

## 2. Justificación del título

### 2.1. JUSTIFICACIÓN DE LAS MODIFICACIONES PROPUESTAS EN ESTA MEMORIA.

#### 2.1.1.- Contexto

Durante el curso 2015/2016, Mondragon Unibertsitatea y la Escuela Politécnica trabajaron durante 4 meses (febrero-junio) en un proceso de reflexión estratégica que ha dado lugar a un plan estratégico para los próximos 4 años (que comprende los cursos 2016-17 a 2019-20) en el que se han establecido las líneas maestras de actuación para este período.

La reflexión estratégica y las consecuentes líneas de trabajo establecidas se han desplegado a nivel de producto, léase Grado, Máster y Doctorado.

A nivel de grado, una de las líneas recogidas dice:

*“Garantizar una oferta coherente basada en alto nivel de homogeneización entre titulaciones que posibilite la existencia de pasarelas entre unas y otras.”*

Como respuesta a esta línea de trabajo, se ha iniciado un ejercicio para reordenar y homogeneizar la estructura de las distintas titulaciones de grado a partir de la búsqueda de mínimos comunes.

Como resultado de este ejercicio, se han establecido tres ámbitos para la agrupación de las titulaciones: ámbito TICs, ámbito de la Biomédica y ámbito Industrial. Así:

El ámbito 'Industrial' aglutina a las siguientes:

- Grado en Ingeniería Mecánica
- Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial
- **Grado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales (título objeto de esta memoria)**
- Grado en Ingeniería de la Energía
- Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos
- Grado en Ingeniería en Organización industrial

El ámbito TICs aglutina a las siguientes:

- Grado en Ingeniería en Informática

El ámbito BIO aglutina a las siguientes:

- Grado en Ingeniería Biomédica

Esto es, 6 titulaciones en el ámbito 'Industrial'; 1 titulación en TICs; y 1 en Biomédica.

Como resultado de este análisis, se ha establecido **una estructura común para todos los grados**, a partir de un primer curso común (al 90% en la rama industrial y al 75% con las ramas TICs y BIOMÉDICA) y un **esquema de optatividad común (con parte de oferta también común) para 2º, 3º y 4º curso.**

Esta reestructuración conlleva la necesaria modificación de todos los títulos de grado en paralelo, no en el fondo, pero sí en la forma. Es decir, **no es objeto de la presente modificación cambiar las competencias, la orientación del título ni el perfil de egreso, pero sí hacer un ejercicio de homogeneización que permita simplificar la gestión y posibilite la habilitación de pasarelas entre titulaciones.**

'Grosso modo', los cambios que se van a llevar a cabo para este objetivo y que se detallarán a continuación en los apartados correspondientes son:

- Reordenación de asignaturas, **concentrando** en 1er curso las asignaturas orientadas a trabajar y adquirir las competencias relacionadas con los fundamentos básicos.
- Establecimiento de un bloque de 3 ECTS de optatividad en cada uno de los semestres de 2º curso; ya existente en 6 de las 8 titulaciones, con el fin de facilitar **una oferta común** de asignaturas optativas.

- Establecimiento de un bloque de 3 ó 4,5 ECTS de optatividad en cada uno de los semestres de 3er curso; ya existente en 6 de las 8 titulaciones, con el fin de facilitar **una oferta común** de asignaturas optativas.
- Concentrar en 4º curso asignaturas de **carácter optativo**, junto al TFG; ya existente en 3 de las 8 titulaciones, para posibilitar un reconocimiento más fluido de las materias cursadas en los distintos programas de movilidad en base al desarrollo y adquisición de competencias trabajadas previamente a lo largo del grado.

A todo lo expuesto cabe añadir que la modificación viene motivada porque en este curso 2016-17 finalizará los estudios la primera promoción de estudiante del Grado, y el equipo de título ya ha identificado diferentes mejoras en el diseño del título.

Por último, se ha aprovechado la modificación para revisar y actualizar diferentes partes de la memoria que en sí mismas no son objeto de modificación, como es el caso de los criterios de admisión, los contenidos de las diferentes materias del plan de estudios, el personal del título (PDI y PAS), etc.

### 2.1.2.- Resumen de modificaciones realizadas

Las modificaciones que requieren hacerse para conseguir esos objetivos atañen a los siguientes apartados de la memoria:

<b>Apartado memoria</b>	<b>Modificaciones realizadas</b>																																
<b>DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO</b>																																	
1.8.- Distribución de créditos del plan de estudios	<p>La diferencia en la distribución de ECTS entre el plan de estudios actual y el nuevo en el que se está trabajando es la siguiente:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Plan de estudios actual</th> <th colspan="2">Plan de estudios nuevo</th> </tr> <tr> <th>Tipo Asignat,</th> <th>ECTS</th> <th>Tipo Asignat,</th> <th>ECTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F. Básica</td> <td>60</td> <td>F. Básica</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Obligatorias</td> <td>117</td> <td>Obligatorias</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>Optativas</td> <td>51</td> <td>Optativas</td> <td>63</td> </tr> <tr> <td>Prac.externa</td> <td>0</td> <td>Prac.externa</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>TFG</td> <td>12</td> <td>TFG</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL</b></td> <td><b>240</b></td> <td><b>TOTAL</b></td> <td><b>240</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>Como puede verse, la carga de ECTS obligatorios (asignaturas tipo FB + asignaturas tipo OB + TFG) se ha reducido en 12 ECTS (de 189 a 177); esto es, por debajo del 10%.</p>	Plan de estudios actual		Plan de estudios nuevo		Tipo Asignat,	ECTS	Tipo Asignat,	ECTS	F. Básica	60	F. Básica	60	Obligatorias	117	Obligatorias	105	Optativas	51	Optativas	63	Prac.externa	0	Prac.externa	0	TFG	12	TFG	12	<b>TOTAL</b>	<b>240</b>	<b>TOTAL</b>	<b>240</b>
Plan de estudios actual		Plan de estudios nuevo																															
Tipo Asignat,	ECTS	Tipo Asignat,	ECTS																														
F. Básica	60	F. Básica	60																														
Obligatorias	117	Obligatorias	105																														
Optativas	51	Optativas	63																														
Prac.externa	0	Prac.externa	0																														
TFG	12	TFG	12																														
<b>TOTAL</b>	<b>240</b>	<b>TOTAL</b>	<b>240</b>																														
<b>JUSTIFICACIÓN</b>																																	
2.1. Justificación	Previo a la justificación propiamente dicha del título se ha incluido un nuevo subapartado para detallar las razones de esta modificación.																																
<b>COMPETENCIAS</b>																																	
3.1. Competencias básicas, generales y específicas	<p>a) Competencias comunes a todos los alumnos. No se han añadido ni eliminado competencias, solo se han hecho mejoras en la redacción cuando se ha considerado necesario.</p> <p>b) Competencias relacionadas con asignaturas optativas. Se han incluido nuevas competencias ligadas a la oferta de nuevas asignaturas optativas.</p>																																
<b>ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES</b>																																	
4.2.- Criterios de admisión	Se han detallado los criterios de admisión al Grado																																
4.4.- Sistema de transferencia y reconocimiento de créditos	Se han actualizado las asignaturas y ECTS que se reconocerán a los alumnos en posesión de títulos de educación superior no universitaria.																																
<b>PLANIFICACIÓN DE LA ENSEÑANZAS</b>																																	
5.1.- Estructura del Plan de Estudios (Formación básica)	Se han mantenido las mismas materias de formación básica, pero en varias asignaturas se ha dado nueva denominación a las asignaturas y se han reordenado los contenidos.																																
5.2.- Estructura del Plan de Estudios (Formación obligatoria)	Se han incluido asignaturas nuevas, se han suprimido asignaturas y algunas han pasado a ser optativas.																																
5.3.- Estructura del Plan de Estudios (Formación Optativa)	Se han incluido nuevas asignaturas y a varias de ellas se les ha modificado el nº de ECTS.																																
5.5.- Denominación	Se ha dado nueva denominación a varias asignaturas.																																
5.7.- Despliegue temporal	Varias asignaturas han cambiado de curso y/o semestre.																																

5.9.- Resultados de aprendizaje	Se han actualizado o incluido nuevos (en el caso de las asignaturas nuevas) en las fichas
5.10.- Contenido	En diferentes asignaturas se han actualizado los contenidos existentes y en otras se han incluido los nuevos contenidos.
5.11.- Competencias	a) Se han incluido las competencias correspondientes a las nuevas asignaturas optativas b) Se ha mejorado la redacción de varias competencias en diferentes títulos c) Se ha revisado y mejorado la asociación entre las asignaturas y las competencias
5.12.- Actividades formativas	Se han incluido las actividades formativas en las nuevas asignaturas y se han actualizado en los casos de incremento o reducción de ECTS.
5.14.- Sistemas de evaluación	Se han incluido los sistemas de evaluación en las nuevas asignaturas
<b>Para concluir el apartado 5 de la memoria, se ha incluido el esquema del plan de estudios modificado y se ha detallado la tabla de reconocimiento de ECTS a los alumnos que, habiendo iniciado los estudios en el plan actual, decidan pasar el nuevo plan.</b>	
<b>PERSONAL ACADÉMICO</b>	
6.1.- Personal y otros recursos humanos	Se han actualizado los recursos humanos del título (PDI y PAS).
<b>SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD</b>	
9.1.- Sistema de garantía de calidad	Se ha actualizado el enlace al SGIC
<b>CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN</b>	
10.2.- Cronograma de implantación	Se ha indicado que la presente modificación entrará en vigor en el curso 2017-2018.

## 2.2. Interés del título (académico, científico o profesional)

### 2.2.1 Contexto de la temática

La creciente demanda de necesidades de una población en aumento, elevando el consumo de recursos y energía, el cambio climático o los ecosistemas en peligro de extinción son sólo algunos de los problemas a los que la humanidad deberá hacer frente en las siguientes décadas. Estos retos requieren de soluciones sostenibles que deben ir más allá de la perspectiva actual para cubrir las necesidades de generaciones futuras y al mismo tiempo proteger y preservar el entorno presente. El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Resulta necesario resaltar que la sostenibilidad se debe considerar ligada a tres ámbitos: economía, medio ambiente y sociedad.

Hasta la fecha, el objetivo de los desarrollos tecnológicos orientados a la protección del medio ambiente se ha centrado en la minimización de los daños generados siguiendo el principio “end-of-pipe”, aportando soluciones al final del proceso industrial o de la vida del producto. La tendencia en el futuro deberá ser la de integrar la protección del medio ambiente en los procesos industriales, permitiendo evitar o minimizar los riesgos ambientales a través del uso de materiales adecuados, el uso eficiente de materias primas o la optimización de los procesos industriales desde el origen. El establecimiento de sistemas de gestión ambiental o la correcta gestión del consumo de energía también resultan necesarios. Todas estas actividades se engloban en lo que se denominan tecnologías limpias (*Cleantech*), las cuales no producen, o son mínimos, efectos secundarios o transformaciones al equilibrio del medio natural.

Se debe tener en cuenta que en Europa se alcanzan los 1500 billones de euros de facturación en producción de bienes. Esto se traduce en 34 millones de empleos contribuyendo en diferentes sectores, correspondiendo ello al 30% del número total de empleos [*Fuente: ICT and Energy Efficiency. The Case for Manufacturing.*]

*Future and Emerging Technologies Proactive unit., Commission of the European Communities*]. La fabricación de bienes está además relacionada con los recursos naturales y por lo tanto directamente afectada por la reducción de los mismos (la demanda global de materias primas se ha elevado considerablemente en los últimos años, y estas son cada vez más escasas y costosas, con un incremento global del coste de más del 70% entre 2001 y 2008). La consecuencia de esta dependencia, deriva en la necesidad de reducir la cantidad de recursos empleados mientras se incrementa la producción, lo que se deberá traducir en una mayor eficiencia del proceso industrial (optimizar la producción con el mínimo empleo de materias primas y energía). La necesidad de reducir y optimizar la cantidad de recursos empleados se recoge, por ejemplo en la iniciativa emblemática con arreglo a la Estrategia Europa 2020: Una Europa que utilice eficazmente los recursos.

Esto obligará a las empresas a la determinación de planes para la optimización de los procesos industriales así como a la evaluación sistemática de la eficiencia de los recursos empleados. La implantación de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD o *Best Available Technology, BAT*), cuyo objetivo es la mejora ecológica en los procesos industriales, la reducción y gestión adecuada de residuos, o la reducción del consumo energético a lo largo de toda la cadena de valor, impulsará el ahorro de estas empresas y revertirá directamente en la protección del medio ambiente. De alguna manera, este hecho debería impulsar una disociación del crecimiento económico respecto del impacto sobre los recursos, tanto energéticos como no energéticos. Es lo que persiguen programas dirigidos a las empresas como el de “Ecoeficiencia en la Empresa Vasca 2010-2014” promovido por el Gobierno Vasco o estudios como el de “*Energy Efficiency in Production. Future Action Fields*” del *Fraunhofer Institute* financiado por el Ministerio Federal Alemán de Educación e Investigación.

También cabe destacar que en el resumen de las encuestas realizadas para proyectos de medioambiente, y publicada recientemente por la comisión, las empresas europeas prioricen las siguientes temáticas: “more efficient use of resources; opportunities from action to tackle environmental problems (eco-innovation)”, objetivos que están ligados estrechamente con el presente grado. [[http://ec.europa.eu/environment/newprg/pdf/citizen\\_summary/en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/newprg/pdf/citizen_summary/en.pdf)].

En este contexto, se cree necesaria la existencia de ingenieros que sean capaces de abordar los nuevos perfiles que la sociedad y las empresas demandarán en este ámbito, trabajando principalmente en el desarrollo e implementación de procesos de fabricación y materiales eco-eficientes. Además, deberá minimizar la generación de residuos a lo largo del ciclo de producción y gestionar de forma respetuosa con el medio ambiente el consumo de energía. Prof. Dr. Reigmund Neugebauer por ejemplo recalca la necesidad de perfiles multidisciplinares para conseguir la eficiencia energética en la manufactura [*Fuente: ICT and Energy Efficiency. The Case for Manufacturing. Future and Emerging Technologies Proactive unit., Commission of the European Communities*]. **Estos ingenieros deberán contribuir a la adaptación del tejido empresarial a las nuevas necesidades que se presenten en torno a la protección del medio ambiente enfocándolo desde un prisma tecnológico.**

Con este objetivo se ha diseñado el Grado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales. El graduado de esta especialidad deberá trabajar en un

entorno multidisciplinar por lo que deberá ser capaz de abordar y resolver problemas de diversas disciplinas integradas en los procesos industriales y la protección del medio ambiente. Por lo tanto, deberá poseer competencias en diferentes tecnologías industriales, en especial en tecnología mecánica (principalmente materiales y procesos industriales), en energía (principalmente consumo y eficiencia), y en la gestión de recursos ambientales y reciclaje. Estas competencias le permitirán al **graduado optimizar los procedimientos industriales desde el origen, seleccionando los materiales y tecnologías más adecuadas, gestionando el consumo de la energía necesaria de manera eficiente y minimizando los daños medioambientales generados.**

## 2.2.2 Datos y estudios de la demanda potencial del Título y su interés para la sociedad y la economía

Desde diferentes sectores y estamentos se viene advirtiendo de la necesidad de formar titulados capaces de dar respuesta a los retos que afronta la sociedad y que se han ido mencionando a lo largo de este documento. Se han recopilado una serie de informes tanto a nivel de la Comunidad Autónoma del País Vasco como a nivel Nacional como Europeo / Internacional, donde se hace referencia a la importancia de la protección del medio ambiente integrada en los procesos industriales y su implicación en el empleo.

### Euskadi (CAPV)

La Sociedad Pública IHOBE (<http://www.ihobe.net>) ha editado varios estudios de interés.

Uno de ellos es el informe ***Ecobarómetro Industrial de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2011 [Ihobe, Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial Agricultura y Pesca]***. En él se especifica que en los tres años anteriores a la elaboración del mismo, el 55% de las empresas industriales del País Vasco había adoptado alguna medida respecto a los procesos industriales que ha supuesto una disminución de su impacto ambiental. Por otro lado, el 40% de las empresas industriales del País Vasco había adoptado alguna medida respecto a productos que ha supuesto una disminución en su impacto ambiental. Estos datos se pueden observar en la siguiente figura.

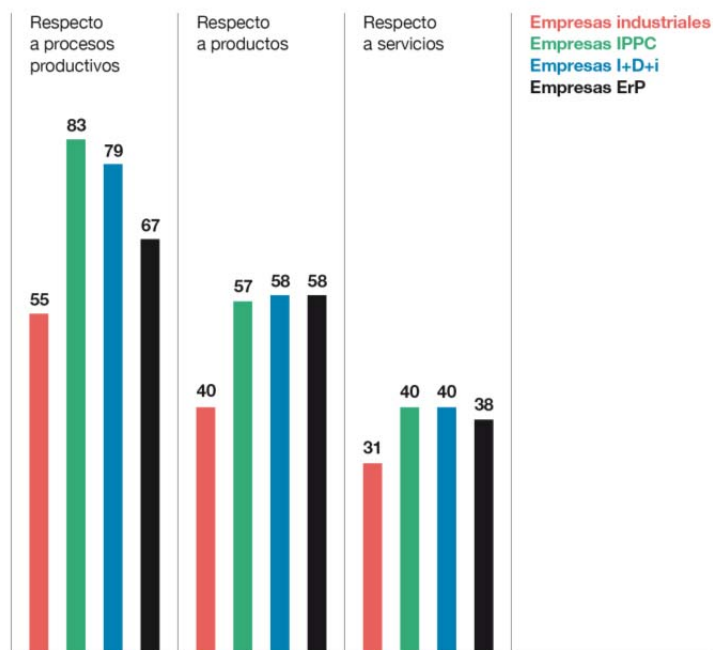


Figura 1 –Empresas de la Comunidad Autónoma del País Vasco que en los últimos 3 años afirman haber adoptado alguna medida respecto a procesos productivos, productos o servicios que haya supuesto una disminución de su impacto ambiental (%). Fuente: Ihobe.

Este mismo informe destaca que un 26% de las empresas industriales consultadas, identifica el déficit de formación y capacitación del personal en materia medioambiental aplicada como principal causa del freno al impulso de las mejoras medioambientales en la empresa. Este dato no hace más que reafirmar la necesidad de profesionales formados en el ámbito de los procesos industriales y la protección medioambiental relacionada con estos.

¿EN QUÉ MEDIDAS LAS SIGUIENTES CUESTIONES ESTÁN FRENANDO LA INTRODUCCIÓN DE MEJORAS MEDIOAMBIENTALES EN SU EMPRESA? (TOTAL EMPRESAS INDUSTRIALES %)

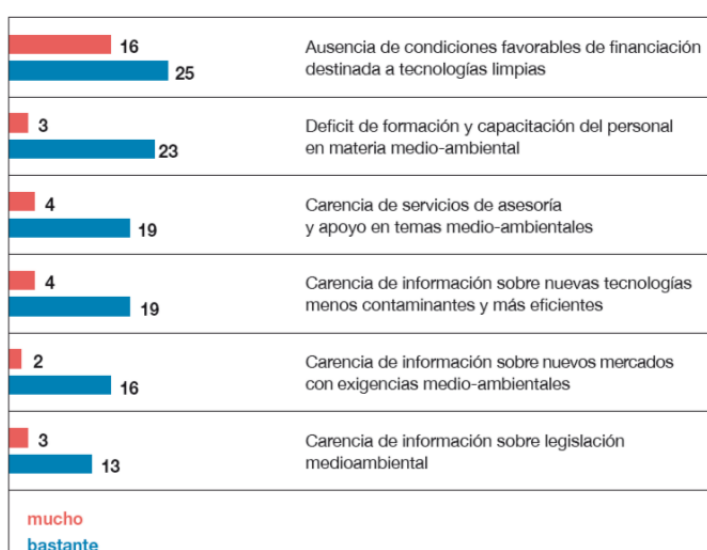
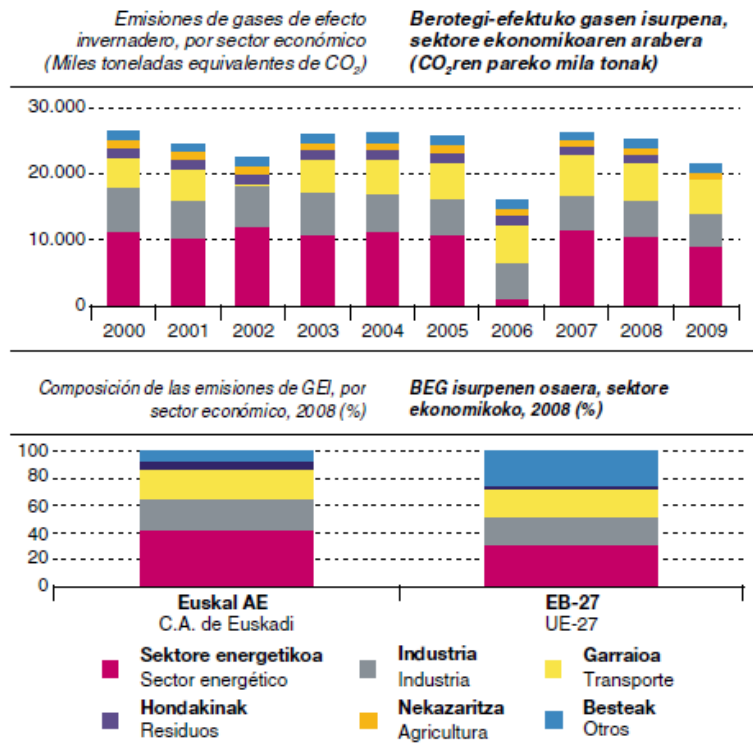


Figura 2 – Cuestiones que frenan la introducción de mejoras medioambientales en las empresas de la Comunidad Autónoma del País Vasco (Fuente Ihobe)

El estudio estima que a nivel europeo, los costes de las materias primas se sitúan en la industria en una media del 50%. Los potenciales de reducción de estos costes se estiman en un 20% incluso en las empresas de países tecnológicamente avanzados. La ecoeficiencia como estrategia de reducir el consumo relativo de materias primas se vislumbra como la respuesta adecuada, tal y como consta en la **Iniciativa Emblemática “Eficiencia de Recursos” de la Comisión Europea**. Por otro lado, las empresas vascas declaran en este estudio, que casi el 60% de sus exportaciones van dirigidas a mercados del centro y norte de Europa. En estos mercados los requisitos ambientales de las empresas, los consumidores y la administración son más valorados que en el mercado vasco y español, por lo que se prevé que la protección medioambiental pueda contribuir favorablemente a la internacionalización de los productos y servicios diseñados o fabricados en la CAPV.

Los resultados publicados por la asociación Ihobe en su análisis realizado en EcoEuskadi [Indicadores de Desarrollo Sostenible 2011, Ecoeuskadi 2020, EUSTAT Instituto Vasco de Estadística, 2011] ponen de manifiesto que las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita en la C.A. de Euskadi se sitúan por encima de la media de los países de la UE, con una diferencia de aproximadamente una tonelada por persona a lo largo de la última década. Con todo, la crisis económica parece estar afectando en mayor medida al volumen de emisiones de la C.A. de Euskadi (pasando de un máximo de 9,9 toneladas en 2007 a 8,2 toneladas en 2009).

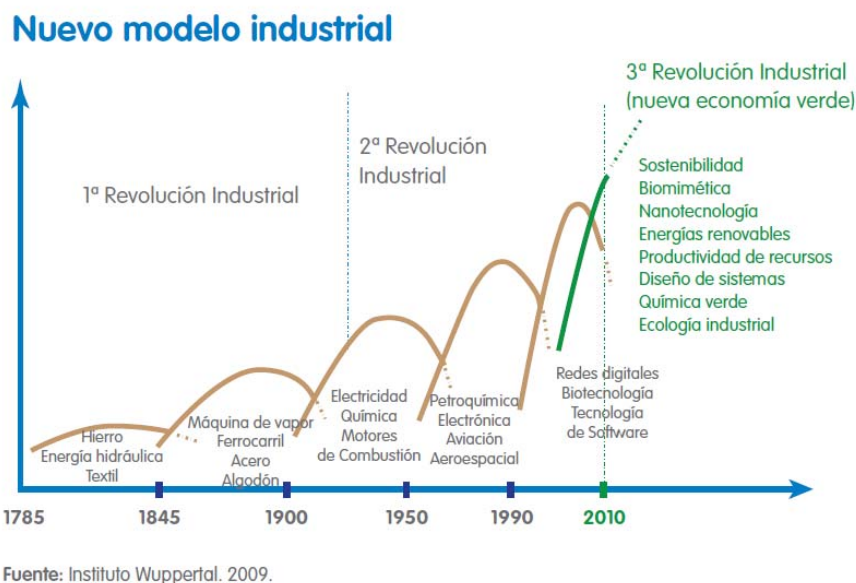
En la siguiente figura donde se puede observar la procedencia de las emisiones, se observa que la industria es el segundo sector que más CO<sub>2</sub> produce tras el energético. Esto apunta a que la industria, junto con el sector energético, deberán ser considerados prioritarios para conseguir reducciones considerables de las emisiones de CO<sub>2</sub>.



Iturria: Eusko Jauriaritzako Ingurumen, Lurralde Plangintza, Nekazaritza eta Arrantza Saila eta Eurostat.  
Fuente: Dpto. de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco y Eurostat.

**Figura 3 – Emisiones de gases de efecto invernadero por sector económico y la composición de las emisiones de gas de efecto invernadero**

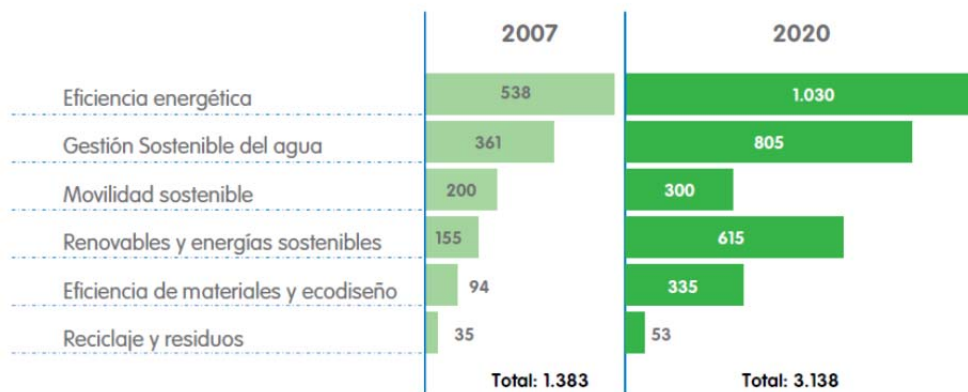
Otro estudio analizado ha sido *Mercados y Empleos verdes 2020. El papel de la Industria Vasca hacia una Economía Sostenible* [Ihobe, mayo 2011, Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial Agricultura y Pesca]. Este documento hace referencia a la importancia de la ecología industrial y de los mercados y las tecnologías limpias. El nuevo modelo industrial estará basado en una economía verde.



**Figura 4 – Nuevo modelo industrial**

Según este estudio, se prevé que el mercado de las industrias de tecnología ambiental a nivel mundial se duplique hasta alcanzar los 3100 billones de euros de facturación en el año 2020 (con una tasa anual media de crecimiento del 6.5%, ver figura 3). Entre los países referentes se encuentra Alemania: en el año 2007, la tecnología ambiental generó en Alemania alrededor del 8% del PIB y se espera que para el año 2020 este porcentaje ascienda hasta el 14%. Este sector crea numerosos puestos de trabajo y seguirá siendo muy atractivo en el futuro como base de producción y como mercado de venta para la tecnología verde. Una mano de obra altamente cualificada, vinculada a las actividades de I+D+i, es fundamental para esta industria. Conscientes de esto, las empresas alemanas dan mucha importancia a la disponibilidad de este tipo de trabajadores cualificados.





**Figura 5 – Mercados verdes mundiales (bn €). Fuente: Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Germany (2009)**

En este sentido, parece lógico que las empresas vascas aprovechen su “saber hacer” en los campos de los metales, la mecánica, las máquinas y otros sectores empresariales y avancen en la creación de nuevos productos y en la optimización de sus procesos industriales, aprovechando la tecnología para captar nuevos nichos de mercado de elevado potencial.

En la misma línea, el Plan de Competitividad Empresarial 2010-2013 del Departamento de Industria, Innovación, Comercio y Turismo del Gobierno Vasco destacaba que, “*de la conservación del medio ambiente y el uso eficiente de los recursos energéticos se derivarán nuevas actividades económicas generadoras de riqueza y empleo, que representarán al mismo tiempo una exigencia y una demanda en fuerte crecimiento*”. En las siguientes tablas se aprecian el volumen del empleo verde en la actualidad y las expectativas de generación de empleo “verde” por cada sector para el 2020.

**Tabla 1: Estimaciones actuales de empleos verdes tradicionales, dominada por el sector de las energías renovables, seguida de la gestión y tratamiento de residuos y el tratamiento y depuración de aguas residuales.**

Empleo verde tradicional en la CAPV			
Sectores de actividad	Nº de empleos	% del total	% del sector CAPV-España
Tratamiento y depuración de aguas residuales	3.045	12,6%	5,2%
Gestión y tratamiento de residuos	5.763	23,8%	4,1%
Energías renovables	6.158	25,4%	5,6%
Gestión de zonas forestales	2.747	11,4%	8,5%
Servicios ambientales a empresas	1.485	6,1%	5,6%
Educación ambiental	394	1,6%	5,0%
Agricultura y ganadería ecológica	489	2,0%	1,0%
Gestión de espacios naturales	185	0,8%	1,7%
Empleo en la industria y los servicios	1.210	5,0%	6,0%
Sector público	1.028	4,2%	1,9%
I+D+i ambiental	1.698	7,0%	7,7%
Tercer sector	0	0%	0%
<b>Total</b>	<b>24.202</b>	<b>100%</b>	<b>4,6%</b>

■ Por debajo de la media estatal   
■ En línea con la media estatal   
■ Por encima de la media estatal

Fuente: Elaboración propia a partir del Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2010.

**Tabla 2 - Potencial de Empleo verde, Comunidad Autónoma del País Vasco 2020. Fuente: Ihobe, elaboración propia en base a ratios de Alemania, Reino Unido y España.**

Mercados verdes	Situación actual	Potencial empleo 2020	Fabricación Exportación	Implantación local	Potencial CAPV 2020
Energía: Renovables					7.000
Industria: Reciclaje					850
Industria: Acero					100
Industria: Equipos eficientes					1.250
Transporte					500
Edificación sostenible					1.600
Agricultura sostenible					500
Selvicultura sostenible					200
<b>Total</b>					<b>12.000</b>

■ Alto   
 ■ Medio   
 ■ Bajo

De la tabla anterior, el grado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales da respuesta a los empleos industriales (reciclaje, acero, equipos eficientes) principalmente

### Estado Español

A nivel nacional, el informe ***Empleo verde en una economía sostenible [2010, Fundación Biodiversidad y Observatorio de la sostenibilidad en España]*** destaca las tecnologías ambientales como fuente de creación de empleo presente y futuro. El informe incluye entre éstas, no solamente las tecnologías de final de proceso que reducen las emisiones y residuos, sino también aquellas tecnologías de prevención en origen y las relacionadas con nuevos materiales y procesos de producción eficientes para el uso de los recursos y la energía. En gran medida, las tecnologías ambientales integradoras son soluciones doblemente positivas, que permiten a la vez lograr objetivos ambientales y una mejora del rendimiento económico.

Este informe incide en que más allá del ámbito tecnológico, resulta esencial avanzar hacia la “ecología industrial”, apostando por una transformación del sistema económico en el marco de la sostenibilidad. Las enormes potencialidades a medio plazo para la creación de empleo verde se sitúan en esta perspectiva. El objetivo de esta ecología industrial no es generar una nueva actividad verde, sino convertir en verde la economía actual, cambiando para ello tanto la forma de funcionar y relacionarse de las actividades productivas entre sí, como la forma en la que se integran en el territorio.

Conseguir una transición sólida hacia un desarrollo sostenible con economías limpias con bajas emisiones de carbono y funcionalmente ajustadas a los límites y capacidades de los ecosistemas y del sistema climático requiere una nueva revolución industrial. Esta deberá transformar las economías y la sociedad mediante un “crecimiento verde” favorecedor de empleos estables y de calidad, haciendo que las razones ecológicas en las modalidades de producción y consumo sean cada vez más convincentes, por ser doblemente favorables para el medio ambiente y el progreso de las sociedades. Todo ello es un estímulo de alto potencial para desarrollar capacidades que refuercen la relación empleo - medio

ambiente desde la perspectiva de un cambio de modelo de desarrollo hacia la sostenibilidad.

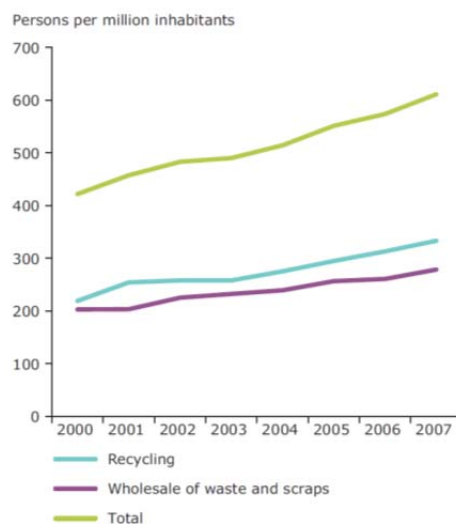
## Europa

El estudio *Earnings, jobs and innovation: the role of recycling in a green economy [2011, European Environment Agency]* recoge datos sobre el empleo en sectores industriales relacionados con la protección del medio ambiente. En la siguiente tabla se puede observar el crecimiento que ha experimentado cada subsector en el período 2000-2008.

**Tabla 3 - Incremento del empleo en Europa por subsectores industriales relacionados con la protección del medio ambiente en el período 2000-2008. Fuente Ecorys, 2009.**

	Employment (2000)	Employment (2008)	Employment: annual growth rate (%)
Waste management	844 766	1 466 673	7.14
Water supply	417 763	703 758	6.74
Wastewater management	253 554	302 958	2.25
Recycled materials	229 286	512 337	10.57
Others	129 313	193 854	5.19
Renewable energy	49 756	167 283	16.37
Air pollution	22 600	19 067	2.10
Biodiversity	39 667	49 196	2.73
Soil and groundwater	14 882	18 412	2.70
Noise and vibration	4 176	7 565	7.71
<b>Total</b>	<b>2 005 764</b>	<b>3 441 102</b>	<b>6.98</b>

El documento hace hincapié en aquellos empleos relacionados con el reciclaje, en los que también se observa un incremento en la necesidad de mano de obra, tanto cualificada como no cualificada. La siguiente figura es una muestra de los datos que detalla el informe:



**Figura 6 - Número de personas empleadas en el sector del reciclado en Europa, Noruega y Suiza por millón de habitantes, 2000-2007. Fuente Eurostat, 2010a y 2010b.**

## Internacional

A nivel internacional, el estudio del programa medioambiental de las Naciones Unidas **Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low carbon world [2008, UNEP United Nations Environment Programme]** incide en las implicaciones que los cambios en las estrategias productivas pueden tener en el empleo global. El análisis señala las oportunidades que pueden surgir para reciclar, reutilizar y volver a producir productos y por lo tanto generar mayor potencial de empleo a lo largo de todo el ciclo de vida del producto. Por otro lado, también se requerirá un rediseño de productos y procesos productivos, con una producción más atenta a la durabilidad y calidad, y en general una producción que conlleve una reducción del ciclo de vida. La siguiente tabla ofrece información cualitativa de las implicaciones en el empleo que podría acarrear el cambio en el modelo de producción y consumo.

**Tabla 4 - Implicaciones en el empleo del cambio hacia productos durables, reparables y actualizables. Fuente Michael Renner, Working for the Environment: A Growing Source of Jobs, Worldwatch Paper 152 (Washington, DC. Worldwatch Institute, September 2000)**

Product Life-Cycle Phase	Observation	Possible Job Effects
Design and Engineering	Intense redesign of products (and production processes) required	Positive
Energy and Materials Inputs	Fewer products; therefore, fewer raw material inputs needed but more robust materials required	Negative
Manufacturing/ Assembly	Fewer products; but production more attentive to durability and quality, and likely performed in smaller-batch mode	Mixed
Distribution/ Transport	Fewer products shipped to end consumer, but increased (local) circulation from users to repair shops, remanufacturers, materials salvagers, etc., and back to consumers	Mixed
Maintenance	Revitalizing almost-abandoned functions; labor-intensive	Positive
Re-Manufacturing	Currently limited; more labor-intensive than initial manufacturing	Positive
Upgrading	Currently limited; labor-intensive	Positive
Consulting/ Performance Contracting	Advice on maximizing product utility and extending product-life; guidance on substituting services for goods	Positive
Disposal at End of Life-Cycle/ Reuse and Recycling	Fewer products to be disposed of, but more recycling and disassembly of parts and components for reuse; more labor-intensive than landfilling and incineration	Positive

### 2.2.3 Interés profesional: Relación de la propuesta con las características socioeconómicas de la zona.

Cada vez son más las reseñas y publicaciones que apuntan a una demanda creciente de profesionales formados en tecnologías respetuosas con el medio ambiente y especialmente aquellas orientadas a la mejora ecológica de los procesos industriales, la reducción de residuos o el consumo energético. Algunas citas de estas publicaciones son:

- “El empleo verde, un nicho con mucho futuro”  
<http://www.expansion.com/2012/06/01/empleo/mercado-laboral/1338568523.html>
- “Las tecnologías limpias pueden generar 20.000 puestos de trabajo hasta 2020 en el País Vasco...”  
[http://caa.elpais.com/caa/2012/04/18/paisvasco/1334751717\\_626888.html](http://caa.elpais.com/caa/2012/04/18/paisvasco/1334751717_626888.html)

- “El empleo verde se ha triplicado en la última década...”  
[http://www.cincodias.com/articulo/pymes/empleo-verde-ha-triplicado-ultima-decada/20100524cdspym\\_3/](http://www.cincodias.com/articulo/pymes/empleo-verde-ha-triplicado-ultima-decada/20100524cdspym_3/)
- “Euskadi se presenta como plataforma de tecnologías limpias...”  
<http://www.diariovasco.com/v/20120418/economia/euskadi-presenta-como-plataforma-20120418.html>
- “Auge del empleo ecológico” <http://www.magazin-deutschland.de/es/artikel-es/articulo/article/auge-del-empleo-ecologico.html>
- “Euskadi presenta excelentes condiciones para posicionarse en el contexto internacional en el campo de las tecnologías limpias...”  
<http://www.noticiasdegipuzkoa.com/2012/04/13/economia/euskadi-presenta-excelentes-condiciones-para-posicionarse-internacionalmente-en-el-cleantech-forum-de-munich>
- “Green growth”. Presidencia danesa de la Unión Europea 2012.  
<http://da.video.eu2012.dk/video/4177772/green-growth-new>
- Greening European consumption patterns and production methods: The EU’s action plan on sustainable consumption and production will be reviewed in 2012. The European Commission is considering a number of measures to strengthen the plan in areas such as product labeling and corporate environmental performance.  
[http://ec.europa.eu/environment/news/efe/flip/efe/index\\_gw2011.html#/16](http://ec.europa.eu/environment/news/efe/flip/efe/index_gw2011.html#/16)
- “La Fundación Entorno firma un manifiesto europeo favorable a una tarificación en las emisiones de CO<sub>2</sub>. El Comunicado cuenta ya con 120 Organizaciones adheridas entre las que se encuentran las españolas Ence, Grupo Matarromera y Unilever”  
<http://www.fundacionentorno.org/Sala-Prensa/Notas-prensa/Fundacion,Entorno,firma,manifiesto,europeo,favorable,tarificacion,emisiones,5609.htm>
- “Firme compromiso de las empresas vascas para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)”  
<http://www.izaite.net/noticias.php?id=184>
- “Cleantech, como sector, incluye tecnologías energéticas (smart grids, energías renovables, etc.), movilidad sostenibles, materiales avanzados, reciclado y gestión de aguas y residuos, ecodiseño en bienes y equipos, etc. En Europa, emplean a 3,4 millones de personas (más que la industria química o fabricantes de coches), facturan 319.000 millones de euros y crecen a un ritmo del 7% anual. En 2011 recibieron inversiones de capital riesgo por valor de 1.300 millones de euros, según datos de Cleantech Group. En el mundo suponen un mercado mundial de unos 2 billones de euros, con un crecimiento anual del 6,5%.”  
<http://www.bilbaointernational.com/cleantech-forum-europe-2013-el-foro-europeo-de-las-tecnologias-mas-importante-se-celebrara-en-bilbao-del-16-al-18-de-abril-de-2013/>

El mejor demostrador de la demanda del perfil es el continuo interés institucional e industrial para implementar tecnologías para la protección del medio ambiente. Citar las principales empresas demandantes de este perfil ocuparía demasiado espacio, ya que entre otros condicionantes, pertenecen a muy diferentes sectores y tamaños. Pero como ejemplo de la importancia que está adquiriendo la sostenibilidad y eficiencia en la industria, se muestran a continuación varios ejemplos de entidades y asociaciones relacionadas con esta temática. Algunas son de carácter público y otras se han formado directamente de las necesidades empresariales en temas medioambientales y de sostenibilidad.

Asociaciones de referencia:

- Sociedad Pública del Gobierno Vasco para el desarrollo de la política ambiental y cultura de la sostenibilidad ambiental en la Comunidad Autónoma del País Vasco (IHOBE), colabora en la temática de ecoeficiencia con 589 empresas vascas <http://www.ihobe.net>
- Consejo Empresarial Español para el Desarrollo Sostenible (FUNDACIÓN ENTORNO), socio español del Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD), organización líder a nivel mundial en desarrollo sostenible empresarial. El WBCSD es una coalición de 200 empresas internacionales <http://www.fundacionentorno.org>
- Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD), Capitalización en el Mercado: U.S. \$ 5.400 billones., Empleados a nivel mundial: 12 millones, Alcance global: 3.000 millones de consumidores de productos y servicios de un miembro del WBCSD cada día, 55 Consejos Regionales en Europa, Asia, Norteamérica, Latinoamérica y Oceanía, Capacidad de influir en las agendas públicas y privadas del Desarrollo Sostenible.<http://www.wbcSD.org/home.aspx>
- Asociación Cluster de Industrias de Medio Ambiente de Euskadi (ACLIMA). En la actualidad cuenta con 88 socios, 73 empresas privadas y 15 Socios de Honor, que cubren la totalidad de los ámbitos de la oferta medioambiental, destacando además su aportación en otras actividades de alto valor añadido como la I+D+i. <http://www.aclima.net>
- Asociación de empresas vascas por la sostenibilidad (IZAITE), , con 18 socios colaboradores, [www.izaite.com](http://www.izaite.com)
- Mondragon Eko, plataforma corporativa de MCC para impulsar negocios de futuro en el sector de la economía verde, dando servicio a más de 100 empresas de la corporación. <http://www.mondragon-corporation.com/>
- Asociación de Empresas de Eficiencia Energética (A3E), organización sin ánimo de lucro que en la actualidad agrupa a 60 empresas, entidades y organismos colaboradores que desarrollan su actividad total o parcialmente en el ámbito de la eficiencia energética, ya sea a nivel local, nacional o internacional. <http://www.asociacion3e.org>

También se han creado varias iniciativas como Stop CO<sub>2</sub> Euskadi desde Ihobe, donde se dan pautas a las empresas para la reducción de su huella de carbono, <http://www.stopco2euskadi.com>. En ella se puede encontrar un listado de buenas prácticas para las empresas en temas relacionadas con el medio ambiente, como secados mediante hornos UV de pinturas etc. Varios casos se podrían relacionar con el trabajo de un graduado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales.

Se puede apreciar que en este marco la sostenibilidad va a ser un factor clave para el éxito de nuestra economía, y por supuesto, para la industria. Al ser demasiado amplia la relación de empresas donde podrían tener cabida estos ingenieros, se ha resumido el listado en asociaciones que congregan a las industrias a las que se daría respuesta con este grado.

- Empresas miembro de la Asociación de Fundidores del País Vasco (FEAF)  
Fuente: Asociación de Fundidores, con 153 empresas asociadas  
<http://www.feaf.es/>
- Empresas miembro de la Sociedad de Industrias de Forja por Estampación (SIFE), con 8 empresas del País Vasco.  
Fuente: Asociación de Industrias de Forja por Estampación  
<http://www.forjas.org/ingles/socios.htm>
- Empresas miembro del Clúster de Automoción de Euskadi (ACICAE), con más de 100 empresas asociadas  
Fuente: Clúster de Automoción  
[http://www.acicae.es/cas/empresas\\_automocion.aspx](http://www.acicae.es/cas/empresas_automocion.aspx)
- Empresas miembro del Clúster del Hogar de Euskadi (ACEDE), con 8 empresas asociadas  
Fuente: Clúster del Hogar  
<http://www.acede.es/Castellano/EmpresasAsociadas.aspx>
- Empresas miembro de la Asociación Española de Fabricantes de Máquina-Herramienta (ACEDE), representando a 138 empresas  
Fuente: Asociación española máquina herramienta  
[http://www.afm.es/catalogo\\_afm-es](http://www.afm.es/catalogo_afm-es)
- Empresas miembro de la Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón (ASPAPEL), representando a 47 empresas  
Fuente: Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón  
<http://www.aspapel.es/es/la-asociacion/empresas-asociadas>
- Empresas miembro de la Agrupación de fabricantes de cemento de España (OFICEMEN), con 13 empresas asociadas  
Fuente: Agrupación de fabricantes de cemento de España  
[http://www.oficemen.com/lstEmpresas.asp?id\\_rep=2](http://www.oficemen.com/lstEmpresas.asp?id_rep=2)
- Empresas miembro del Clúster de Movilidad y Logística del País Vasco (MLC ITS), con 96 asociados.  
Fuente: Clúster de Movilidad y Logística

En el contraste externo, que se muestra en el apartado siguiente, se ha analizado el interés de las empresas de nuestro entorno en dichos perfiles. Al ser un perfil orientado a procesos industriales, sobre todo han mostrado interés en este perfil aquellas industrias que son productoras de bienes, aunque todos han coincidido que perfiles ingenieriles orientados tanto a procesos industriales como al MEDIO AMBIENTE son necesarios o interesantes para su plantilla.

Algunos ejemplos de las ofertas de empleo que podrían cubrirse con este perfil se muestran a continuación. Dichas ofertas se encuentran en el anexo IV. Un resumen de las ofertas que se han recopilado se muestra a continuación:

- Investigador/a (Ingeniero/a Ambiental). Estudios mínimos, ingeniería técnica. Desarrollo de los estudios de impacto ambiental que incluyen el diseño y seguimiento de la recogida de datos, tareas experimentales, interpretación de resultados, redacción de informes técnicos, así como en la difusión de resultados en revistas científicas y foros especializados.
- Ingeniero de Mejora Continua. Requisitos mínimos: Dominio de metodologías de mejora continua y eficiencia productiva en entornos industriales, •Conocimientos especializados a nivel técnico/ingeniería, Conocimientos sobre nuevas tecnologías, Conocimientos sobre la elaboración de nuevos proyectos con los correspondientes análisis de rendimiento de las inversiones, Conocimientos sobre sistemas de calidad, de productividad y de medio ambiente
- Ingeniero de Procesos: El ingeniero de proceso se responsabilizará del seguimiento y control operación de las actividades diarias de la planta. Esto incluye la revisión de la calidad y la producción, así como identificar, anticipar y resolver los problemas de manera oportuna. Deberá identificar las áreas de mejora y actuar colaborando con el Departamento de Mejora Continua. Una de sus tareas es: Evaluación de la idoneidad de las materias primas y el impacto ambiental y seguridad de la planta.
- Ingeniero de Procesos. Siendo una de las tareas: Introducción de nuevas metodologías y modificaciones de los procesos de producción, buscando siempre la reducción de costes y la optimización del rendimiento de los procesos de producción. Montaje e instalación de nuevos útiles y herramientas de producción
- Ingeniero. Ingeniero Técnico - Industrial, especialidad en Mecánica. Entre sus funciones: Desarrollo de proyectos de eficiencia energética; principalmente estudios lumínicos y cambios de calderas.

Muchas de estas ofertan requieren un perfil multidisciplinar, con conocimientos ingenieriles de varios dominios. La temática central de esta ingeniería se basa en el conocimiento de procesos industriales, tanto mecánicos como ambientales. El título propuesto se enmarca dentro de un ingeniero de procesos o similar, pero profundizando en conocimientos medioambientales. Como se justificará a continuación, es un título que tiene como referencia a los ingenieros ambientales. A nivel internacional, existen títulos de ingeniería específicos de procesado que le corresponden, como en el caso de Inglaterra, Irlanda, EEUU y Alemania, donde se han integrado las temáticas medioambientales a los procesos.



## 2.2.4. Interés académico

### Experiencias anteriores de la Universidad en la impartición de Títulos de características similares

En este momento, la oferta de Mondragon Unibertsitatea en el ámbito de Ingeniería está formada por seis títulos de Grado relacionados con el área industrial (Mecánica, Electrónica, Organización y Diseño Industrial) y con las TICS (Informática y Sistemas de Telecomunicaciones), así como Másteres de especialización que dan continuidad a los anteriores.

Analizando esta oferta académica, se identifica el Grado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales como un territorio poco explorado a nivel académico, aunque con nexos de unión con Mecánica, Electrónica, Organización y Diseño Industrial (en los que Mondragon Unibertsitatea posee amplia experiencia tanto a nivel docente, como en Investigación y Transferencia a empresas y Formación Continua a profesionales). Es en estas áreas de conocimiento donde se han identificado y están surgiendo iniciativas relacionadas con la tecnologías limpias y la protección del medio ambiente (procesos de fabricación más eficientes, análisis de ciclo de vida de productos, reciclado de materiales,...). Este hecho, junto con la cada vez mayor necesidad del tejido industrial de apostar por un menor impacto sobre el medio natural, hace recomendable formar ingenieros con formación específica en “tecnologías verdes” para cubrir las necesidades a las que actualmente dan respuesta otros perfiles.

### Justificación de la existencia de referentes nacionales e internacionales que avalen la propuesta y su correspondencia con el Título propuesto

#### Referentes nacionales

A día de hoy, no se ha identificado a nivel nacional ningún grado que plantee la adquisición de las competencias que se proponen en el Grado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales. No obstante, se han analizado titulaciones donde se abordan algunos de los ámbitos que se proponen en el mismo.

Además de los estudios de Grado en Ingeniería Mecánica (donde Mondragon Unibertsitatea tiene un amplio bagaje), los cuales hacen una aproximación mucho más genérica al ámbito de procesos industriales y la protección del medio ambiente, se han analizado estudios de Graduado en Ingeniería Ambiental, tomando en consideración los siguientes referentes:

Tabla 5 - Grados en Ingeniería Ambiental

Centro	Ubicación	Título	Enlace Web
Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea	Bilbao	Grado en Ingeniería Ambiental	<a href="http://www.ehu.es/p200-content/es/pls/entrada/plew0040.htm_siguiente?p_sesion=&amp;p_cod_idioma=CAS&amp;p_en_portal=S&amp;p_anyoAcad=act&amp;p_cod_centro=345&amp;p_cod_plan=GIAMB130&amp;p_menu=intro">http://www.ehu.es/p200-content/es/pls/entrada/plew0040.htm_siguiente?p_sesion=&amp;p_cod_idioma=CAS&amp;p_en_portal=S&amp;p_anyoAcad=act&amp;p_cod_centro=345&amp;p_cod_plan=GIAMB130&amp;p_menu=intro</a>
Universidad Rey Juan Carlos	Madrid	Grado en Ingeniería Ambiental	<a href="http://www.urjc.es/estudios/grado/ingenieria_ambiental/ingenieria_ambiental.html">http://www.urjc.es/estudios/grado/ingenieria_ambiental/ingenieria_ambiental.html</a>

Se ha constatado que los estudios de Grado en Ingeniería Ambiental enfocan la preservación del medio ambiente desde el conocimiento del mismo, cuando la propuesta del **Grado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales lo quiere hacer desde el conocimiento tecnológico de los procesos, la eficiencia energética de estos o el conocimiento técnico de los materiales.**

En breve, el título que se presenta trata de un graduado que une conocimientos de varios grados existentes en MU, como son mecánica, energía y gestión, y se complementa con temas de ambientales.

A continuación se analizan con mayor detalle los grados en Ingeniería Ambiental mencionados anteriormente:

- Grado en Ingeniería Ambiental:

([http://www.ingeniaritza-bilbao.ehu.es/p224-content/es/pls/entrada/plew0040.htm\\_siguiente?p\\_sesion=&p\\_cod\\_idioma=CAS&p\\_en\\_portal=S&p\\_anyoAcad=act&p\\_cod\\_centro=345&p\\_cod\\_plan=GIAMBI30&p\\_m\\_enu=intro](http://www.ingeniaritza-bilbao.ehu.es/p224-content/es/pls/entrada/plew0040.htm_siguiente?p_sesion=&p_cod_idioma=CAS&p_en_portal=S&p_anyoAcad=act&p_cod_centro=345&p_cod_plan=GIAMBI30&p_m_enu=intro)).

Tal y como se menciona en su página web, los graduados en Ingeniería Ambiental de Bilbao trabajarían en el siguiente ámbito:

El Ingeniero Ambiental tiene como misión específica la prevención de daños ambientales, de protección del entorno y de mejora de la calidad ambiental frente a problemas como consumo no sostenible de recursos, generación de residuos, contaminación de aguas, aire y suelos, evitando que los procesos productivos o, en general, las actividades humanas, afecten a la calidad ambiental. Para ello, ha de proponer medidas que eviten la generación de dicha contaminación, a través del desarrollo de tecnologías limpias que supongan modificaciones de proceso, incluyendo líneas de reciclado y reutilización. También ha de diseñar, proyectar y ejecutar obras e instalaciones que permitan la minimización del efecto de las emisiones generadas en dichos procesos.

La Universidad Rey Juan Carlos define las salidas profesionales de los ingenieros ambientales de la siguiente manera:

[http://www.urjc.es/estudios/grado/ingenieria\\_ambiental/ingenieria\\_ambiental.html](http://www.urjc.es/estudios/grado/ingenieria_ambiental/ingenieria_ambiental.html)

El ingeniero ambiental puede desarrollar su actividad profesional en una gran variedad de industrias (química, farmacéutica, alimentaria, biotecnológica, etc.) y empresas de ingeniería ya que su principal actividad se centra en el desarrollo de procesos y tratamientos de aguas, suelos y efluentes gaseosos contaminados y en la modificación o sustitución de procesos y productos actuales por otros que logren una mayor eficiencia energética y sean más respetuosos con el medio ambiente.

A diferencia de estos grados, el ingeniero en Ecotecnologías en Procesos Industriales que se solicita se centrará en la optimización de los procesos productivos, pero no sólo lo hará en los recursos y residuos generados, sino que gracias a los conocimientos mecánicos y energéticos, también optimizará los procesos tanto de una perspectiva mecánica/fabricación como energética. Así mismo, tendrá mayor conocimiento de la ingeniería de materiales para una selección, caracterización y procesabilidad de los materiales adecuados para su transformación. Estos son conocimientos que el ingeniero ambiental no adquiere en su formación. Resumiendo, la principal diferencia con los grados ambientales es que el grado en Ecotecnologías en Procesos Industriales se centra más en procesos de manufactura en detrimento de ciencias naturales.

El graduado en Ecotecnologías en Procesos Industriales también se debe diferenciar del ingeniero mecánico. Sin dejar de tener un perfil multidisciplinar e ingenieril, se sustituyen parte de conocimientos sobre mecánica estructural por temas relacionados con el medio ambiente y energía. La profesión que ejercerán los graduados en Ecotecnologías en Procesos Industriales se centrará más en los procesos productivos que en el diseño de componentes, formando un perfil complementario al mecánico, con conocimientos sólidos de sostenibilidad en la industria. Los ingenieros mecánicos son conocedores de los procesos de fabricación, pero en su curriculum no se profundiza en eficiencias en la producción, gestión de recursos, etc. Por el contrario, el ingeniero en ecotecnologías en procesos industriales, tendrá conocimientos de diseño mecánico, pero no se centra en el diseño mecánico, sino que profundiza en la fabricación de los componentes concebidos por el ingeniero mecánico de la forma más amigable al medioambiente. En este aspecto, es un perfil que tiene aspectos similares con los ingenieros de procesos o manufactura que se imparten en países anglosajones, Alemania, etc.

Waterford Institute of Technology define las funciones de los ingenieros mecánicos y los ingenieros de fabricación de una manera clara:

[http://www.wit.ie/courses/school/engineering/department\\_of\\_engineering\\_technology/beng\\_hons\\_in\\_mechanical\\_manufacturing\\_engineering](http://www.wit.ie/courses/school/engineering/department_of_engineering_technology/beng_hons_in_mechanical_manufacturing_engineering)

“Mechanical engineering has a strong product and equipment design element, while manufacturing engineering analyses the processes and systems required to produce goods.”

Aunque también se ha identificado, no se ha considerado tan relevante la titulación de Grado en Ciencias Ambientales, porque esta aborda la preocupación ambiental desde la perspectiva de las Ciencias Experimentales. La formación de estos alumnos es muy variada pero predominan las materias relacionadas con las ciencias naturales.

También se ha considerado la titulación de Máster Universitario en Ingeniería Ambiental, con el objetivo contrastar las diferencias respecto del Grado en Ingeniería Ambiental y poder limitar la actuación y los contenidos del Grado en Ecotecnologías en Procesos Industriales propuesto.

**Tabla 6 - Másteres Universitarios en Ingeniería Ambiental**

Centro	Ubicación	Título	Enlace Web
Universidad de Barcelona	Barcelona	Máster Universitario en Ingeniería Ambiental	<a href="http://www.ub.edu/masteroficial/ea/index.php?option=com_content&amp;task=view&amp;id=22&amp;Itemid=70">http://www.ub.edu/masteroficial/ea/index.php?option=com_content&amp;task=view&amp;id=22&amp;Itemid=70</a>
Universidad de Santiago de Compostela	Santiago de Compostela	Máster Universitario en Ingeniería Ambiental	<a href="http://www.usc.es/opencms/es/centros/etse/titulacions.html?plan=13354&amp;estudio=13355&amp;codEstudio=12945&amp;valor=9">http://www.usc.es/opencms/es/centros/etse/titulacions.html?plan=13354&amp;estudio=13355&amp;codEstudio=12945&amp;valor=9</a>
Universidad de Sevilla	Sevilla	Máster Universitario en Ingeniería Ambiental	<a href="http://www.us.es/estudios/master/master_M111">http://www.us.es/estudios/master/master_M111</a>
Universidad Politécnica de Catalunya	Barcelona	Máster Universitario en Ingeniería Ambiental	<a href="http://www.upc.edu/master/fitxa_master.php?id_estudi=28&amp;id_titulacio=92&amp;lang=esp">http://www.upc.edu/master/fitxa_master.php?id_estudi=28&amp;id_titulacio=92&amp;lang=esp</a>
Universidad Politécnica de Madrid	Madrid	Máster Universitario en Ingeniería Ambiental	<a href="http://www.upm.es/portal/site/institucional/template.PAGE/menuitem.fe392479f15c1fe7a23dd510907c46a8/?javax.portlet.tpst=d4adc2b01545fee7a23dd510907c46a8&amp;javax.portlet.prp_d4adc2b01545fee7a23dd510907c46a8=cod%3">http://www.upm.es/portal/site/institucional/template.PAGE/menuitem.fe392479f15c1fe7a23dd510907c46a8/?javax.portlet.tpst=d4adc2b01545fee7a23dd510907c46a8&amp;javax.portlet.prp_d4adc2b01545fee7a23dd510907c46a8=cod%3</a>

			<a href="http://D5.10%26cod2%3D5%26orden%3DCENTRO_IMPARTICION%26opcion%3Ddetalle&amp;javax.portlet.begCacheTok=com.vignette.cachetoken&amp;javax.portlet.endCacheTok=com.vignette.cachetoken">D5.10%26cod2%3D5%26orden%3DCENTRO_IMPARTICION%26opcion%3Ddetalle&amp;javax.portlet.begCacheTok=com.vignette.cachetoken&amp;javax.portlet.endCacheTok=com.vignette.cachetoken</a>
--	--	--	--

Según se ha podido constatar, los másteres analizados están orientados a entender las relaciones entre la acción humana y el medio ambiente, a la prevención y saneamiento de la contaminación, así como a las herramientas fundamentales para garantizar la calidad y gestión del medio ambiente. ***El grado en Ecotecnologías en Procesos Industriales se centra en el conocimiento de las tecnologías industriales y los materiales para su posterior optimización energética y medioambiental, además de trabajar conocimientos a un nivel no tan específico como lo podrían hacer en el máster.***

### Referentes internacionales

Para la propuesta de este título se han consultado sobre todo títulos ofrecidos fuera de España, destacando sobre todo las de Irlanda, Reino Unido, EEUU, Alemania y el norte de Europa. Probablemente esto se deba a una mayor madurez del sector industrial de producción de bienes y a la relevancia que en esta zona están tomando la ecoingeniería o la sostenibilidad. Cabe destacar que en los casos estudiados, la protección del medio ambiente se integra en las tecnologías productivas, bien sea desde un punto de vista de optimización del proceso, bien desde la selección del material o eficiencia energética.

Por tanto, se han consultado una serie de referencias que se han considerado relevantes por su afinidad entre el perfil que ofrecen y el pretendido por Mondragon Unibertsitatea. Cabe destacar, que los formatos de los títulos ofrecidos difieren del formato español, siendo lo común la existencia de títulos *BSc* de 3 años (*Bachelor of Science*) o *BEng*. de 3 o 4 años dependiendo del país (*Bachelor of Engineering*).

Se han considerado como referentes muy relevantes, tanto por los objetivos y planes de estudios de los títulos, como por las competencias que obtienen los egresados, títulos de *Bachelor of Engineering* y *Bachelor of Science* con un enfoque claro a la protección del medio ambiente integrada en los procesos industriales. **Estas enseñanzas abordan la adquisición de conocimientos que permitan salvaguardar el medio ambiente desde el uso de la tecnología para la optimización tecnológica de los procesos industriales, la minimización del uso de recursos y energía o la reducción de residuos. Es éste, precisamente, el enfoque que se le desea dar al Grado de Ecotecnologías en Procesos Industriales propuesto.** En los planes de estudios de los títulos analizados son representativas las materias de procesos de fabricación, materiales o energética, teniendo en cuenta que parte de sus contenidos hacen referencia a la protección medioambiental (emisiones de los procesos industriales analizados, consumos de energía, residuos generados en función del proceso / material,...). En estos planes de estudios, además de las materias más transversales, también se trabajan temas relacionados con la gestión ambiental.

La siguiente tabla resumen recoge las principales referencias que se han considerado teniendo en cuenta las universidades alemanas, donde se unen las ingenierías de procesos, energética y de medio ambiente.

Tabla 7 – Referencias títulos de grado en ingeniería de interés a nivel europeo (Alemania)

Centro	Ubicación	Título	Enlace Web
FH Düsseldorf	Düsseldorf (Alemania)	Tecnología de procesos, energética y del medio ambiente	<a href="http://english.fh-duesseldorf.de/c_departments/d_mechanical_engineering/b_beng_process_energy_and_environmental_technology">http://english.fh-duesseldorf.de/c_departments/d_mechanical_engineering/b_beng_process_energy_and_environmental_technology</a>
Hochschule Bremerhaven	Bremerhaven (Alemania)	Tecnología de procesos y energía	<a href="http://www.hs-bremerhaven.de/en/Process_Engineering_and_Energy_Technology_Bachelor.html">http://www.hs-bremerhaven.de/en/Process_Engineering_and_Energy_Technology_Bachelor.html</a>
Fachhochschule Trier	Trier (Alemania)	Ingeniería Biotecnológica, Medioambiental y de procesos	<a href="http://www.umwelt-campus.de/ucb/index.php?id=verfahrenstechnik&amp;L=1">http://www.umwelt-campus.de/ucb/index.php?id=verfahrenstechnik&amp;L=1</a>
Brandenburg University of Technology	Brandenburg (Alemania)	Tecnología de procesos	<a href="http://www.tu-cottbus.de/fakultaet4/en/studium/academics/bachelors-degree-programmes/process-technology.html">http://www.tu-cottbus.de/fakultaet4/en/studium/academics/bachelors-degree-programmes/process-technology.html</a>
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena	Jena (Alemania)	Protección del medio ambiente integrada en los procesos	<a href="http://www.scitec.fh-jena.de/en/prozessintegrierter_umweltschutz/">http://www.scitec.fh-jena.de/en/prozessintegrierter_umweltschutz/</a>
Beuth Hochschule für Technik Berlin	Berlin (Alemania)	Tecnología de procesos y del medio ambiente	<a href="http://www.beuth-hochschule.de/studiengang/detail/bvu/">http://www.beuth-hochschule.de/studiengang/detail/bvu/</a>
Berlin TU	Berlin (Alemania)	Protección técnica del medio ambiente	<a href="http://www.studienberatung.tu-berlin.de/?id=16345">http://www.studienberatung.tu-berlin.de/?id=16345</a>
Hochschule Heilbronn	Heilbronn (Alemania)	Tecnología de procesos y del medio ambiente	<a href="http://www.hs-heilbronn.de/vu">http://www.hs-heilbronn.de/vu</a>
Weihenstephan-Triesdorf Hochschule	Freising (Alemania)	Protección del Medio Ambiente	<a href="http://www.hswt.de/info/bachelor/us.html">http://www.hswt.de/info/bachelor/us.html</a>
Hochschule Wismar	Wismar (Alemania)	Tecnología de procesos y del medio ambiente	<a href="http://www.mb.hs-wismar.de/">http://www.mb.hs-wismar.de/</a>

Estos títulos sobre todo se centran en el diseño y operabilidad de procesos ingenieriles, así como las diversas medidas de contaminación o técnicas de eficiencia energética. Las enseñanzas que muestran tienen dos primeros semestres de módulos básicos de matemática, informática, y asignaturas básicas de ciencia e ingeniería. A continuación, a partir del tercer semestre se añaden módulos específicos de ingeniería de procesos, tecnología de la energía, del MEDIO AMBIENTE y módulos básicos de técnicas para diseño de sistemas y organización. El programa incluye temas de programación, dirección de proyectos, contabilidad de costes e idiomas extranjeros. En la Universidad Tecnológica de Brandenburg se menciona lo siguiente en lo relativo a los contenidos de su carrera:

*The Bachelor programme Process Technology imparts a broad spectrum of fundamental knowledge; course requirements are similar to those for the Mechanical Engineering and Environmental Engineering programmes.*

El perfil de ingeniería de fabricación en grado se puede encontrar en el sistema de estudios anglosajón. En el mismo, se pueden encontrar distintos títulos de ingeniería en fabricación. Varios de ellos tienen en cuenta el medioambiente. A continuación, se muestran ejemplos de títulos que se ofertan tanto en el Reino Unido, como en Irlanda y Estados Unidos. También existe como especialización dentro de ingeniería industrial, como es en el caso de RWTH Aachen de Alemania. Se puede observar que varios de ellos ya integran el concepto de sostenibilidad en el título, y otros, aunque no lo mencionen en el título, lo integran en los

conocimientos adquiridos por sus alumnos. La siguiente tabla muestra las referencias consultadas:

**Tabla 8 – Referencias títulos de grado en ingeniería de interés a nivel anglosajón**

Centro	Ubicación	Título	Enlace Web
California State University	California, USA	The Bachelor of Science in Sustainable Manufacturing	<a href="http://catalog.csuchico.edu/viewer/11/SMFG/SMFGNONEBS.html">http://catalog.csuchico.edu/viewer/11/SMFG/SMFGNONEBS.html</a>
San Jose State University	California USA	BS in Industrial Technology, Manufacturing Systems: Concentration in Sustainable and Green Manufacturing	<a href="http://www.engr.sjsu.edu/avtech/BSIT_Manufacturing_Systems.shtml">http://www.engr.sjsu.edu/avtech/BSIT_Manufacturing_Systems.shtml</a>
RWTH Aachen University	Aachen, Germany	Industrial Engineering B.Sc., Materials and Process Engineering Specialization	<a href="http://www.rwth-aachen.de/go/id/bpwa/?lidx=1#aaaaaaaaa aabpwb">http://www.rwth-aachen.de/go/id/bpwa/?lidx=1#aaaaaaaaa aabpwb</a>
Loughborough University	Leicestershire, UK	B.Eng. Manufacturing Engineering	<a href="http://www.lboro.ac.uk/departments/mechan/undergraduate/courses/manufacturingengineering/">http://www.lboro.ac.uk/departments/mechan/undergraduate/courses/manufacturingengineering/</a>
Glasgow Caledonian University	Glasgow, UK	BEng Manufacturing Systems Engineering	<a href="http://www.gcu.ac.uk/study/undergraduate/courses/manufacturing-systems-engineering-8768.php">http://www.gcu.ac.uk/study/undergraduate/courses/manufacturing-systems-engineering-8768.php</a>
The University of Nottingham	Nottingham, UK	Manufacturing Engineering and Management BEng	<a href="http://www.nottingham.ac.uk/ugstudy/courses/mechanicalmaterialsandmanufacturingengineering/beng-manufacturing-engineering-management.aspx">http://www.nottingham.ac.uk/ugstudy/courses/mechanicalmaterialsandmanufacturingengineering/beng-manufacturing-engineering-management.aspx</a>
Boston University	Boston, USA	BS in Manufacturing Engineering	<a href="http://www.bu.edu/academics/eng/programs/manufacturing-engineering/bs/">http://www.bu.edu/academics/eng/programs/manufacturing-engineering/bs/</a>
Dublin City University	Dublin, Ireland	B.Eng Mechanical and Manufacturing Engineering	<a href="http://www.dcu.ie/prospective/deginfo.php?classname=CAM&amp;degree_description=B.Eng+and+M.Eng+Mechanical+and+Manufacturing+Engineering+%28Bachelor+Honours+and+Masters+Degree%29">http://www.dcu.ie/prospective/deginfo.php?classname=CAM&amp;degree_description=B.Eng+and+M.Eng+Mechanical+and+Manufacturing+Engineering+%28Bachelor+Honours+and+Masters+Degree%29</a>
Trinity College Dublin	Dublin, Ireland	B.Eng Mechanical and manufacturing engineering	<a href="http://www.tcd.ie/courses/undergraduate/az/course.php?id=DUBSC-MEME-1ENG">http://www.tcd.ie/courses/undergraduate/az/course.php?id=DUBSC-MEME-1ENG</a>
Waterford Institute of Technology	Waterford, Ireland	BEng (Hons) in Mechanical & Manufacturing Engineering	<a href="http://www.wit.ie/courses/school/engineering/department_of_engineering_technology/beng_hons_in_mechanical_manufacturing_engineering">http://www.wit.ie/courses/school/engineering/department_of_engineering_technology/beng_hons_in_mechanical_manufacturing_engineering</a>
Dublin Institute of Technology	Dublin, Ireland	B.Eng. MANUFACTURING & DESIGN ENGINEERING	<a href="http://www.dit.ie/study/undergraduate/programmes/dt023/">http://www.dit.ie/study/undergraduate/programmes/dt023/</a>
University of Cambridge	Cambridge, UK	B. Eng. Manufacturing Engineering	<a href="http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/education/met/">http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/education/met/</a>

Como ejemplo, en los estudios de Loughborough, hay asignaturas opcionales sobre fabricación sostenible o análisis de ciclo de vida que están en concordancia con el título que se presenta. Por otro lado, en el grado ofertado en Glasgow, recalcan la necesidad en el mercado de ingenieros de fabricación efectivos y eficientes, que pueden dirigir los procesos de producción, coordinar la innovación de procesos y productos, garantizando la calidad, fiabilidad y precio.

Su plan de estudios se asemeja como se muestra a continuación:

Year 1: Engineering Computing 1, Electronic & Electrical Principles, Technology Management 1, Mechanical Principles A, Engineering Materials, Mathematics 1, Mechanical Principles B, Engineering Applications.

Year 2: Electronic Engineering 2, Engineering Design and Analysis, Mathematics 2, Engineering Computing 2, Control Engineering 2, Manufacture and Materials 2, Electrical Systems.

Year 3: Control Engineering 3, Integrated Studies 3, Quality Assurance, Technology Management 3,

Manufacturing and Materials 3, Engineering Analysis 3, Mechanical Engineering Design.

Year 4: Project, Computer Aided Engineering, Manufacturing Systems, Process Systems and Materials, Control Engineering 4, Simulation for Manufacturing.

Además de las titulaciones anteriormente analizadas, también se han considerado otros títulos de interés a nivel internacional con distintos niveles de especialización:

**Tabla 9 – Referencias otros títulos de interés a nivel internacional**

Centro	Ubicación	Título	Enlace Web
ETH Zürich	Zürich (Suiza)	Environmental Engineering (Bachelor of Science)	<a href="http://www.ethz.ch/prospectives/programmes/umwe/ling/bachelor/index_EN">http://www.ethz.ch/prospectives/programmes/umwe/ling/bachelor/index_EN</a>
University Applied Sciences Upper Österreich	Wels (Austria)	Eco - Energy Engineering (Bachelor of Science)	<a href="http://www.fh-ooe.at/en/wels-campus/studiengaenge/bachelors-degree-programmes/eco-energy-engineering/">http://www.fh-ooe.at/en/wels-campus/studiengaenge/bachelors-degree-programmes/eco-energy-engineering/</a>
MIT	Massachusetts (EEUU)	Environmental Engineering	<a href="http://cee.mit.edu/undergraduate/1E-roadmap">http://cee.mit.edu/undergraduate/1E-roadmap</a>
University Iceland	Reykjavik (Islandia)	Civil and Environmental Engineering (Bachelor of Science)	<a href="https://ugla.hi.is/kennsluskra/index.php?tab=nam&amp;chapter=namsleid&amp;id=080103_20126&amp;kennsluar=2012">https://ugla.hi.is/kennsluskra/index.php?tab=nam&amp;chapter=namsleid&amp;id=080103_20126&amp;kennsluar=2012</a>
MID Sweden University	Östersund (Suecia)	Ecotechnology (International Bachelor)	<a href="http://www.miun.se/en/Education/Find-Your-Education/Show-programme/?KatalogProgramplanId=1112#about">http://www.miun.se/en/Education/Find-Your-Education/Show-programme/?KatalogProgramplanId=1112#about</a>
Athlone Institute of Technology	Westmeath, Ireland	Bachelor of Engineering in Mechanical Engineering & Renewable Energy	<a href="http://www.ait.ie/aboutaitandathlone/courses/benginmechanicalengrenewableenergyft/">http://www.ait.ie/aboutaitandathlone/courses/benginmechanicalengrenewableenergyft/</a>

## Diferenciación entre graduado y máster

A primera vista, la temática de ecotecnologías en procesos industriales como grado en ingeniería puede ser considerado más adecuado para un máster que para un graduado al entenderse de especialización, pero no es el objetivo de conseguir alumnos especializados, sino multidisciplinares y de nivel de grado. A continuación se procede a la justificación de cómo se diferenciarían ambos perfiles.

El grado en Ecotecnologías en Procesos Industriales se centra en el conocimiento de las tecnologías industriales y los materiales para su optimización energética y medioambiental, trabajando los conocimientos a un nivel no tan específico como lo podrían hacer en un máster, donde se impartirían conceptos avanzados y de nuevas tendencias.

A continuación se describe un posible máster que sería la continuación del grado aquí propuesto:

- **Máster en fabricación avanzada y sostenible**

Se prevé la necesidad de un cambio de una producción intensiva de recurso a una intensiva en conocimiento, con mayor valor añadido. Con los conocimientos de fabricación adquiridos en un graduado previo, en este máster se enseñarían los últimos avances en producción, centrándose en **nuevas tecnologías de producción sostenible**, con el fin de que se implementen en medios de producción reales. En este máster se trabajarían con **materiales y procesos más novedosos**, siempre teniendo en cuenta el ciclo de vida de los productos.

Un posible temario contemplaría estas temáticas, abordando en cada una de ellas el concepto de sostenibilidad, valorando su impacto ambiental, mediante la huella de carbono de cada proceso. Por lo tanto, sin perder el concepto de sostenibilidad, podrían centrarse en la manufactura especializada.

- Materiales avanzados:
  - Comportamiento en servicio
  - Propiedades físicas avanzadas
  - Caracterización avanzada de materiales
  - Nanomateriales
  - Materiales cerámicos avanzados
  - Materiales funcionalizados según requerimientos
  - Materiales compuestos e híbridos
- Procesos automatizados
  - Robótica
  - Automatización de procesos
- Procesos avanzados
  - Procesado de materiales avanzados (superaleaciones, Ti, Mg, ...)
  - Nuevas tecnologías de fabricación (nuevos conceptos de factorías, prototipado rápido, laser metal sintering, friction stir welding, microfabricación, ...)
  - Modelizado avanzado
- Diseño de experimentos. Herramientas estadísticas y diseño y mejora de productos y procesos
- Sistemas de producción inteligentes. Monitorización y control.
- Nuevos conceptos de fabricación eficientes
- ...

La diferencia que se ha querido mostrar entre el grado y el máster, es que el graduado sería especialista en eficiencia de procesos de fabricación, pero trabajaría mayormente en la optimización de los procesos existentes, selección de los materiales a utilizar, minimización y gestión de residuos, eficiencia energética de procesos, etc., pero sin incorporar tecnologías que actualmente están en una primera etapa de introducción al mercado o en investigación. Tras los estudios de



máster, sus conocimientos técnicos se ampliarían, y adquiriría conceptos nuevos para el desarrollo de tecnologías y nuevos conceptos de producción.

El **graduado** puede ser el encargado de procesos, el responsable de la gestión de residuos, o de medioambiente, con **conocimientos para la optimización de recursos en los procesos para reducir la huella de carbono o la gestión de residuos y materias primas**. Tras el **máster de especialización**, se convertiría en un ingeniero que utiliza o hasta concibe **nuevas tecnologías de procesado más eficientes**, gracias a una intensificación en herramientas de simulación, nuevos procesos de producción, materiales avanzados, propiedades funcionales o en servicio (comportamiento en servicio) de los materiales, cursos de innovación etc.

Otro posible máster puede ser el siguiente:

- Máster en desarrollo de soluciones sostenibles o nuevos modelos de desarrollo económico sostenibles

Como ejemplo, se menciona el Blue Economy. Serían conceptos similares que se englobarían en un máster, menos tecnológico y más de modelos de desarrollo económico sostenibles o cómo desarrollar soluciones sostenibles. La siguiente cita describe el concepto de Blue Economy (<http://www.blueeconomy.eu/>)

*Backed by an international network of engineers and experts, Blue Economy Solutions is a business consultancy for development of sustainable solutions. Blue Economy Solutions focuses on research and development of sustainable product innovations and business models as well as their implementation.*

Por otro lado, su especialización se podría realizar en otros ámbitos como másteres actualmente existentes, siendo el acceso con complementos para algunos másteres:

- Máster universitario en Ingeniería Industrial (con complementos)
- Máster universitario en Diseño Estratégico de Productos y Servicios Asociados (con complementos)
- Máster universitario en Innovación Empresarial y Dirección de Proyectos

O bien, los graduados podrían completar su formación con másteres diversos en tecnologías ambientales, agua, gestión de residuos, etc.

## 2.2.5 Interés científico

El interés del título a nivel científico radica en la necesidad de formar un conjunto de profesionales con una base de conocimiento científico-tecnológico sólida. Se podrá profundizar en este conocimiento cursando estudios de Máster, aplicando las competencias adquiridas para poder investigar y desarrollar ideas, proyectos y productos alineados con las estrategias explicadas con anterioridad (optimización energética o medioambiental de procesos industriales, materiales y residuos).

La importancia que están adquiriendo estas temáticas queda reflejada en el análisis que se ha realizado sobre las temáticas y programas de investigación presentes y futuros.

## A nivel europeo

La eficiencia en los procesos industriales está entre las temáticas que se han publicado de cara al 2013 en el programa de trabajo, *NMP (Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and new Production Technologies)* del FP7 (*Seventh Framework Programme of the European Union*), entre los que se encuentran:

- *NMP.2013.1.2-1: Nanotechnology-based sensors for environmental monitoring.*
- *NMP.2013.2.3-1: Advanced materials – our allies for a sustainable future.*
- *NMP.2013.3.0-1: Tools for Monitoring and Assessing Resource-efficiency in the Value Chain of Process Industries.*
- *FoF.NMP.2013-1: Improved use of renewable resources at factory level.*
- *FoF.NMP.2013-4: Innovative methodologies addressing social sustainability in manufacturing.*
- *FoF.NMP.2013-5: Innovative design of personalized product-services and of their production processes based on collaborative environments.*

Por otro lado, los comunicados de la unión europea sobre el programa Horizonte 2020 reflejan la necesidad de abordar el tema de la eficiencia en los procesos industriales desde la investigación. Dicha necesidad se puede verificar en los siguientes documentos:

- <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0808:FIN:es:PDF>
- <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0811:FIN:es:PDF>

En el primer documento se especifica que el desarrollo sostenible es uno de los objetivos generales del Horizonte 2020 (enfocando un 60% del presupuesto total del H2020 al desarrollo sostenible). En el segundo se especifican con más detalle los campos en los que se trabajará, los cuales aparecen agrupados en las temáticas de las acciones de Liderazgo Industrial y Retos Sociales. Debido a la gran diversidad de temáticas relacionadas con el presente grado, sólo se desglosan cuatro de ellas:

- *Desarrollo y transformación de materiales:* promover de manera eficiente y sostenible actividades de investigación y desarrollo a mayor escala que permitan la fabricación industrial de productos en el futuro, por ejemplo, en las industrias del metal o químicas.
- *Materiales para una industria sostenible:* desarrollar nuevos productos y aplicaciones que reduzcan la demanda de energía y faciliten la producción con bajas emisiones de carbono, así como la intensificación de procesos, el reciclaje, la descontaminación y los materiales de alto valor añadido a partir de los residuos y el procesado.

- *Tecnologías para las fábricas del futuro*: promover el crecimiento industrial y sostenible propiciando un cambio estratégico en Europa desde una fabricación basada en los costes hacia la creación con alto valor añadido. Para lograrlo es necesario abordar el reto de producir consumiendo menos materiales y energía y generando menos residuos y contaminación. Las actividades se centrarán en el desarrollo y la integración de sistemas de producción capaces de adaptarse al futuro, haciendo especial hincapié en las necesidades de las PYMEs europeas, a fin de implantar procesos y sistemas de fabricación avanzados y sostenibles.
- *Procesos de producción avanzados*: permitirán la adaptación a medida, reducirán los costes vinculados al ciclo de vida y el tiempo de desarrollo, y facilitarán la normalización y certificación de aviones, vehículos y barcos e infraestructuras relacionadas. Las actividades en este ámbito se centrarán en el desarrollo de técnicas de diseño y fabricación rápidos y rentables (incluidos el ensamblado, la construcción, el mantenimiento y el reciclaje) por medio de herramientas digitales y de automatización, y de la capacidad de integrar sistemas complejos. Con todo ello se contribuirá a crear una cadena de suministro competitiva con costes reducidos y plazos de comercialización cortos.

En el FP7, los PPP (*“Public Private Partnership”*) han sido plataformas que han trabajado activamente en la definición de temáticas de proyectos. La eficiencia energética y la reducción del CO<sub>2</sub> son claros objetivos de los PPP *“E2B: Energy Efficient Buildings”*, *“Green Cars”* y *“FoF: Factories of the Future”*. El presente grado está en coherencia con todas estas iniciativas europeas, y especialmente enmarcado en *“FoF: Factories of the Future”*.

Actualmente, cuando el FP7 está llegando a su fin y abriendo camino a Europa 2020, la temática de la eficiencia energética en la producción y en el ciclo de vida cobra más fuerza. Dentro de la temática de FoF, su hoja de ruta muestra la importancia que van a tener en Europa la eficiencia y la sostenibilidad de la producción de bienes. En el Horizonte 2020 también surge otro PPP, concretamente SPIRE, *“Sustainable Process Industry”*, una iniciativa con dos prioridades: eficiencia energética y eficiencia de recursos no energéticos (p.e. materiales, agua, residuos, etc.) para la industria de procesado.

Mencionar, para finalizar, que ya existen ejemplos de proyectos de gran envergadura trabajando en la eficiencia energética de los procesos industriales. El clúster de excelencia *EniProd*, *“Energy-efficient Product and Process Innovations in Production Engineering”* (<http://www.eniprod.tu-chemnitz.de/index.php.en>) del estado federal de Sajonia (Alemania) es un referente en este sentido.

## **A nivel español**

En el año 2012, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo publicó ayudas para el fomento de la competitividad de sectores estratégicos industriales, donde las actuaciones deberían estar orientadas a los siguientes aspectos:

- Al aumento de la contribución de la industria al Producto Interior Bruto y que actúe como un generador de crecimiento económico, y por tanto, de empleo.
- Al incremento del valor añadido de productos y servicios, orientados a la producción limpia.
- Al aumento de la eficiencia y sostenibilidad de los procesos de producción.
- A la reorientación de la producción hacia productos más sostenibles que mejoren la eficiencia energética y su impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida.
- Al establecimiento de actuaciones dirigidas a preservar el empleo y las condiciones de trabajo y mejorar de la capacitación técnica de los recursos humanos.
- A la implantación de estrategias de producción y procesos organizativos avanzados.

Esta convocatoria se puede encontrar en el siguiente enlace:

- <http://www.minetur.gob.es/PortalAyudas/SectorEstrategico/Descripcion/Paginas/Objetivos.aspx>

## A nivel de Euskadi (CAPV)

La apuesta del Gobierno Vasco hacia la reducción del consumo energético también es otro factor a considerar. En este sentido, las actuaciones de la Sociedad Pública IHOBE<sup>1</sup> (<http://www.ihobe.net>), se orientan hacia: Producto Sostenible, Cambio Climático, Ecoinnovación, Política Ambiental, Consumo Sostenible, Gestión de Recursos y Residuos, Biodiversidad, y Suelos Contaminados.

## Líneas de investigación afines al Grado en Mondragon Unibertsitatea

Además de lo anteriormente comentado, Mondragon Unibertsitatea cuenta con varias líneas de investigación alineadas con las competencias específicas que se proponen en este Grado. Se describen brevemente a continuación:

### Línea de investigación de Mecanizado de Alto Rendimiento

Los objetivos de esta línea son la mejora de procesos de mecanizado empleados en diferentes sectores industriales (transporte, aeronáutica, salud, máquina-herramienta, moldes y troqueles, etc.) y la generación de nuevas nociones para la producción de productos innovadores que abran la puerta de nuevos mercados o el lanzamiento de nuevas empresas. **Actualmente se está trabajando en varios proyectos de investigación donde el objetivo principal es mejorar la eficiencia del mecanizado, y de esta forma reducir el impacto medioambiental.** Las temáticas que se investigan en esta línea son:

- Micromecanizado.

---

<sup>1</sup> *Ihobe tiene por finalidad apoyar al Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco en el desarrollo de la política ambiental y en la extensión de la cultura de la sostenibilidad ambiental en la Comunidad Autónoma del País Vasco*

- Mecanizado a alta velocidad y 5 Ejes / CAD-CAM.
- Maquinabilidad.
- Estudio del proceso de corte y modelización.
- Mecanizado inteligente / Monitorización / C. Adaptativo.
- Rectificado / Procesos abrasivos.

*Personal docente e investigador*

- 4 doctores
- 8 ingenieros
- 8 Doctorandos

Línea de investigación de Tecnología de Plásticos y Compuestos

El objetivo de la investigación de esta línea es generar una base científica que permita establecer en todos los ámbitos la próxima generación de materiales, procesado y diseño de polímeros estructurales y compuestos. Su actividad está organizada en cinco dominios científicos:

- Diseño para el aligeramiento (diseño conceptual y selección de materiales; materiales estructurales y estructuras; estructuras de multimateriales).
- Integridad estructural (materiales que permitan la disipación de energía y toleren el daño -mecánica de la fractura, impacto, fatiga-; diseño a impacto; desgaste).
- Procesado reactivo basado en la producción de termoplásticos compuestos (diseño de maquinaria; inyección RTM, pultrusión, conformado en estampa).
- Biopolímeros (materiales bioabsorbibles -nanocompuestos y mezclas-, materiales biocompatibles para prótesis permanentes).
- **Sostenibilidad (reciclado y reutilización, ecocompuestos -fibras naturales, polímeros biodegradables y materiales para recursos renovables-).**

*Personal docente e investigador*

- 3 doctores
- 4 ingenieros
- 5 doctorandos

Línea de investigación de Procesos Avanzados de Conformación de Materiales

La generación de conocimiento para el desarrollo y optimización de ambos como un conjunto es el núcleo central de la actividad científico-tecnológica de la línea de Procesos Avanzados de Conformación de Materiales, sin perder de vista la funcionalidad del material conformado y su aumento de valor añadido. Además de trabajar en la mejora de procesos, donde en algunos de ellos **se minimiza el daño ambiental, se están llevando a cabo varios proyectos para la revalorización de metales reciclados.** Su ámbito engloba:

- La caracterización experimental, desarrollo y optimización de materiales, procesos y utillajes que permitan la obtención de piezas mejor ajustadas a la función y/o a un menor costo.

- La optimización de los procesos de conformado gracias al empleo de sistemas de captación y control personalizadas a cada proceso.
- El desarrollo, la implementación y el contraste experimental de modelos de comportamiento del material en transformación (deformación, fusión, solidificación, etc.) entendidos como herramienta para optimizar las variables de proceso y el diseño de los utillajes.

*Personal docente e investigador*

- 5 doctores
- 5 ingenieros
- 10 doctorandos

### **2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos**

La propuesta de este Grado surge como consecuencia de la elaboración del Plan Estratégico (2009-2012) de la Escuela Politécnica Superior de Mondragón.

Para la elaboración de dicho Plan se establecieron unos equipos de reflexión y un plan de trabajo detallado con objetivos específicos. Se identificaron dos niveles de reflexión articulados en torno a cuatro equipos de trabajo, uno por cada Unidad Estratégica de Gestión (Formación Reglada, Formación Continua e Investigación), más un equipo plenario representación de los tres anteriores.

Se siguió la siguiente dinámica:

- Reunión 1. EQUIPO CABECERA. Reunión en la que se hizo una revisión de la estrategia seguida en el periodo 2004-2008, Directrices de MONDRAGON UNIBERTSITATEA (MU) para la Escuela Politécnica Superior (EPS), Análisis interno “procesos de soporte” formulación de la MISIÓN, VISIÓN y VALORES e Identificación de preocupaciones estratégicas globales para la EPS.
- Reunión 1. MESAS DE REFLEXIÓN. Una Mesa para cada Unidad Estratégica de Gestión (Formación reglada; Continua e Investigación). Ponencia de expertos (2h) y Análisis y Diagnóstico de la Situación.
- Reunión 2. EQUIPO CABECERA. Repaso del análisis de las tres Unidad Estratégica de Gestión, identificación de RETOS, definición de directrices para las Unidad Estratégica de Gestión e identificación, si procede, de RETOS a ser desarrollados por el Equipo de Cabecera.
- Reunión 2. MESAS DE REFLEXIÓN. Concreción de retos de cada Unidad Estratégica de Gestión y su despliegue, objetivos, estrategias, indicadores y responsables.
- Reunión 3. EQUIPO CABECERA. Despliegue de retos generales, concreción de objetivos, estrategias, indicadores y responsables.
- Reunión 3. MESAS DE REFLEXIÓN. Finalización de la concreción de los retos de las Unidad Estratégica de Gestión.
- Reunión 4. EQUIPO CABECERA. Análisis del despliegue de cada una de las Unidad Estratégica de Gestión y finalización del despliegue de retos

asignados al Equipo cabecera. Tras esta reunión, se trabajó en la concreción de datos de indicadores, proyección numérica y mapa estratégico.

- Reunión plenaria FINAL. En la que se expuso la síntesis del Plan Estratégico, incluido el mapa, proyección numérica e indicadores.

Uno de los principales Retos Estratégicos incluido en este Plan, era identificar nuevos títulos que respondieran a las necesidades profesionales y sociales en sectores emergentes. Este proceso se puso en marcha en septiembre de 2010, identificando el Grado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales como una de las ofertas formativas a implantar, entre otras.

En junio de 2011, se formó el equipo de cabecera de diseño del título, formado por cuatro profesores representantes de los distintos departamentos y áreas de conocimiento de la Escuela Politécnica Superior.

La metodología de trabajo ha consistido en un diseño *top-down*, donde se ha identificado el perfil profesional deseado, las competencias del título y su desglose en los distintos cursos, y a partir de aquí se ha definido el plan de estudios que se presenta para su aprobación en este documento.

Hasta llegar a este punto, se han establecido reuniones periódicas para el seguimiento del proceso que han incluido al Coordinador General de la Escuela Politécnica, a los Coordinadores de Departamento y a representantes de los equipos de diseño de las nuevas ofertas formativas.

### Procedimientos de contraste internos

Los borradores iniciales que incluían el objetivo general del título, las funciones profesionales, competencias del título y competencias de curso, y el plan de estudios que de todo ello se deriva, fueron presentados en dos ocasiones a distintos equipos dentro de la Escuela Politécnica Superior:

- Coordinadores de Grado con un tronco de formación básica común (Mecánica).
- Un número representativo de PDI pertenecientes a las líneas de investigación afines al Grado (las mencionadas en el apartado de interés científico) y a las áreas de conocimiento con implicación en el grado propuesto.
- Alumnos de 4º curso de Grado (Ingeniería Mecánica).

Se recibieron aportaciones en múltiples sentidos resumidas en la siguiente tabla.

**Tabla 10 – Aportaciones de procedimientos de contraste internos**

Propuesta	Resultado
Hacer hincapié en aspectos de protección medioambiental en lo referente a los procesos de fabricación	Se ha incluido la materia Optimización ambiental de procesos que abordará diferentes procesos industriales desde un enfoque tecnológico

	además de hacer hincapié en aspectos de protección medioambiental.
Incluir un apartado correspondiente al tratamiento de agua	Se ha incluido una asignatura sobre tecnologías de tratamiento de agua y aire
Incidir en el perfil ético y la deontología que deben guiar al trabajo del Graduado	Se ha incluido la materia de Humanidades y Ciencias Sociales que abordará aspectos de deontología ingenieril, ingeniería sin fronteras y pensamiento social.
Incluir un apartado correspondiente al conocimiento del funcionamiento de plantas de tratamientos de residuos y agua	Se ha incluido este apartado en la asignatura Gestión y tratamiento de residuos
Relacionar las materias de Materiales con su procesos de fabricación	Se han incluido los contenidos referentes al procesado de diferentes materiales (sobre todo los referentes a los materiales alternativos a los convencionales)
Tener en cuenta aspectos de salud y seguridad laboral	Se ve oportuno incluir en el plan de estudios aspectos de salud y seguridad laboral, al estar el perfil de graduado propuesto orientado a sectores donde los procesos industriales puedan requerir de medidas de seguridad considerables.

### Procedimientos de contraste externos

Se siguió un proceso similar al contraste interno contactando con responsables de un grupo de empresas o entidades que pudieran tener interés en incorporar egresados del Grado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales. Las empresas seleccionadas fueron Fagor Arrasate, Orona, Fagor Ederlan, Ulma Forja, GKN Forjas de Precisión Legazpia S.A., Grupo Danobat, CIE Automotive y Sener. También se realizó la consulta con Mondragon Eko, así como la sociedad pública dependiente del Gobierno Vasco Ihobe.

Además de los encuentros con las empresas e instituciones del entorno, se han llevado a cabo visitas a la *Hof University of Applied Sciences* en Hof (Alemania), a la *Chemnitz University of Technology* en Chemnitz (Alemania) y al *Fraunhofer Institute for Machine Tools and Forming Technology, IWU* en Chemnitz (Alemania). Estas visitas han tenido como objetivo contrastar el planteamiento del grado, además de visitar laboratorios y talleres relacionados con las temáticas planteadas en el mismo.

El cuestionario utilizado en estas entrevistas se halla recogido en el anexo V.

Se recibieron aportaciones en múltiples sentidos resumidas en la siguiente tabla:



**Tabla 11 – Aportaciones de procedimientos de contraste externos**

Propuesta	Resultado
Tratar con peso suficiente la mayor tipología posible de procesos industriales tanto desde una visión tecnológica como medioambiental	Se procura abordar la mayor parte de los procesos industriales, haciendo hincapié en los más extendidos y aquellos con mayor incidencia en el medio ambiente.
En eficiencia energética en edificaciones hay más por mejorar derivado del diseño de edificios y materiales que de tecnologías energéticas	No se ha considerado trabajar aspectos de diseño de edificios (ámbito más cercano a la arquitectura) ni de tecnologías energéticas relacionadas con la edificación. No obstante, en las asignaturas relacionadas con los materiales, sí se podrán considerar aplicaciones relativas a la edificación.
Sería interesante abordar la eficiencia energética y capacidad de transformar materiales respetuosos con el medio ambiente de los bienes de equipo.	Se considerarán estos aspectos desde un enfoque de proceso industrial o del propio material, pero sin ahondar propiamente en el diseño de los bienes de equipo.
Tratar temáticas relacionadas con los nuevos materiales	Se ha incluido la asignatura “Materiales alternativos y sostenibles”.
Resulta interesante profundizar en lo referente a medición y adquisición de datos a la hora de cuantificar la eficiencia y los parámetros de los procesos industriales.	Inicialmente se incluyó una asignatura específica: “Instrumentación y adquisición de datos” para atender a esta propuesta surgida del contraste con las empresas. Sin embargo, en esta modificación del Plan de Estudios, al sustituirse la citada asignatura por “Electrónica e instrumentación” los contenidos referidos a la adquisición de datos han perdido relevancia en el plan de estudios..
El Graduado debe conocer aspectos de legislación ambiental y las obligaciones de las empresas en lo referente a esta legislación específica.	Se procura abordar esta temática en las asignaturas “Ingeniería de calidad”
Trabajar aspectos de EPD’s ( <i>Environmental Product Declaration</i> )	Atendida parcialmente. Se trabajarán a nivel de productos sencillos o preproductos no terminados.
La gestión de la vigilancia tecnológica resulta fundamental para la optimización de los procesos industriales	Se integra lo relacionado con la gestión de la vigilancia tecnológica en las asignaturas específicas de procesos.
El conocimiento tecnológico de base y el empleo de herramientas adecuadas (software y útiles de laboratorio) resulta necesario para la correcta implementación de mejoras en los procesos o a nivel medioambiental	En las materias relacionadas con los materiales y procesos industriales se trabaja con herramientas específicas. Los contenidos básicos de carácter tecnológico están presentes en cada una de las asignaturas.

**Interés de las entidades y empresas de la propuesta del título de grado que se se presenta en esta solicitud:**

Todas estas entidades han mostrado su apoyo e interés hacia el grado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales. Cabe destacar que en las consultas realizadas tanto a empresas como a lhobe, el perfil propuesto encajaba en su ámbito de actuación. Mostraron especial interés las empresas manufactureras, al ser un perfil muy acorde a sus necesidades. Varios de ellos mostraron interés en la contratación de dichos perfiles y en ofertar trabajos fin de grado para los alumnos. Algunas de las cartas de adhesión se adjuntan en el anexo VI. También mencionaron que es un perfil que concuerda con empresas consideradas como grandes consumidores de energía (p.e., acerías).

Entre las empresas consultadas ya se están implantando mejoras en la eficiencia de sus procesos. Para la eficiencia energética de los procesos colaboran los ingenieros de procesos con los ingenieros eléctricos, y en temas de residuos, se trabaja con el perfil de ciencias ambientales. Por consiguiente, se estima que es muy interesante la incorporación de perfiles como el que se propone en la industria para cumplir con la legislación medioambiental que cada vez es más estricta.

Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, tras varios comentarios que se incluyeron en la definición del título, muestra su interés en el siguiente comunicado realizado a Mondragon Unibertsitatea:



**ANDER ELGORRIAGA**  
GERENTE DE DEPARTAMENTO DE  
PRODUCCIÓN Y CONSUMO SOSTENIBLES

**“Los profesionales de este nuevo grado deberán dar respuesta a esta creciente necesidad competitiva de la industria europea”**

Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco, desarrolla instrumentos para reforzar la demanda ambiental, apoya con servicios a la red de empresas del Programa Ecoeficiencia e impulsa el conocimiento en ecodiseño, edificación sostenible, eficiencia de recursos y ecotecnologías junto a otros colaboradores como MU. Las materias primas suponen el 45% de los costes productivos en la industria. La ecoeficiencia facilita ahorrar materias primas alcanzando un potencial medio de ahorro del 5%, y en algunos casos hasta un 30%. Para ello es necesario saber cómo monitorizar los procesos productivos y qué tecnologías más limpias introducir. Los profesionales de este nuevo grado deberán dar respuesta a esta creciente necesidad competitiva de la industria europea.

**Figura 7 – Testimonio de Ander Elgorriaga, Gerente del Departamento de Producción y Consumo Sostenibles de Ihobe.**

## **Procedimiento seguido para la aprobación del Plan de Estudios**

El procedimiento de aprobación del plan de estudios se ha vertebrado en dos niveles:

### A nivel de la Escuela Politécnica Superior

La validación de la propuesta definitiva del plan de estudios, previo a su aprobación en los Órganos competentes, ha correspondido a la Dirección Académica y a los Directores de los Departamentos Universitarios.

La aprobación en los Órganos competentes se ha realizado en el siguiente orden: en primer lugar en el Comité Académico, a continuación en el Consejo de Dirección, y por último en el Consejo Rector.

### A nivel de la Universidad

Con una secuencia similar, la propuesta de plan de estudios fue aprobada en el Comité Académico de Mondragon Unibertsitatea, en el Consejo de Dirección de Mondragon Unibertsitatea, y en el Consejo Rector de la Universidad (Órganos en los que se hallan representadas todas las Facultades que integran MU y el propio Rectorado).

## **2.4. Diferenciación de títulos dentro de Mondragon Unibertsitatea**

Tal y como se ha comentado en apartados anteriores, el Grado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales tiene cierta afinidad en cuanto a la formación básica de ingeniería con el Grado en Ingeniería Mecánica, impartido también en Mondragon Unibertsitatea. A continuación, se muestran las diferencias del Grado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales respecto al Grado en Ingeniería Mecánica, tanto a nivel de competencias adquiridas por los alumnos como de Plan de Estudios.

Se ha realizado un análisis de las competencias que adquirirá el estudiante del Grado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales, y que no se adquieren en el Grado en Ingeniería Mecánica.

Dichas competencias son:

#### Competencias

##### ESP03

Conocimiento aplicado de sistemas y procesos de fabricación, metrología y control de calidad.

##### ESP04

Conocimiento aplicado de electrónica de potencia.

##### ESP06

Capacidad para el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos.

##### ESP07

Conocer los problemas medio ambientales de la sociedad actual y las necesidades de la futura, analizando los parámetros más importantes que los caracterizan, tanto desde un punto de vista tecnológico y económico como social

##### ESP08

Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de la Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales de naturaleza profesional en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.

##### ESP09

Analizar y seleccionar métodos y sistemas de reutilización y reciclado de materiales, incidiendo en su impacto medioambiental, analizando la valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

Trasladando esta diferencia al plan de estudios, los Graduados en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales, habrán cursado las siguientes asignaturas que les otorgarán un perfil diferente al de los Graduados en Ingeniería Mecánica.

Tabla 12 - Los Graduados en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales, habrán cursado las siguientes asignaturas que les otorgarán un perfil diferente a los Graduados en Ingeniería Mecánica

Relación de asignaturas	ECTS
Tipo: Obligatorias	34,5
ESP03	16,5
Ingeniería de Calidad	4,5

Optimización ambiental de procesos: Conformado	6
Optimización ambiental de procesos: Mecanizado	6
<b>ESP06</b>	<b>18</b>
Optimización ambiental de procesos: Fundición	6
Optimización ambiental de procesos: Plásticos y Compuestos	6
Tecnologías de tratamiento: agua y aire	6
<b>TFG</b>	<b>12</b>
<b>ESP08</b>	<b>12</b>
Trabajo Fin de Grado	12
<b>Total (Formación Básica + Obligatorias)</b>	<b>46,5</b>

Relación de asignaturas	ECTS
Análisis de ciclo de vida	4,5
Prácticas en alternancia III	4,5
Prácticas en alternancia IV	4,5
Prácticas en empresa I	15
Prácticas en empresa II	18
Sistemas de generación de energía	3
Uso eficiente y reciclado de materiales	4,5
<b>Total</b>	<b>54</b>

En total, 111 ECTS propios de la titulación

El análisis realizado revela las diferencias existentes entre el Graduado en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales y el Graduado en Ingeniería Mecánica.

El Graduado en Ecotecnologías en Procesos Industriales orienta la formación (sobre todo a partir del segundo semestre del 2º Curso) a la adquisición de conocimientos y competencias relacionados con los procesos industriales y la optimización medioambiental de estos. Este Graduado profundizará en mayor medida que el Graduado en Ingeniería Mecánica en aspectos de procesado, materiales, ambientales y técnicas energéticas. Los conocimientos adquiridos aunarán la vertiente tecnológica con la protección del medio ambiente como un diferencial con respecto al Grado en Ingeniería Mecánica, en tanto que los Ingenieros Mecánicos habrán adquirido conocimientos relacionados con los procesos industriales y los materiales con un enfoque más generalista.

El Graduado en Ingeniería Mecánica orienta la formación a la adquisición de competencias en las áreas de conocimiento determinadas en la Orden CIN/351/2009.

Así, los Ingenieros Mecánicos habrán adquirido las siguientes competencias que no adquirirán los Graduados en Ingeniería en Ecotecnologías en Procesos Industriales:

- Conocimientos y capacidades para el cálculo, diseño y ensayo de máquinas.
- Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.
- Conocimientos y capacidades para aplicar los fundamentos de la elasticidad y resistencia de materiales al comportamiento de sólidos reales.
- Conocimientos y capacidad para el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales.

- Conocimiento aplicado de los fundamentos de los sistemas y máquinas fluidomecánicas.