



EDELMIRO RÚA ÁLVAREZ

ANTECEDENTES DE LA INGENIERÍA CIVIL Y SU FUTURO

LECCIÓN INAUGURAL
DEL CURSO ACADÉMICO 2011-2012
EN LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS
DE LA REGIÓN DE MURCIA

UNIVERSIDAD DE MURCIA
Campus CC Salud
Biblioteca

DPT

2-2

161

CARTAGENA

22 de septiembre de 2011



DPT
2-2
161

EDELMIRO RÚA ÁLVAREZ

ANTECEDENTES DE LA
INGENIERÍA CIVIL Y SU FUTURO

LECCIÓN INAUGURAL
DEL CURSO ACADÉMICO 2011-2012
EN LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS
DE LA REGIÓN DE MURCIA



Univ. Murcia

319



1948879

581253

UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA REGIÓN DE MURCIA
CARTAGENA, 2011

EDELMIRO RÚA ÁLVAREZ

Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid
Presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Presidente electo del Consejo Mundial de Ingeniería Civil (WCCE)

ANTECEDENTES DE LA INGENIERÍA CIVIL Y SU FUTURO

LECCIÓN INAUGURAL
DEL CURSO ACADÉMICO 2011-2012
EN LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS
DE LA REGIÓN DE MURCIA

UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA REGIÓN DE MURCIA
CARTAGENA, 2011

© Edelmiro Rúa Álvarez
Universidad Politécnica de Cartagena, 2011

Depósito Legal: MU – 1151 – 2011

Imprime: Servicio de Publicaciones. Universidad de Murcia

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
de Mérida
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
de Mérida
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
de Mérida

ANTECEDENTES DE LA INGENIERÍA CIVIL Y SU FUTURO

ANTECEDENTES

El presente trabajo tiene como objetivo
realizar un estudio de los antecedentes
de la Ingeniería Civil en México
y su evolución a lo largo del tiempo.
Se abordarán los aspectos históricos,
académicos y profesionales de esta
disciplina, así como su impacto en
la sociedad y el desarrollo del país.

CONCLUSIONES

La Ingeniería Civil ha experimentado
un constante crecimiento y evolución
a lo largo de la historia, adaptándose
a las necesidades de la sociedad y
del desarrollo tecnológico.

Excmo. Sr. Presidente de la Comunidad Autónoma de la Región
de Murcia,

Sres. Rectores Magníficos de las Universidades Públicas de la Región
de Murcia,

Excmas. e Ilmas. Autoridades,

Queridos amigos y compañeros de la Comunidad Universitaria,

Señoras y Señores:

ANTECEDENTES

La palabra Ingeniero viene del latín "*in genium*" y su inicio debe estar en los "genes" del hombre, que le habilitaron desde sus orígenes para aprovechar la naturaleza con el fin de mejorar su hábitat, procurarse medios para la subsistencia y para defenderse de un entorno que en principio es hostil.

Con ese ingenio el hombre utilizó los medios naturales, piedra, arcilla, madera, lianas, para transformar su entorno, buscar alimen-

tos, y fabricar utensilios y armas ofensivas o defensivas. Todas esas necesidades elementales no podemos negar que son actos de ingeniería y podríamos decir que siempre en beneficio de la Sociedad, puesto que se traducen en una mejora de sus condiciones de vida.

En los grandes imperios que aparecen a lo largo de los tiempos, sumerios, hititas, persas, egipcios, griegos, romanos etc., se desarrolla la cultura "filosofía, literatura", las ciencias "matemáticas, física, medicina", el comercio y el "arte militar": La idea del poder, de extender el territorio conquistado apoderándose de los territorios vecinos es una constante a lo largo de los siglos.

El aparato militar está lleno de ingeniería, fabricación de armas, máquinas de asalto, minas para derribar defensas, barcos de guerra etc. Las legiones romanas llevan un grupo de ingenieros que siembran de calzadas el imperio, amurallan poblaciones, diseñan máquinas de asedio, superan los cauces de los ríos y una vez asentados abastecen de agua las poblaciones.

De la ingeniería romana nos quedan muchos vestigios pero sobre todo de carácter hidráulico, tenemos un tratado de Ingeniería Hidráulica como es *De Architectura* de Vitrubio, y *De Aguis Romae* de Sexto Julio Frontino, tenemos acueductos de abastecimiento a poblaciones como los acueductos de Segovia y Tarragona en España, el de

Gard en Francia, el de Claudio en Italia, así como los restos de las conducciones de una gran ciudad como era Roma y grandes puentes como el de Trajano en Rumania sobre el Danubio realizado con legionarios españoles de la X Legión Géminis o de presas como la de Proserpina.

Después de la invasión de los "bárbaros" y de la caída de los Imperios Romanos de Occidente y de Oriente parece que existe un tiempo "negro" sin avances y en que todo el esfuerzo se dedica a conservar los conocimientos "copistas" o a ocultarlos y los esfuerzos se dirigen a peleas por dominar las tierras de los vecinos o pelear con los árabes (cruzadas y reconquista).

A partir del siglo XIII y al rescoldo de los dos Imperios romanos de Oriente y Occidente así como de los Califatos árabes y concretamente a la sombra de ciudades como Roma, Florencia, Venecia, Constantinopla, Bagdad empieza a resurgir la cultura, despierta la música, la pintura, la literatura y la filosofía, pero también aunque más retraído y sumergido se desarrolla la medicina, la física, las matemáticas y la astronomía, ciencias vistas como actos de magos y de ciencias ocultas.

Pero a pesar de los grandes nombres que aparecen en todas las ciencias, Brunelleschi, Galileo, Leonardo, Descartes, Leibniz, Newton,

Fermat, lo que produce el gran impulso es la aparición de la imprenta en 1450 desarrollada por Johannes Gutenberg que facilita la transmisión de los conocimientos a todo el mundo.

Aunque a principios del siglo XVIII las universidades clásicas imparten fundamentalmente los conocimientos de filosofía, literatura, enseñanzas jurídicas y medicina, la mayor parte de los conocimientos de matemáticas y física están en los ingenieros militares.

En 1675 Jean Baptista Colbert primer ministro de Luis XIV crea un cuerpo de ingenieros militares "*El Corps de Génie*" dirigido por el ingeniero militar francés Sébastien de Vauban. En España se crea en 1694 la Real Academia de Matemáticas de Barcelona.

A lo largo de la segunda mitad del siglo XVIII se empiezan a fundar las Escuelas de ingeniería Civil, la primera es la "*École Royale des Ponts et Chaussées*" en París en 1747, la Polytechnique en París fundada por Napoleón en 1795.

En el año 1771 un grupo de ingenieros ingleses funda una Sociedad de Ingenieros y John Smeton que dirige la sociedad se define como "Ingeniero Civil", es la primera vez que aparece dicho término y esta asociación es el origen en 1828 del Institution of Civil Enginee-

ring, este nombre de Ingeniero Civil surge como contraposición al Ingeniero Militar.

En España tras varios intentos de Agustín de Betancourt y Molina, matemático, inventor y profesor de la Polytechnique de Paris, se constituye en 1799 la Inspección de Caminos y Canales y posteriormente se funda en 1802 la Escuela de Ingenieros de Caminos y Canales a la que en 1833 se le añade Puertos dando lugar al actual título, en 1855 nace el Polytechnicum de Zurich, en 1864 el de Delft y en 1865 el Massachusetts Institute of Technology (MIT) de USA.

El desarrollo de la matemática con figuras como Euler, Laplace, Fermat, Hooke, etc., sirven de embrión al desarrollo de la ingeniería y aunque ésta permanece muy ligada a la ingeniería militar empiezan a surgir aplicaciones civiles entre las que destacan la aparición de la caldera de vapor y la telegrafía óptica.

La primera se empieza a aplicar a la industria textil, los ingenios de azúcar, el ferrocarril y la navegación y la segunda facilita la comunicación y el desarrollo del comercio.

Aparece el acero de la mano de los altos hornos y de los convertidores Bessemer y Siemens con lo que pueden construirse estructuras más resistentes que se utilizan fundamentalmente en grandes in-

dustrias y puentes que faciliten la comunicación, así como los "*grandes rascacielos*" americanos.

En este momento la ingeniería civil engloba la ingeniería mecánica, la minería, la ingeniería hidráulica, la ingeniería agroforestal, la naval y la construcción, todavía no han surgido las técnicas nuevas como la aeronáutica y la informática. En España aparecen con dichas profesiones los cuerpos de Ingenieros Industriales, de Minas, de Montes, Navales y de Caminos, Canales y Puertos, como cuerpos al servicio del Estado.

EL SIGLO XX

Los avances de la ingeniería son cada vez más rápidos, en cincuenta años avanza más que en el resto de la historia de la tecnología, a principios del siglo XX surge el automóvil y la aviación y la telecomunicación basándose en conocimientos anteriores.

A partir del primer tercio del siglo XX la denominación de ingeniería civil se centra fundamentalmente en las ramas de la ingeniería de construcción, transportes y edificación tanto industrial como residencial. En España la construcción residencial con la denominación de edificación está incluida en una rama denominada Arquitectura.

Hasta el último tercio del siglo XX para el diseño de cualquier proyecto de ingeniería civil, en general el cálculo de la parte técnica absorbía entre un 70 y 80% de tiempo dedicado al proyecto y el resto al diseño.

Cuando existía un diseño novedoso se recurría a modelos reducidos, túneles de viento, a fotoelasticidad, Moire y diversos métodos aproximados de cálculo como el método de Cross, que nos daban una aproximación suficiente y que ayudados por la experiencia y el buen hacer de los técnicos resolvían los problemas que presentaba el cálculo, ejemplo de ello son las soluciones de estructuras laminares o de presas bóveda.

Entonces surge una nueva técnica, la informática. Esta *"herramienta"* puesto que un ordenador no es más que una herramienta de cálculo que es capaz de resolver en fracciones de segundo sistemas de ecuaciones que a nosotros nos llevaría años resolver.

En el modelo estructural quedan a veces puntos singulares, puntos con concentración de cargas, o discontinuidades en las superficies de los elementos, casos en los que se utilizaban métodos de fotoelasticidad para determinar su importancia se han resuelto con los métodos de elementos finitos, que son capaces de aproximar los re-

sultados en esos puntos singulares. Actualmente este problema está solucionado con los métodos de elementos finitos.

La velocidad de cálculo permite introducir muchas más hipótesis de cálculo (combinaciones de carga) que anteriormente y con varios materiales, esto que supone una ventaja también supone más trabajo para interpretar resultados y una concepción más clara del problema para su interpretación.

La informática y los programas de cálculo de ella derivados nos han facilitado la tarea dura y engorrosa del cálculo mecánico y del estudio de las alternativas posibles que como hemos comentado anteriormente nos llevaban hasta un 80 % del tiempo dedicado a resolver el problema planteado, de forma que en este momento podríamos evaluar el tiempo dedicado a la solución técnica pura en un 40 a 50 %.

Lo que realmente hemos conseguido con la informática es liberar tiempo para dos tareas fundamentales, una de ellas es una adecuada interpretación de los resultados del cálculo con el estudio de cómo influyen las distintas variables del problema.

La otra tarea fundamental es el diseño, el proyecto tiene que estar suficientemente definido antes de realizar el cálculo, deben estudiarse las alternativas y su coste, a la propiedad debe de entregársele

un estudio con el coste de las diversas alternativas, y como plantean los Eurocódigos, con el coste de su mantenimiento y conservación a lo largo de su vida útil. Esto supone que el proyecto general debe incluir una guía de mantenimiento y un estudio del coste de éste. En esencia podemos decir que la informática nos ha liberado tiempo, *no para terminar antes si no para obtener un proyecto más completo.*

Otra parte que debe incluir hoy en día un proyecto que podamos denominar completo es un estudio de *sostenibilidad*, y un planteamiento de *la gestión integral del proyecto.*

LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INGENIERÍA CIVIL

Antes de plantear cuál debe ser el futuro de la ingeniería civil, tanto en el desarrollo de los estudios como en el ejercicio de la profesión, que son dos temas muy interrelacionados, debemos analizar la situación actual.

Para poder situar el problema debemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Ingeniería Civil.
- Competencias académicas.
- Competencias profesionales (habilitación).
- Profesiones reguladas.

Lo primero que debemos aclarar es el concepto actual de la palabra ingeniería civil. En España la titulación, en parte, más parecida es la de las dos ramas actuales: la Ingeniería Técnica de Obras Públicas y la Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.

En el mundo la ingeniería civil agrupa a múltiples titulaciones que abarcan partes de la ingeniería de construcción pero no el conjunto completo de la ingeniería civil. Así tenemos Ingenieros de Construcción, Ingenieros Hidráulicos, Ingenieros de Transportes, Ingenieros Portuarios, Ingenieros Estructurales, etc., además en los Ingenieros de Construcción y los Estructurales tienen en diversos países competencias para realizar y ejecutar proyectos de Edificación que en España son competencia fundamentalmente de los Arquitectos.

Como podemos apreciar hay una confusión entre el termino Ingeniero Civil y el título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos español, y esto es debido fundamentalmente a dos causas.

La primera es que cuando nace en 1803 el título en España de Ingeniero de Caminos y Canales, el añadido de Puertos no aparece hasta 1834, se forman unos titulados que *"hacen de todo"* aunque se dedican mayormente a las obras hidráulicas y a las comunicaciones y a lo largo del tiempo se van añadiendo a sus estudios más competencias. Aparece el ferrocarril que en realidad es un transporte terrestre

nuevo, siguen relacionados con la telegrafía puesto que el primer telégrafo óptico es un diseño de Agustín de Betancourt fundador del cuerpo de Ingenieros de Caminos, como otro dato podemos aportar que la primera asignatura que se imparte en el país sobre aeronáutica se imparte en la Escuela de Ingenieros de Caminos. Como podemos apreciar las enseñanzas han absorbido conocimientos nuevos pero la titulación no se ha desdoblado como otras, el ejemplo de desdoblamiento más claro puede ser la Informática que no se agregó a la ingeniería de Telecomunicación sino que se creó una titulación nueva.

La otra causa es que en su relación en el extranjero o con ingenieros extranjeros cuando a un Ingeniero de Caminos se le pregunta y *¿ese título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos qué es?*, para salir del paso de una forma rápida sin decir cuales son las competencias que tiene el título, la contestación suele ser, *“pues... más o menos como Ingeniero Civil”* y esta contestación, dada así a bote pronto, nos la hemos creído hasta nosotros mismos.

No creo que ningún ingeniero francés de Ponts y Chaussées se le ocurra decir en ningún sitio que es Ingeniero Civil.

Existe una diferencia entre las *capacidades académicas*, que se obtienen en la universidad y las *capacidades profesionales* que posee un ciudadano para ejercer una determinada profesión.

La *capacidad académica* es el conjunto de conocimientos, que en cada materia se imparten en la universidad y que obtiene el alumno que las supera y se reflejan en su título.

Para evitar la confusión de hablar en los dos casos de capacidades se ha decidido llamar a esas capacidades profesionales *habilitación profesional*. ¿Qué es en definitiva la *habilitación profesional*? La *habilitación profesional* es el reconocimiento de que un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (ahora máster) puede ejercer la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos realizando, firmando y haciéndose responsable de un proyecto y/o dirección de una obra de su competencia.

Una *profesión regulada* es aquella cuyo ejercicio tiene un riesgo para la Sociedad y esta exige, que los profesionales que la ejercen además de una titulación académica y por tanto unos conocimientos adecuados tengan una responsabilidad civil, normalmente garantizada por un seguro de responsabilidad civil y su ejercicio esté supervisado para garantía de la Sociedad.

De aquí podemos deducir claramente que para ejercer una profesión regulada tiene que existir una *habilitación* de ofrezca las garantías adecuadas, puesto que no es suficiente con demostrar la existencia de la *capacidad académica*.

Esta situación es la que se produce en la mayor parte de los países desarrollados y el caso más típico es el de los países anglosajones, situación que no se produce en España en la que el título académico da automáticamente la habilitación profesional.

BOLONIA. ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR (EEES)

A finales del siglo XX ante la necesidad de facilitar la movilidad de alumnos y profesores, iniciada por los programas Erasmus, surge primero en una reunión en La Sorbona y cristaliza en una posterior reunión de Ministros de Educación en Bolonia, la idea de armonizar estudios para poder facilitar la movilidad en Europa, no en la Comunidad Europea sino en toda Europa, puesto que el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) no es un planteamiento de la CE y no está sujeto a ninguna directiva europea, sin embargo, sí existe una directiva europea con relación al ejercicio profesional, la Directiva de Cualificaciones Profesionales 36/2005 obligatoria para todos los países miembros.

Lo primero que quiero decir del planteamiento de Bolonia es, que en general, puede tener un efecto positivo para la Universidad española, supone una modificación de la estructura de los títulos y de la relación profesor - alumno, además de facilitar la movilidad de

profesores y alumnos en el entorno universitario, el cómo se aplica esta modificación depende de cada universidad y cada centro.

Tenemos que tener en cuenta que para la ingeniería los dos últimos cambios estructurales han sido, primero la Ley de Enseñanzas Técnicas de 1957 que fundamentalmente suprime la pertenencia a un cuerpo del Estado por haber superado el ingreso a una carrera técnica en la Escuela correspondiente y sustituye el examen de ingreso por dos cursos, Selectivo e Iniciación, que aunque se realizan en la Escuela mientras no se superan no se es alumno de ella. La siguiente y última reforma es la realizada en 1964 por la que se suprimen esos dos cursos y el alumno es desde el primer momento alumno de la Escuela. El resto de modificaciones han sido fundamentalmente cambios en los planes de estudios pero ninguna modificación estructural.

Aunque aparentemente en la ingeniería no existe un cambio estructural puesto que tanto antes como después de Bolonia existen los mismos niveles; Ingeniero Técnico ó Grado, Ingeniero ó Máster y Doctorado igual en los dos, sí existe una diferencia fundamental, todo el que obtiene un título de Máster tiene previamente el título de Grado.

Con la situación pre-Bolonia se puede llegar al título de ingeniero por dos caminos, el primero es empezar cursando directamente

la carrera de ingeniero y el segundo es llegar a la carrera de ingeniero a través de estudiar primero la de ingeniero técnico.

Con Bolonia esto no es posible, para poder estudiar el Máster es necesario previamente tener el Grado, se ha conseguido la enseñanza cíclica que durante muchos años se consideraba difícil ensamblar.

Esto unido a la adopción del crédito europeo ECTS y una calificación de los estudiantes similar en todos los países de Europa puede conducir a facilitar la movilidad a efectos académicos.

La realidad es que los diversos países europeos han adoptado soluciones distintas para la implantación de EEES, así mientras en la mayoría de los países la duración del grado se plantea en tres cursos académicos de 60 ECTS en España el grado se estructura con una duración de 4 años, 240 ECTS, e incluso en algún caso no suficientemente justificado como la arquitectura en 5 años.

En algunos países europeos se ha permitido seguir la estructura de 5 años "*ciclo largo*" anterior a la implantación de Bolonia, coexistiendo con la estructura nueva. Como puede verse esto no supone ninguna armonización y seguirán existiendo problemas con la libre circulación, ésta será más fácil resolverla a nivel académico que a nivel profesional puesto que en el tema profesional existe la Directiva

2005/36 de Cualificaciones Profesionales que es de aplicación obligatoria en la CE y cuyo planteamiento no es el académico.

No podemos olvidar que la finalidad principal de la Universidad es formar profesionales y por tanto los títulos que imparta deben estar encaminados al ejercicio profesional y a ocupar puestos en el ámbito laboral, por tanto es indudable que deben existir dos niveles profesionales, el axioma principal es que a mayores conocimientos mayores capacidades profesionales.

Centrándonos ya en la situación actual, con la implantación de Bolonia, existen dos títulos de la *“rama de Ingeniería Civil”*, el grado y el máster que habilitan para ejercer en competencias correspondientes a la *“Ingeniería Civil”*.

FUTURO DE LA INGENIERÍA CIVIL

Lo primero que tengo que expresar es que no tengo la posibilidad de pronosticar el futuro de la Ingeniería Civil, en la situación actual con una economía poco estable y con una necesidad de definir prioridades en las infraestructuras, tanto en la ejecución de obra nueva como en el mantenimiento y conservación de la actual.

Lo que sí me atrevo es a decirles cuál es mi idea de como debería ser el futuro de la Ingeniería Civil y mi visión de la solución a la que deberíamos llegar, por un lado para solucionar ese eterno debate entre Ingenieros e Ingenieros Técnicos y por otro lado para mantener a la Ingeniería Civil española, como mínimo, al nivel que tiene actualmente en el mundo y facilitando a nuestros profesionales el acceso a mercados laborales extranjeros.

Esta visión surge de participar durante los últimos diez años en debates sobre la situación de la ingeniería y por dónde se debería encaminar ésta, tanto desde mi situación académica como Director de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid (UPM) como desde mi situación profesional como Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y Presidente del mismo Colegio, así como de reuniones internacionales con profesionales de la Ingeniería Civil.

Lo primero que es necesario puntualizar es que no se puede plantear un título de grado de cuatro años que abarque toda la Ingeniería Civil. Todos esos títulos que en el resto del mundo suponen un mínimo de cuatro o cinco títulos, no se puede solucionar con un solo título de grado con los itinerarios que se plantean, esa es una solución de compromiso que no tiene en cuenta la situación real, perderemos la oportunidad de tener unos títulos de grado sólidos, de cuatro años,

como puede ser un Ingeniero Hidráulico o un Ingeniero de Transportes y que sería competitivo con el de cualquier país desarrollado.

Lo segundo es que más conocimientos deben de dar más capacidades, tanto académicas como profesionales, por lo tanto el máster es sin lugar a dudas un nivel superior al grado.

Ha habido un debate estos años sobre si los grados y los máster son generalistas o especialistas, y sobre si el grado era especialista, como podía ser después el máster ser generalista. Todo este debate está producido por la habilitación profesional que da al poseedor del título.

La solución está en que si cogemos cualquiera de las ramas de esa ingeniería civil, por ejemplo la de Transporte, en cuatro años se puede hacer un especialista en Transportes con una formación sólida, en esos cuatro años se podrán dar conocimientos generales y parte de especialización en dicha rama, lo que no se puede hacer es dar los conocimientos de todas las ramas. Este grado podría estar habilitado para ejercer la parte de transportes cuyo ejercicio tiene reconocido actualmente el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Esto encajaría además con la solución dada por el Tribunal de Luxemburgo y por el Tribunal Supremo español, de reconocer par-

cialmente las atribuciones del Ingeniero de Caminos en aquella rama que coincide con los conocimientos y ejercicio de un profesional extranjero. Esta solución que encaja con las secciones profesionales reconocidas por el Colegio, en la que a un Ingeniero Hidráulico de la CE se le reconoce que puede ejercer en España para realizar lo que un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos puede hacer en Hidráulica.

Las secciones profesionales reconocidas en este momento son: Construcción, Hidráulica, Transportes y Medio Ambiente.

Si queremos poder competir con la ingeniería civil mundial tenemos que pensar que no podemos poner en el mercado titulados especialistas en todo, puesto que el mercado laboral lo que necesita en el primer nivel son especialistas con una formación sólida en dicha especialidad, esto que era muy difícil con una formación académica de tres años es ahora posible con una formación de cuatro años. Si consideramos que la Ingeniería Civil es un tronco de formación y de ella salen diversas ramas; Ingeniería Hidráulica, Ingeniería de Transporte, etc., con cuatro años de formación se puede conseguir formar unos buenos ingenieros en una de dichas ramas y que sean competitivos a nivel mundial.

Si a continuación hacemos un título de máster en el que se reciben unos conocimientos generales de planificación, diseño, gestión,

calidad, sostenibilidad, etc., que son conocimientos horizontales a cualquiera de las especialidades de la ingeniería civil estaríamos dando un título generalista como segundo nivel.

Parte de estos graduados (grado especialista), pueden acceder a un máster (generalista) que imparte conocimientos transversales que facultan para tareas horizontales en la ingeniería. El diseño, la planificación, la gestión, el mantenimiento y conservación, el control de calidad, la sostenibilidad, etc., que son tareas aplicables a cualquiera de las ramas de graduado sin necesidad de ser un especialista en todas y cada una de ellas.

Como hoy en día la mayor parte de los proyectos son complejos y no pertenecen a una sola rama, hidráulica, geotecnia, estructuras, transportes, etc., y es necesario que colaboren los profesionales de varias ramas (grados), son trabajos interdisciplinarios, y es necesaria una planificación y una coordinación entre todos ellos (máster).

Este conjunto de grados y el máster es lo que en un futuro debe de ser la Ingeniería Civil.

Cartagena, 22 de septiembre de 2011





