reciclar como asfalto Reciclar como masa de relleno
HORMIGÓN	Reciclar como grava en hormigones Reciclar como grava suelta en firmes de carreteras o para rellenar agujeros Reciclar como granulado drenante para rellenos, jardines, etc.
OBRA DE FÁBRICA Y PEQUEÑOS ELEMENTOS	Reutilizar los pequeños elementos (tejas, bloques, etc.) Reciclar como grava en subbases de firmes, rellenos, etc.
METALES	Reutilizar Reciclar en nuevos productos
MADERA DE CONSTRUCCIÓN	Reutilizar para andamios y vallados Reciclar para tableros de aglomerado
ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS	Reutilizar
EMBALAJES	Reutilizar los <i>palletes</i> como tarimas o tableros auxiliares para la construcción de la obra Reciclar en nuevos embalajes o productos
ACEITES, PINTURAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS	Reutilizar en la propia obra hasta finalizar el contenido del recipiente

Por todo ello, los sectores del mercado que se pueden considerar como interesados en los residuos de construcción y demolición los siguientes:

- **Sector cementero:** con el objetivo de minimizar la extracción de materia prima, pueden requerir residuos minerales, tales como áridos, gravas, tierras, hormigón, como **Cementos el Molino, BEAL Nueva Cerámica o CEMEX Teruel** como empresas a nivel local y **Cementos la Unión** por cercanía.
- **Sector de la construcción:** las empresas contratistas pueden reutilizar y reciclar multitud de residuos para los procesos de construcción, madera, metales, áridos, envases, **Construcciones Lafuente, Turolter Construcciones**, son algunas de las empresas de este sector a nivel local.
- **Sector de acero:** las cadenas de fundición son, en gran medida, alimentadas por metales que previamente han sido tratados por el sector de la chatarra. **Sociedad Anónima Hierros Teruel** es una de las empresas de este sector a nivel local.
- **Sector de reciclaje:** cada vez son más las empresas que nacen en el seno del reciclaje, las cuales fabrican productos en base a materiales reciclados, tales como envases, embalajes, plásticos, papel y cartón, vidrio. **Teruel Recicla y Reciclajes Ballester**, son algunas de las empresas de este sector a nivel local.
- **Sector papelero:** con el objetivo de reducir el consumo de la materia prima (madera), este sector produce papel y cartón en base al reciclaje de sus propios productos. **Financiera Maderera (FINSA) o Biomasa de Teruel**, son algunas de las empresas de este sector a nivel local.

4.2 Identificación del potencial de recuperación y reutilización tanto dentro del emplazamiento como fuera

Una vez realizada la estimación de residuos, se ha procedido a identificar la potencialidad de reutilización y reciclaje para cada uno de los residuos identificados.

Para cada uno de los residuos se señala la potencialidad de reciclaje y reutilización tanto en el propio emplazamiento como en fuera del emplazamiento.

A este respecto cabe mencionar que la mayoría de los edificios han sido vaciados, por lo que no existe mobiliario para poder ser utilizado en otros proyectos ya que esta acción se realizó, aunque no existe una trazabilidad de estos objetos.

Respecto al cableado y debido a la continua evolución de la reglamentación de baja tensión, no se considera técnicamente viable la reutilización directa del cableado si bien su porcentaje de reciclado será el 100%.

De igual forma, la madera y el vidrio no se considera su uso directo en la futura nueva edificación planificada, pero no proyectada. La gestión correcta sería que un gestor autorizado la recoja para darle un nuevo uso.

Las medidas de reutilización que se pueden realizar y podrían ser útiles son las siguientes:

- **Utilaje hidrodinámico:** sistemas de control, bombas, válvulas del sistema de ACS y calefacción pueden ser reutilizadas si se verifica su buen estado.

Se quiere recalcar que la Universidad de Zaragoza tiene integrada este tipo de actuación y que tiene previsto ponerla en marcha en cuanto el timing del proyecto lo permita, descociendo, en este momento, el alcance final que pueda tener. Tan pronto como se tengan se irán añadiendo los datos.

Para determinar la potencialidad de reutilización y reciclaje de los residuos se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Medidas llevadas a cabo por la Universidad de Zaragoza para fomentar la reutilización y reciclaje.
- Labores previas realizadas por la Universidad de Zaragoza (donaciones, retirada y nueva ubicación de mobiliario y enseres,...).
- La voluntad, por parte de la Universidad de Zaragoza, de valorizar la mayor cantidad posible de los residuos valorizables.

Potencialidad, en términos de porcentaje del volumen de residuos, de reutilización y reciclaje de los residuos generados por la Demolición de edificios de escuelas anejas y antiguos residencias en el campus de Teruel.

Debido a la diferencia de tiempos entre la ejecución de la demolición y la construcción de las nuevas instalaciones, es difícil calcular las necesidades y potencial reutilización en obra de los materiales que se necesitarán en la construcción de la nueva infraestructura educativa, destinada al centro de Recursos para el Aprendizaje en el Campus de Teruel, por el cual se realizan las demoliciones.

No obstante, y debido a las políticas crecientes de economía circular y aumento del uso de materiales reciclados, se considera que se llegará a reutilizar el total de los volúmenes calculados, una vez tratado y acopiado en las instalaciones del centro gestor.

La columna de reutilización contiene los porcentajes estimativos de una potencial reutilización, ya sea en la propia obra como en otras exteriores, en el intervalo temporal que dura la construcción de la nueva infraestructura. A partir de estos valores de reutilización la columna de reciclaje se calcula de la diferencia entre el reciclaje del 100%- el % de reutilización.

CODIGO	RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION	POTENCIAL REUTILIZACION				
		Peso (T)	Vol. (m3)	Eliminacion	Reutilización	Reciclaje
De naturaleza pétre						
17 01 01	Hormigón	2.200,37	950,52	0%	10%	90%
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	7.184,45	5.126,01	0%	10%	90%
17 02 02	Vidrio	52,36	34,88	0%	10%	90%
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición	70,44	157,19	0%	80%	20%
De naturaleza no pétre						
17 02 01	Madera	481,33	880,63	0%	50%	50%
17 02 03	Plástico	217,94	244,29	0%	20%	80%
17 03 02	Mezclas bituminosas (sin alquitran)	226,81	191,98	0%	10%	90%
17 04 07	Metales mezclados	287,86	209,39	0%	0%	100%
17 04 11	Cables (que no contengan hidrocarburos ni alquitran)	7,87	7,89	0%	0%	100%
17 06 04	Materiales de aislamiento (que no contengan sustancias peligrosas)	22,73	67,51	0%	15%	85%
17 08 02	Materiales a partir de yeso (que no contengan sustancias peligrosas)	122,03	113,59	0%	25%	75%
Potencialmente peligrosos y otros						
15 01 06	Envases mezclados	95,88	113,45	0%	100%	0%
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas	5,11	4,69	100%	0%	0%
17 04 10*	Cables que contienen sustancias peligrosas	3,98	2,81	100%	0%	0%
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (Basura)	12,72	18,18	100%	0%	0%

Potencialidad de operaciones de reutilización y reciclaje, tanto fuera como en la propia obra, de los residuos generados por la demolición.

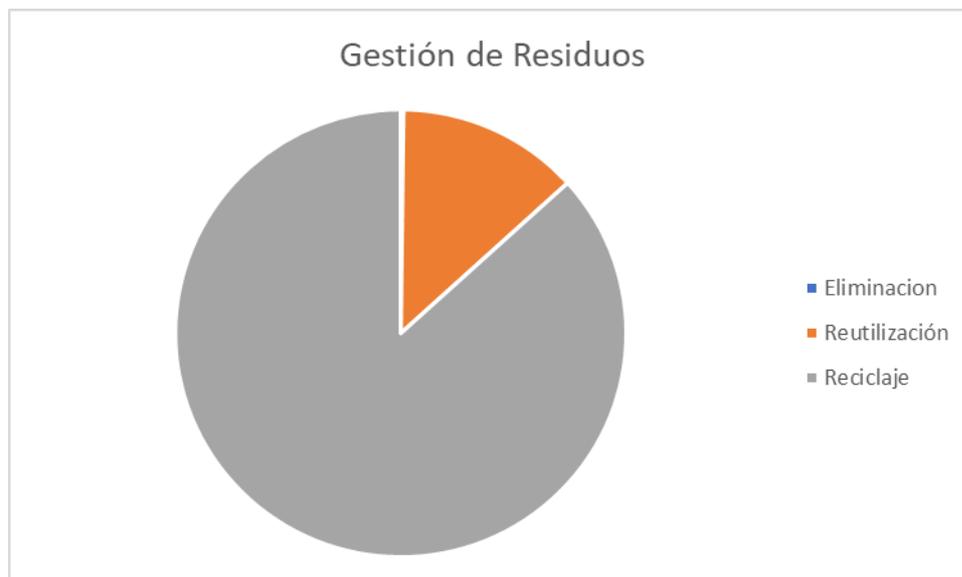
Como se puede observar en lo datos presentados se pretende reutilizar y reciclar el máximo de los residuos generados.

- La mayoría de los residuos de demolición se recogen en gestor autorizado que les puede dar un nuevo uso.
- No se proponen operaciones de reutilización y reciclaje para los residuos peligrosos, por lo que el 100 % de éstos serán gestionados a través de gestor autorizado para su eliminación.
- Tampoco se propone operación de reutilización y reciclaje para los residuos categorizados como residuos domésticos (residuos asimilables a urbano) los cuales serán gestionados a través del servicio de recogida selectiva urbana.

Por último, se presentan un resumen de la distribución de las operaciones propuestas para los residuos estimados;

Global de la actuación:

	Reutilizar	Reciclar	Eliminar
Total	13,07%	86,73%	0,20%



Por tanto, se puede **concluir**;

- El 13,07 % de los residuos generados se reutilizarán en la propia obra o fuera de la obra.
- El 86,73% de los residuos serán valorizados o llevados a plantas de tratamiento para su reciclaje.
- El 0,20% de los residuos serán eliminados.

4.3 Valoración local y nacional de los materiales

Se han analizado diferentes bases de precios de diferentes comunidades y se han consultado precios de distintas empresas del sector de la gestión y reciclaje de residuos. Existen diferencias de precios entre las distintas comunidades, aun así, se ha tratado de estimar un precio medio para realizar el análisis de valor de los materiales a nivel estatal.

Para el caso de la Comunidad de Aragón resulta una tarea más sencilla, al tener la comunidad unas tarifas propuestas mediante una Resolución de la Dirección General de Cambio Climático y Educación Ambiental.

Se detallan a continuación, una estimación media de los precios de residuos tanto inertes como peligrosos, a nivel nacional;

Residuos inertes

- Hormigón: 9,26 €/ Tn
- Morteros: 9,26 €/ Tn
- Prefabricados: 9,26 €/ Tn
- Plásticos: 10,14 €/ Tn
- Ladrillos: 9,26 €/ Tn
- Tejas: 9,26 €/ Tn

- Cerámicos: 9,26 €/ Tn
- Papel y cartón: 10,14 €/ Tn
- Maderas: 10,14 €/ Tn
- Metales: 10,14 €/ Tn
- Vidrio: 10,14 €/ Tn
- RCD: 9,26 €/ Tn
- Tierras y rocas: 3,80 € / Tn

Residuos peligrosos

- Retirada de residuos peligrosos: 166.60 € / Tn
- Envases vacíos de sustancias peligrosas: 19,63 € / Tn

Por otro lado, teniendo en cuenta las tarifas propuestas por el Gobierno de Aragón (Resolución de 17 de enero 2020, de la Directora General de Cambio Climático y Educación Ambiental, por la que se actualizan las tarifas de distintos servicios públicos de gestión de residuos en la Comunidad Autónoma de Aragón), se establecen los siguientes precios para los diferentes tipos de residuos:

- Gestión de escombros limpio: 3.84 €/t
- Gestión de escombros mixto: 5.87 €/t
- Gestión de escombros sucio: 8.79 €/t
- Eliminación de Residuos no peligrosos mediante depósito en vertedero con densidades superiores a 0.7 t/m³: 26.71 €/t
- Eliminación de Residuos no peligrosos mediante depósito en vertedero con densidades superiores a 0.4 t/m³ e iguales o inferiores a 0,7 t/m³: 39.82 €/t
- Eliminación de residuos industriales no peligrosos mediante depósito en vertedero con densidades iguales o inferiores a 0.4 t/m³: 48.89 €/t
- Eliminación de residuos peligrosos mediante depósito en vertedero con densidades superiores a 0.7 t/m³: 121,43 €/t
- Eliminación de residuos peligrosos mediante depósito en vertedero con densidades superiores a 0.4 t/m³ e iguales o inferiores a 0.7 t/m³: 192,42 €/t
- Eliminación de residuos peligrosos mediante depósito en vertedero con densidades superiores a 0.2 t/m³, e iguales o inferiores a 0.4 t/m³: 231,83 €/t
- Eliminación de residuos peligrosos mediante depósito en vertedero con densidades iguales o inferiores a 0.2 t/m³: 427,03€/t
- Recepción y manipulación de residuos presentados en envases contaminados: 8.06 €/envase.

Por lo tanto, ateniendo a los precios aquí presentados se puede obtener una estimación del beneficio económico que supone para la obra la realización de las operaciones de reutilización y reciclaje propuestas. Del mismo modo, una correcta segregación de los residuos durante las operaciones de demolición supondrá también un ahorro económico, ya que de esta manera los residuos podrán ser gestionados por su naturaleza en vez de ser gestionados como escombros sucios.

Por último, cabe mencionar, que todos los residuos que se generarán podrán ser gestionados por gestor autorizado a nivel local, ya que en la provincia de Teruel existen una gran variedad de gestores de residuos, como por ejemplo los que se presentan a continuación;

EMPRESA	RESIDUOS
Áridos Artal, Emipesa	RDC, tierras

EMPRESA	RESIDUOS
Reciclajes Ballesteros, s.l o Desguaces Antonio´s, s.l	Chatarras y metales, papel, cartón y plástico
Teruel Recicla o Reciclajes Bajo Aragón	RAEE, equipos electrónicos, metales papel, platicos
Residuos industriales de Teruel (RINTE)	Lodos, alquitranes, RnP
Biomasa de Teruel	Madera, residuos silvicultura
Construcciones y excavaciones LECHA	Materiales de construcción que contienen amianto.

4.4 Recomendaciones de separación

En este apartado se exponen algunas consideraciones a tener en cuenta para la segregación de los residuos.

Para la gestión de los residuos sólidos generados durante la obra (maderas, plástico, papel, etc.), se prevé la instalación de puntos limpios. Se entiende por puntos limpios aquellas zonas de almacenamiento temporal de residuos, desechos, aguas sucias o similares. Son diseñados de acuerdo con el objetivo de un almacenamiento selectivo y seguro de materiales sobrantes y se localizan en las zonas de instalaciones.

Para cada punto limpio se definirá una zona de influencia y, en su caso, se organizará el correspondiente servicio de recogida con periodicidad suficiente (diario, semanal,..) y contarán con una señalización propia.

Al final de la vida útil de cada punto limpio o al terminar la ejecución de la obra, se procederá a la restauración de las áreas utilizadas.

Los residuos de construcción y demolición generados en la ejecución de la obra se segregarán adecuadamente para que la gestión de los mismos sea de acuerdo a la legislación; en todo caso deberán segregarse en obra los residuos peligrosos de los no peligrosos.

El procedimiento para segregar los residuos inertes y no peligrosos, establecerá la segregación mínima en las siguientes clases (no se incluye en estas clases ningún residuo manchado o contaminado con residuos o sustancias peligrosas):

CLASE	RESIDUOS
I	Plástico (envoltorios y envases de productos alimentarios) Vidrio (envoltorios y envases de productos alimentarios) Restos orgánicos de comida,
II	Los residuos orgánicos procedentes de desbroces y la vegetación existente en la zona. Troncos Ramaje derivado de poda Tocones Papel y cartón Otros elementos de madera (por ejemplo: palés de materiales recibidos en obra)
III	Otros residuos inertes de construcción y demolición, tanto si han sido generados en la propia obra, como si están presentes en el ámbito de trabajo.

CLASE	RESIDUOS
IIIA	Hormigón
IIIB	Metales
IV	Los residuos derivados de la excavación de materiales sin características de tierra vegetal.
V	Los residuos derivados de la excavación de materiales con características de tierra vegetal.

En todo caso, y de acuerdo con el *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*, estos residuos se segregarán durante su generación, localizando contenedores adecuados para su acopio en diferentes partes de la obra.

Los residuos inertes se separarán en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las cantidades indicadas en la tabla:

Naturaleza	Tipo	Cantidad
Naturaleza pétreo y hormigón	Hormigón	80 Tn
	Ladrillos, tejas, cerámicos	40 Tn
Naturaleza metálica	Metal: acero y hierro	2 Tn
Naturaleza no pétreo	Madera	1 Tn
	Vidrio	1 Tn
	Plástico	0,5 Tn
	Papel y cartón	0,5 Tn

Fracciones de segregación de residuos en relación con la cantidad generada (según el R.D.105/2008)

Por otro parte, aunque durante la ejecución de la obra no se generen las cantidades de residuos indicadas anteriormente, se realizará una segregación selectiva de los residuos generados, así como la adecuada gestión por separado de los mismos.

Se establecerán los medios necesarios para garantizar la ausencia de mezcla de estos materiales con residuos peligrosos, así como la inaccesibilidad al público de estos depósitos.

Dichos medios incluyen la localización de contenedores de acopio. Dichos contenedores se seleccionarán en función de la clase, tamaño y peso del residuo considerado, así como en función de las condiciones de aislamiento requeridas y la movilidad prevista del mismo. Independientemente del tipo de residuo, el fondo y los laterales de los contenedores serán impermeables, pudiendo ser sin techo (abiertos) o con él (estancos).

El correcto funcionamiento del sistema de puntos limpios aconseja la distinción visual de los contenedores según el tipo de residuo. Para ello se colocarán contenedores de distintos colores, de tal modo que colores iguales indiquen residuos de la misma clase.

Una posible distribución de colores podría ser la siguiente:

Tipo de residuo	Color
Metal, plástico y brick	Amarillo
Madera	Marrón
Tóxicos	Rojo
Neumáticos	Negro
Papel y cartón	Azul
Vidrio	Verde
Restos orgánicos	Blanco

Respecto a los residuos peligrosos, es especialmente importante separar y no mezclar éstos, así como envasarlos y etiquetarlos de forma reglamentaria. Por lo tanto, es necesario agrupar los distintos residuos peligrosos por clases en diferentes contenedores debidamente etiquetados para facilitar su gestión.

Residuos peligrosos a segregar

El procedimiento deberá establecer la segregación de los residuos peligrosos de los siguientes tipos:

- Aceites usados
- Tierras manchadas de combustible o aceites
- Otros materiales impregnados de aceites, hidrocarburos, y otras sustancias peligrosas
- Envases de aceites, combustibles, aditivos para el hormigón, ...
- Residuos de construcción y demolición contaminados con aceites, o combustibles
- Residuos impregnados con aditivos para el hormigón, cemento, gunita,...
- Envases de aerosoles
- Tubos fluorescentes agotados
- Pilas
- Etc, ...

Se pondrá especial atención, en que se obtenga, para todos estos tipos de residuos, la aceptación de residuos peligrosos por parte de un gestor autorizado.

Acopio de residuos peligrosos

- Se dispondrá de un punto limpio para el acopio de los residuos peligrosos, para garantizar la segregación de cada uno de los tipos de residuos para los que se cuenta con aceptación de residuos.
- No se realizarán acopios en obra de residuos peligrosos durante más de 6 meses, sin que esta circunstancia suponga una limitación para que se disponga de toda la documentación necesaria para acreditar la correcta gestión de residuos peligrosos.

La localización de los acopios de residuos peligrosos estará sujeta a estricto control, y se garantizará que la localización de estos acopios no pueda ocasionar riesgo de contaminación.

Control de Acopio de Materiales

El correcto almacenamiento de los materiales consigue controlar el stock y facilita su manejo, y si el depósito es seguro, puede también reducir el vandalismo y los robos. Así pues, habrá que decidir el emplazamiento de ese lugar seguro que servirá para el almacenamiento de los materiales, y que en cualquier caso deberá tener un acceso fácil, un uso exclusivo para esos fines y ser conocido por todos cuantos participan en la obra.

Los materiales deben estar alejados de otras áreas reservadas para los residuos y fuera del alcance del tráfico de la obra, ya que de no ser así podrían resultar dañados. También deben quedar protegidos de la lluvia y de la humedad, que puede estropearlos irremediablemente, como ocurre con los aglomerantes hidráulicos, cementos, etc.

Los embalajes con los que se transporta el material deben ser suficientemente estables y resistentes. Si no es así, pueden romperse o volcarse. No deben ser frágiles o estar en mal estado, porque, al utilizarlos para el movimiento de materiales dentro de la obra, originarán residuos, e incluso constituirían un peligro potencial para la seguridad de los trabajadores.

4.5 Cuantificación ambiental

En este apartado se presentan los beneficios ambientales que se pueden obtener tras la aplicación de las operaciones de reciclaje y reutilización propuestas con el fin de reducir al máximo el impacto ambiental mediante la reducción de los residuos generados en la obra.

Tras el análisis de los datos obtenidos una vez aplicadas las medidas de reciclaje y reutilización sobre los diversos residuos generados en la obra, se ha obtenido que el **13,07%** en peso de los residuos se van a **reutilizar**, que el **86,73%** de los residuos en peso van a ser **valorizados** o llevados a plantas de tratamiento para su **reciclaje** y que **0,20%** de los residuos van a ser **eliminados** mediante depósito en vertedero u otros tratamientos, los cuales se corresponden en su gran mayoría a los residuos peligrosos.

Por tanto, se estima que el **99,8%** de los residuos generados en esta obra **seguirán siendo útiles** para diferentes propósitos. Esto quiere decir que se **evita verter** un total **10.970,07 Tn** de residuos. Aplicando estas operaciones únicamente **se eliminarán 21,81 Tn**.

Teniendo esto en cuenta, se pueden identificar varios beneficios que posibilitan la minimización del impacto ambiental. Entre ellos se encuentran:

Reducción de las emisiones de CO₂, ya que se utiliza menos combustible fósil empleado en la producción de materiales nuevos, por ejemplo;

- Para la fabricación de una tonelada de hormigón se **emite 0,6 Tn de CO₂**. Teniendo en cuenta esto, se puede concluir que el uso del hormigón a base de materiales reciclados procedentes de la obra reduciría un **1320 tn de CO₂ brutas**.
- Por otro lado, la fabricación de una tonelada de ladrillo caravista supone una emisión de **0,17 Tn CO₂**. Por lo que la reutilización prevista de este material en obra puede llegar a evitar la emisión de alrededor de **1221 Tn de CO₂**.

Reducción del volumen de residuos sólidos destinados a los vertederos.

- Como ya se ha mencionado, se puede evitar, gracias a las operaciones de reutilización y reciclaje, la deposición de **8.123 m³** de residuos a vertedero.

Reducción de la extracción de materia prima (madera, minerales,) y, por lo tanto, reducción de los impactos producidos por la explotación de materia prima, como la contaminación generada por la explotación de mineras y la generada por la explotación de la industria maderera, por ejemplo;

Preservación de los recursos naturales, por ejemplo;

- Además de lo mencionado anteriormente, la fabricación de hormigón "verde" reduce en un 50% el consumo de agua. También reduce en un 60% la extracción de minerales.
- En el caso del vidrio, 1 kg de vidrio reciclado supone un ahorro de 1,2 kg de materia prima. Por tanto, el presente proyecto puede suponer un **ahorro** de hasta **62 Tn de materia prima**.

Disminución del consumo de energía para la fabricación de materiales, por ejemplo;

- Para la fabricación de una tonelada de ladrillo caravista se requiere de un consumo energético de 668.3 kWh. Teniendo en cuenta los datos del presente proyecto, la reutilización del ladrillo caravista prevista puede suponer el ahorro de **4801,367MWh**.

En resumen, el reciclaje y la reutilización suponen un ahorro de materia y energía.

5. MEDIDAS PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS MATERIALES Y LA MANO DE OBRA PARA REDUCIR LOS RESIDUOS Y MAXIMIZAR LOS BENEFICIOS

De acuerdo con el análisis completo que se ha presentado, a continuación, se exponen algunas medidas con el objetivo de fomentar la reutilización y reciclaje de los residuos, así como minimizar la producción de residuos.

Reutilización de RCD's

Mediante el correcto tratamiento del residuo, se propone el aprovechamiento del potencial que tiene éste como material secundario, tanto para la ejecución de terraplenes, como para la realización de la capa de firmes en la reposición de los caminos, contribuyendo así a lograr una producción sostenible.

Para el aprovechamiento de este recurso, son imprescindibles las fases de demolición y reciclado del residuo.

- Demolición

Si los escombros van a ser reciclados, conviene utilizar métodos de demolición que reduzcan in situ los escombros, a tamaños que puedan ser tratados por el triturador primario de la planta de reciclaje.

- Reciclado

Los sistemas de procesamiento utilizados dependerán de la aplicación final que se le vaya a dar al material reciclado (material para relleno y para zahorras en firmes para carreteras). Se trata de instalaciones de tratamiento de residuos, en las que se depositan, seleccionan, clasifican y valorizan las diferentes fracciones que contienen estos residuos, con el objetivo de obtener productos finales aptos para su utilización.

Reutilización de tierras de excavación

Las tierras y piedras no contaminadas procedentes de la excavación de la obra, aparte de ser usadas como rellenos de la propia obra, se podrán usar como áridos para la fabricación de firmes y hormigones, como por ejemplo grava-cemento y solo-cementos para las capas del paquete de firmes.

Reutilización de materiales pétreos

Los residuos de materiales pétreos (por ejemplo, residuos de picado de hormigón), con características adecuadas, se utilizarán para conformar hormigones con requerimientos técnicos menos exigentes. En el caso de los áridos, estos podrán usarse para la formación de firme, o al menos en la capa de firme de mezcla bituminosa.

Reducción de uso de encofrados

Con el objetivo de minimizar los residuos generados durante la ejecución de elementos estructurales (pilares, muros, forjados, ...) se proponen las siguientes medidas:

- Construcción de elementos verticales de nuevas estructuras con materiales diferentes a hormigón.
- Uso de elementos prefabricados en los forjados.
- En caso de ser necesario el uso de encofrados, se recomienda emplear encofrados reutilizables.

Materiales utilizados por los topógrafos

Los trabajos de topografía consumen materia prima (estacas de madera) y pinturas en spray para el marcaje.

En referencia a las estacas, se reutilizarán estacas procedentes de otras obras y los propios elementos de ésta. Los aerosoles deberán contener elementos respetuosos con el medio ambiente, es decir, ni tóxicos ni dañinos.

Embalajes

Se podrá acordar con las empresas proveedoras que, una vez suministrados los materiales en la obra, ellas mismas retiren los embalajes usados en el transporte para reutilizarlos en posteriores envíos. De este modo, se pretende minimizar la generación de residuos en obra a la vez que se fomenta la reutilización.

Otras medidas

A continuación, se mencionan otras medidas que se recomiendan adoptar en obra.

- Reutilización de dispositivos de protección y seguridad y todos aquellos elementos que lo permitan.
- Los aceites, pinturas y productos químicos podrán ser reutilizados en la propia obra hasta finalizar el contenido del recipiente.
- Para facilitar la reutilización y el reciclado se recomienda evitar tratar la madera con productos químicos y la utilización de clavos en la medida de lo posible.
- Se recomienda utilizar preferiblemente en la obra productos que contengan residuos de construcción en lugar de materiales nuevos. La transformación, mediante el reciclaje, de los residuos de construcción y demolición, en productos aptos para ser utilizados de nuevo en la construcción, requiere, en ocasiones, equipos y procesos industriales específicos y un sistema de control de la producción que aseguren la calidad de los materiales de acuerdo con las normativas vigentes. Si estos procesos se realizan correctamente, puede obtenerse una amplia gama de productos con aplicaciones directas.

Leioa, 18 de Noviembre de 2021



Autor: Jon Arrate Basabe

Demolición de edificios de escuelas anejas y antiguas residencias en el campus de Teruel. Universidad de Zaragoza.

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRAFICO



Residencia modulo 4



Residencia modulo 4



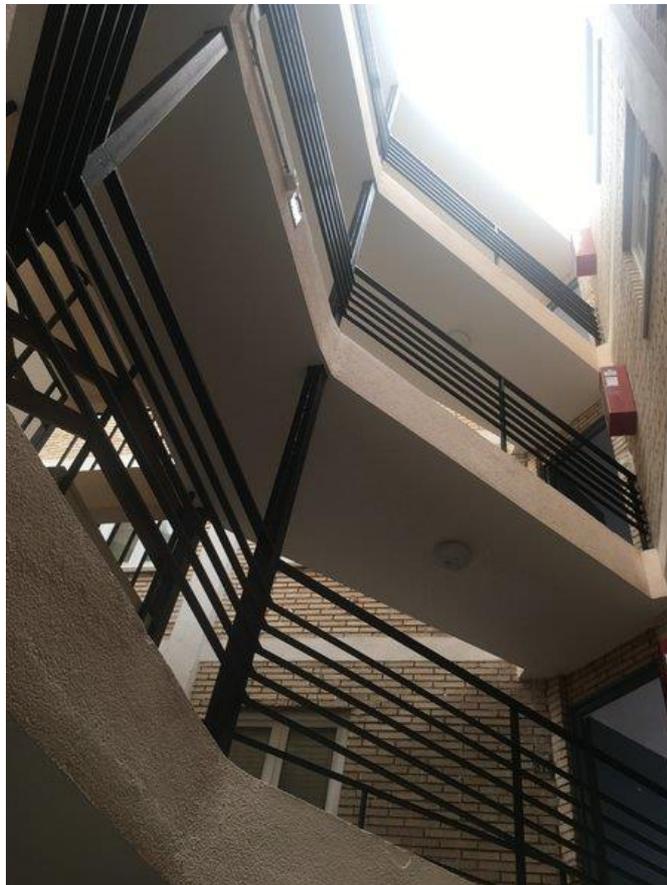
Residencia modulo 4



Residencia modulo 4



Residencia modulo 3



Residencia modulo 3



Residencia modulo 3



Residencia modulo 3



Edificio instalaciones



Edificio instalaciones



Edificio instalaciones



Edificio instalaciones



Edificio escuelas anejas -parvulario



Edificio escuelas anejas -parvulario



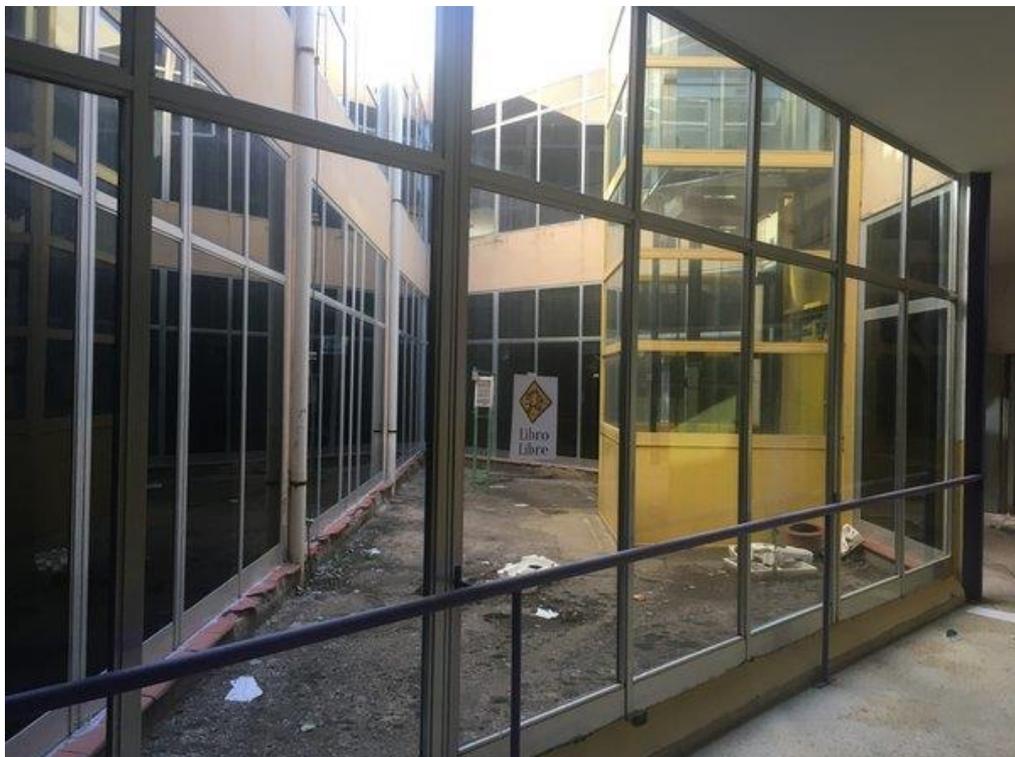
Edificio escuelas anejas -parvulario



Edificio escuelas anejas -parvulario



Foto aérea



Edificio escuelas anejas-colegio



Edificio escuelas anejas-colegio



Edificio escuelas anejas-colegio