



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ANÁLISIS DE COSTES REALIZADO SOBRE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIOS DE CONTROL DE EDIFICACIÓN SOBRE HORMIGÓN Y ACERO

Autor: Patricia Aragón Izquierdo

Director de Proyecto: Sofía Estellés Miguel

Valencia, Noviembre 2011



ÍNDICE

1	Introducción	8
1.1	Resumen	8
1.2	Objeto TFC y justificación de las asignaturas relacionadas	11
1.2.1	Objeto del Trabajo Final de Carrera	11
1.2.2	Justificación de las asignaturas relacionadas	12
1.2.3	Objetivos	13
2	Antecedentes	15
2.1	Teoría de Costes aplicada al análisis	15
2.1.1	Introducción	15
2.1.2	Diferencia entre los conceptos de Gasto, Coste, Pago e Inversión	16
2.1.3	Clasificación de los costes y su vinculación a la Contabilidad de Costes	18
2.1.4	Otras clasificaciones para los costes	22
2.2	Definición y composición de los materiales de Hormigón y de Acero	24
2.2.1	Hormigón	24
2.2.2	Acero	28
2.3	Situación actual del Sector de la Construcción en España	31
2.3.1	Información macroeconómica nacional	31
2.4	Laboratorios de control de Edificación sobre Hormigón y Acero con la situación del Sector en la actualidad	58
2.4.1	<i>A qué se dedican los Laboratorios de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación</i>	58



2.4.2	<i>Cómo se han visto afectados los Laboratorios de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación con la crisis financiera.</i>	61
2.5	Estudio normativa.	64
2.5.1	<i>Resumen normativa relacionada con el Ensayo de Hormigón</i>	64
2.5.2	<i>Resumen normativa relacionada con el Ensayo de Acero</i>	76
3	Análisis de costes realizado sobre los ensayos realizados en laboratorios de control de Edificación sobre Hormigón y Acero	82
3.1	Explicación del Modelo	82
3.1.1	<i>Modelo de coste unitario para el ensayo de hormigón</i>	82
3.1.2	<i>Modelo de coste unitario para el ensayo de aceros para armaduras pasivas</i>	98
3.2	Resultados	111
3.2.1	<i>Coste Unitario obtenido para el Ensayo de Hormigón</i>	111
3.2.2	<i>Coste Unitario obtenido para el ensayo de Aceros para armaduras pasivas</i>	113
4	Propuestas	116
5	Conclusiones	119
6	Bibliografía	121

Índice de Esquemas

<i>Esquema 1: Clasificación de los Costes Directos e Indirectos Fuente: Elaboración propia</i>	18
<i>Esquema 2: Clasificación de los Costes del Producto y del Periodo Fuente: Elaboración propia</i>	19
<i>Esquema 3: Función de los aditivos según su tipología. Fuente: AENOR</i>	26

Índice de Gráficos

<i>Gráfico 1: Participación del VAB de la construcción en el PIB (%) Fuente: INE</i>	32
<i>Gráfico 2: Composición de la producción en términos porcentuales Fuente: INE</i>	35
<i>Gráfico 3: Evolución anual del Índice de Precios al Consumo Fuente: INE</i>	42
<i>Gráfico 4: Fincas urbanas hipotecadas Fuente: INE</i>	43
<i>Gráfico 5: Número de hipotecas constituidas sobre vivienda Fuente: INE</i>	43
<i>Gráfico 6: Tasa de Variación Interanual referente al importe medio de crédito hipotecario contratado por transacción de vivienda. Fuente: Colegio Registradores.</i>	44
<i>Gráfico 7: Duración de los créditos hipotecarios para la vivienda Fuente: Colegio Registradores.</i>	44
<i>Gráfico 8: Cuota media hipotecaria mensual Fuente: Colegio Registradores</i>	45
<i>Gráfico 9: Evolución de la Superficie Visada en el caso de nueva construcción según la tipología de la vivienda Fuente: INE</i>	46
<i>Gráfico 10: Proyecto Visados de Vivienda Fuente: Colegio Registradores</i>	46
<i>Gráfico 11: Licencias de Obra Fuente: Ministerio Fomento</i>	47
<i>Gráfico 12: Evolución de la Superficie visada de viviendas de nueva construcción según tipo de obra Fuente: Ministerio Fomento</i>	48
<i>Gráfico 13: Licitación Oficial Fuente: Ministerio Fomento</i>	48
<i>Gráfico 14: Licitación Pública de Edificación Fuente: Ministerio Fomento</i>	49
<i>Gráfico 15: Licitación Pública de Ingeniería de Obra Civil Fuente: Ministerio Fomento</i>	50
<i>Gráfico 16: Licitación Pública del Estado Fuente: Ministerio Fomento</i>	51
<i>Gráfico 17: Licitación Pública de los Entes Territoriales Fuente: Ministerio Fomento</i>	51
<i>Gráfico 18: Evolución de los Índices de Costes de la Construcción Fuente: Ministerio de Fomento</i>	52
<i>Gráfico 19: Ocupados del Sector de la Construcción Fuente: INE. CNAE-09</i>	53
<i>Gráfico 20: Tasa de Empleo en relación con la Tasa de actividad en Construcción Fuente: INE</i>	53
<i>Gráfico 21: Tasa de Paro Fuente: INE</i>	54
<i>Gráfico 22: Evolución de los distintos subsectores en el mercado español. Fuente: ITeC – Euroconstruct</i>	56
<i>Gráfico 21: Índice de precios materiales de construcción. % Variación interanual Fuente: Ministerio de Fomento</i>	62



Índice de Tablas

<i>Tabla 1: Datos Generales Sector de la Construcción en España período 2003 – 2008. Fuente: INE</i>	34
<i>Tabla 2: Tasas de variación interanual referentes a la Demanda Fuente: Confederación Nacional de la Construcción (CNC)</i>	37
<i>Tabla 3: Tasas de variación interanual referentes a la Oferta Fuente: CNC</i>	38
<i>Tabla 4: Datos Generales Sector de la Construcción en España período 2005 – 2010 Fuente: INE</i>	40
<i>Tabla 5: Puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo Tasas de variación interanual referentes al Empleo Fuente: INE.</i>	41
<i>Tabla 6: Licitación Pública por tipología de obra Fuente: Ministerio Fomento</i>	49
<i>Tabla 7: Licitación Pública por Agente contratante Fuente: Ministerio Fomento</i>	52
<i>Tabla 8: Pérdida de Empleo de Fabricantes de productos de la Construcción Fuente: CEPCO</i>	55
<i>Tabla 9: Costes Vehículo Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	84
<i>Tabla 10: Costes Vehículo Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	85
<i>Tabla 11: Herramientas Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	87
<i>Tabla 12: Herramientas Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	88
<i>Tabla 13: Proceso de Curado Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	90
<i>Tabla 14: Proceso de Curado Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	90
<i>Tabla 15: Proceso de Ajuste de Probetas Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	92
<i>Tabla 16: Proceso de Ajuste de Probetas Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	92
<i>Tabla 17: Proceso de Rotura Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	93
<i>Tabla 18: Proceso de Rotura Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	94
<i>Tabla 19: Emisión del Informe Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	95
<i>Tabla 20: Emisión del Informe Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	95
<i>Tabla 21: Mano de Obra Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	96
<i>Tabla 22: Mano de Obra Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	97
<i>Tabla 23: Otros costes Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	98
<i>Tabla 25: Costes Vehículo Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	100
<i>Tabla 26: Mano de Obra Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	100
<i>Tabla 27: Extracción de probetas Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	101
<i>Tabla 28: Extracción de probetas Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	101
<i>Tabla 29: Ensayo Doblado - Desdoblado Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	102
<i>Tabla 30: Ensayo Doblado - Desdoblado Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	102
<i>Tabla 31: Ensayo de Fatiga Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	104

<i>Tabla 32: Ensayo de Fatiga Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	104
<i>Tabla 33: Medición características geométricas Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	105
<i>Tabla 34: Medición características geométricas Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	105
<i>Tabla 35: Determinación de la desviación Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	106
<i>Tabla 36: Determinación de la desviación Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	106
<i>Tabla 37: Emisión Informe Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	107
<i>Tabla 38: Emisión Informe Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	107
<i>Tabla 39: Otros costes Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia</i>	108
<i>Tabla 40: Otros costes Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	108
<i>Tabla 42: Mano de Obra Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia</i>	110
<i>Tabla 43: Resumen Costes por Etapas del Ensayo de Hormigón (€/Informe) Fuente: Elaboración Propia</i>	111
<i>Tabla 44: Resumen Costes en términos porcentuales Fuente: Elaboración Propia</i>	113
<i>Tabla 45: Resumen Costes por Etapas del Ensayo de Acero Fuente: Elaboración Propia</i>	114
<i>Tabla 46: Resumen Costes en términos porcentuales Fuente: Elaboración Propia</i>	115

Índice de Imágenes

<i>Imagen 1: Laboratorio de Ensayo para el Control de Calidad de la Edificación Fuente: Web Oficial Laboratorio INCIVSA</i>	58
<i>Imagen 2: Logotipo de la Entidad Nacional de Acreditación Fuente: Web Oficial ENAC</i>	59
<i>Imagen 3: Molde para conformar la probeta de ensayo Fuente: Normativa UNE-EN 12.390-3 (2003)</i>	67
<i>Imagen 4: Barra compactadora Fuente: Normativa UNE-EN 12.390-3 (2003)</i>	67
<i>Imagen 5: Proceso de Asentamiento Fuente: Normativa UNE-EN 12.390-3 (2003)</i>	68
<i>Imagen 6: Máquina de Tracción Fuente: Elaboración propia</i>	78
<i>Imagen 7: Mecanismo de Ensayo de Doblado Fuente: Normativa UNE-EN 12.390-3 (2003)</i>	78
<i>Imagen 8: Máquina de Ensayo de Doblado Fuente: Elaboración propia 12.390-3 (2003)</i>	79
<i>Imagen 9: Proceso de Ensayo de Doblado – Desdoblado Fuente: Normativa UNE-EN 12.390-3 (2003)</i>	79
<i>Imagen 10: Máquina de Ensayo de Fatiga Fuente: Web World of test (equipos para prueba de metales)</i>	80
<i>Imagen 11: Probeta de Ensayo recogida en Obra Fuente: Elaboración propia</i>	82
<i>Imagen 12: Probetas marcadas en Cámara Frigorífica Fuente: Elaboración propia</i>	86
<i>Imagen 13: Probeta de Ensayo Fuente: Web World of test (equipos para prueba de metales)</i>	86
<i>Imagen 14: Probetas en Proceso de Curado en Cámara Fuente: Elaboración propia</i>	89
<i>Imagen 15: Máquina de Ajuste de probetas Fuente: Elaboración propia</i>	91



<i>Imagen 16: Probeta tras el Proceso de Ajuste de muestras</i>	<i>Fuente: Elaboración propia</i>	_____	91
<i>Imagen 17: Probeta de Ensayo tras el Proceso de Rotura</i>	<i>Fuente: Elaboración propia</i>	_____	92
<i>Imagen 18: Barras de Ensayo de Acero</i>	<i>Fuente: Web Oficial Laboratorio GIA</i>	_____	98
<i>Imagen 19: Máquina de Ensayo de Doblado</i>	<i>Fuente: Elaboración propia</i>	_____	102
<i>Imagen 20: Máquina de Ensayo de Fatiga</i>	<i>Fuente: Elaboración propia</i>	_____	103

1 Introducción

1.1 Resumen

El presente Trabajo Final de Carrera analiza en profundidad el proceso de elaboración de los ensayos de Hormigón y Acero realizados en los Laboratorios de Control de Edificación. Al analizar el proceso de elaboración se han determinado los costes a los que se enfrentan estos Laboratorios en cada una de las etapas del proceso que determina la normativa, siendo el estudio de dichos costes el objeto principal del proyecto.

Así pues una de las tareas principales para poder realizar este análisis de Costes ha sido el tratamiento de la normativa referente tanto a los Ensayos de Hormigón como a los de Acero. Concretamente la normativa estudiada ha sido:

- Para hormigón:
 - UNE-EN 12.390-2: 2001. Ensayos de hormigón endurecido. Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.
 - UNE-EN 12.390-3: 2003. Ensayos de hormigón endurecido. Determinación de la resistencia a compresión de probetas.
 - UNE-EN 12.390-4: 2001. Ensayos de hormigón endurecido. Resistencia a compresión. Características de las máquinas de ensayo.
 - UNE-EN 12.350-1: 2006. Ensayos de hormigón fresco. Toma de muestras.
 - UNE-EN 12.350-2: 2006. Ensayos de hormigón fresco. Ensayo de asentamiento.
 - Apdo. 86.3.2. EHE-08
- Para acero:
 - Apdo. 32.1. EHE-08. Aceros para armaduras pasivas.
 - UNE-EN-ISO 15.630-1: 2002. Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de Ensayo. Ensayo de doblado-desdoblado y de doblado simple.



Determinación de las características geométricas del corrugado. Ensayo de tracción para determinar límite elástico, carga unitaria de rotura, alargamiento de rotura y alargamiento total bajo carga máxima.

Además para realizar un análisis más completo se ha estudiado la teoría básica de costes y su clasificación. Este pequeño estudio se ha basado en saber distinguir entre lo que llamamos Coste, Gasto, Pago e Inversión. Pero también se ha hecho una clasificación de los costes para poder determinar qué costes son Directos, cuales son Indirectos, cuales Fijos, cuales Variables, y una larga clasificación dividida según si se estudian en el Área de la Contabilidad Financiera o en el Área de la Contabilidad de Gestión o de Costes.

Por último, se ha realizado un estudio sobre el sector de la Construcción. Los Laboratorios de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación son agentes reconocidos, para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de cualquier obra de edificación. Por ello se puede decir que Los Laboratorios de Ensayos de Hormigón y de Acero están totalmente ligados al sector de la Construcción, y por tanto la crisis que ha sufrido dicho sector a lo largo de los últimos años ha afectado de igual modo a los Laboratorios que realizan los procesos de Ensayo de Control de Calidad del Hormigón y del Acero.

La parte más destacable de este proyecto es el trabajo de campo que se ha hecho a lo largo de varios meses visitando algunos de los Laboratorios de Control de Calidad de la Edificación que se encuentran en la Comunidad Valenciana. Previamente, se estudió las normativas indicadas y partiendo de lo dispuesto en éstas se determinaron las etapas de ambos procesos de Ensayo, y de ahí se elaboraron dos cuestionarios, que se rellenaron en las diferentes sesiones de contacto con los responsables de los Laboratorios que han participado en el análisis. De estos cuestionarios se extrajeron todos los costes en los que incurren los Laboratorios para la realización de los Ensayos, comenzando estos costes por la Recogida de Muestras en las obras y finalizando con la Emisión de los informes que certifican la calidad de las muestras estudiadas. Es importante mencionar que todo el trabajo de campo se ha realizado según dos perspectivas, la Optimista y la Pesimista. La primera de ellas se considerará para épocas en las que la carga de trabajo que tienen los Laboratorios es muy elevada, y la segunda, la Pesimista, cuando dicha carga es inferior. Este estudio se ha realizado con estos dos escenarios debido, entre otras causas, a la crisis que ha sufrido en la actualidad el Sector de la Construcción, ya que todos los laboratorios



participes del estudio han visto afectado su trabajo a raíz de ésta. En el punto en el que tratamos el Sector de la Edificación se aborda en profundidad todo lo referente a la crisis económica, concretamente a lo relacionado con la crisis de la Construcción haciendo referencia a su conexión con el terreno de los Laboratorios de Control de Calidad de la Edificación.

Dicho proyecto se ha realizado dentro de un convenio de Universidad Politécnica de Valencia (UPV) con el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE) con la colaboración de ALACAV (Asociación de Laboratorios y Empresas de Control de Calidad Acreditados en la Construcción de la Comunidad Valenciana). Por ello, para finalizar este trabajo se han realizado varias propuestas a estas instituciones con el objetivo de mejorar el proceso y sobretodo de minimizar los costes asociados a los procesos de Ensayos de Hormigón y de Acero.



1.2 Objeto TFC y justificación de las asignaturas relacionadas

1.2.1 Objeto del Trabajo Final de Carrera

El objeto de este Trabajo Final de Carrera, titulado “Análisis de costes realizado sobre los ensayos realizados en laboratorios de control de Edificación sobre Hormigón y Acero”, es estudiar el coste unitario del Ensayo de Hormigón y de Acero en los laboratorios de control de Edificación. Se trata del cálculo del coste unitario de los ensayos de hormigón, comprendidos dentro de la normativa anteriormente mencionada y de los ensayos de acero, comprendidos dentro de la norma correspondiente. Dicho cálculo se ha realizado a petición del IVE, y también tiene un objeto académico que es el de elaborar TFC.

Se ha estudiado la normativa detenidamente con el objetivo de identificar el proceso detallado de los Ensayos de Hormigón y de Acero.

A continuación se han realizado dos cuestionarios elaborados a partir del estudio de la normativa arriba citada de ambos materiales. Estos cuestionarios han sido validados por entrevistas realizadas con algunos laboratorios para posteriormente recopilar información de los laboratorios participantes en el estudio.

Como ya se ha mencionado el proyecto a desarrollar ha sido impulsado por El Instituto Valenciano de la Edificación (IVE) dentro de un convenio con la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y con la colaboración de ALACAV. El IVE es una Fundación privada sin ánimo de lucro de interés público que persigue mejorar el nivel de calidad y sostenibilidad en el proceso constructivo a través de actividades de I+D+i en el campo de la edificación. Por su parte ALACAV es la asociación de Laboratorios y Empresas de Control de Calidad Acreditados en la Construcción de la Comunidad Valenciana. Por ello, entre ambos organismos se han promovido las visitas a los laboratorios de los cuales se ha extraído la mayor parte de la información para realizar el trabajo de campo de este proyecto.

Los laboratorios visitados han sido los siguientes:

Para los ensayos de hormigón :

- INCIVSA
- LAECO
- COMAYPA
- AT CONTROL
- GIA

Para los ensayos de aceros :

- AT CONTROL
- GIA

Como ya se ha mencionado en el resumen anterior, además del Estudio del Coste unitario, en el trabajo se desarrolla un análisis del Sector. El sector en cuestión es el de la Construcción aunque concretamente analizamos la tarea de los laboratorios que recogen muestras en las obras para determinar su densidad, compresión y en definitiva su calidad en la obra.

1.2.2 Justificación de las asignaturas relacionadas

Capítulo del TFC	CAP. IV- ANTECEDENTES
Asignaturas relacionadas	Introducción a los Sectores Empresariales
Justificación	En dicho capítulo se detalla la situación actual del Sector de la Construcción en España y cómo ha afectado ésta a los Laboratorios de Ensayos de Hormigón y Acero.
Capítulo del TFC	CAP. IV- ANTECEDENTES
Asignaturas relacionadas	Derecho mercantil y Legislación
Justificación	Este apartado se relaciona con la asignatura mencionada ya que se analiza toda la legislación vigente en la actualidad en referencia con el Sector de la Construcción y concretamente la normativa para los procesos de Ensayo de Hormigón y Acero respectivamente.

Capítulo del TFC	CAP. V- DESARROLLO
Asignaturas relacionadas	Contabilidad financiera y Gestión Fiscal
Justificación	Este apartado se detalla el proceso de cálculo de los costes para lo cual ha sido necesario tener unos conocimientos mínimamente básicos de contabilidad y fiscalidad para poder imputar los costes de manera razonable y coherente con la realidad y la legislación fiscal.
Capítulo del TFC	CAP. V- DESARROLLO
Asignaturas relacionadas	Contabilidad Analítica y de Gestión
Justificación	Este apartado se relaciona con la asignatura mencionada ya que es necesario el uso de herramientas de análisis de costes para realizar el estudio del Coste Unitario total de cada uno de los procesos de Hormigón y Acero.

1.2.3 Objetivos

El objetivo principal de este Proyecto Final de Carrera es estudiar el coste unitario de los Ensayos de Hormigón y de Acero en los Laboratorios de Control de Calidad de la Edificación. Pero además, a lo largo del presente trabajo se han estudiado y analizado diferentes puntos relativos, por un lado al sector de la Construcción, y por otro a la teoría de costes básica estudiada a lo largo de la Licenciatura de ADE. Por ello, a continuación se especifican uno a uno los objetivos del trabajo comprendiendo no solo el objeto final de éste sino todo el trabajo en su conjunto.

Determinar el Coste Unitario del Ensayo del Hormigón y del Acero en los dos escenarios propuestos, es decir, para épocas en las que existe una gran cantidad de muestras a tratar en los Laboratorios, como para épocas en la que la carga de trabajo es menor.

Comprender la necesidad de realizar Ensayos de materiales del sector de la Construcción, concretamente la realización de Ensayos de Hormigón y de Acero y de este modo, entender que los Laboratorios de Control de Calidad de la Edificación deben tener las correspondientes certificaciones para realizar su trabajo.



Estudiar profundamente la normativa relativa a los Ensayos de Hormigón y de Acero para posteriormente elaborar el cuestionario con el que se consigue toda la información referente a los costes que afectan de un modo u otro a las etapas del proceso de elaboración del Ensayo del Hormigón y del Acero.

Ofrecer una panorámica general del Sector de la Construcción desde las perspectivas del pasado, el presente y el futuro de dicho sector en nuestro país. Analizar el Sector de la Construcción y su conexión con los Laboratorios de Control de Calidad de la Edificación. Observar cómo ha afectado la Crisis Económica al campo de los Ensayos de Hormigón y de Acero.

Conocer a qué se dedican los Laboratorios de Control de Calidad de la Edificación y a través de qué órgano obtienen la Declaración Responsable que acredita el certificado de calidad y demuestra la confianza que ofrece a los promotores, inversores, constructores y sobre todo al usuario final de su elevada Calidad en el Sector de la Construcción.

Estudiar de manera básica la teoría de costes y la clasificación de éstos. Saber distinguir entre los conceptos de Coste, Gasto, Pago e Inversión y realizar una clasificación detallada sobre los Tipos de Coste que existen y cuáles tenemos que tener en cuenta a la hora de calcular el Coste Unitario de un producto y cuáles no.

Proponer las mejoras que puede adoptar el pequeño sector de los Laboratorios e Control de Calidad de la Edificación para ser reconocido en sus labores como primer controlador de la Calidad de las construcciones y edificaciones en las que cada uno de nosotros vivimos o caminamos todos los días.

2 Antecedentes

2.1 Teoría de Costes aplicada al análisis

2.1.1 Introducción

La palabra coste es una de las más frecuentemente utilizadas en el lenguaje empresarial y común, pero su utilización con significados distintos puede dar origen a confusiones. Además no existe un concepto universal de coste ya que su empleo y cálculo no corresponde a una única disciplina sino que es utilizado por muchas de ellas como en economía, ingeniería, contabilidad, etc.

Formalmente podríamos adoptar la siguiente definición de coste: “Es la medida y valoración del consumo realizado o previsto por la aplicación racional de los factores productivos necesarios para la obtención de un producto o servicio”.

Es decir, coste es el consumo de bienes y servicios necesarios para la obtención de nuevos bienes y servicios, es un sacrificio ya que a cambio de obtener ese nuevo bien o servicio se debe sacrificar algo más.

Desde el momento en que los bienes y servicios iniciales (factores productivos) entran a formar parte del proceso productivo, dejan de existir como tales, se destruyen, inutilizan o transforman, con el objeto de que pueda ser obtenido el nuevo bien o servicio (producto), es decir se sacrifican esos bienes y servicios iniciales para poder crear ese nuevo producto.

El coste no representa una destrucción o pérdida de unos bienes sino su transformación en otros. La diferencia entre lo que la empresa renuncia por el consumo de inputs y el ingreso obtenido por la venta de los outputs constituye el Beneficio obtenido por la empresa. Tal y como lo define Mascia, “el proceso de producción vendría a resultar una especie de transmutación de valores, cualitativamente distintos, que concurren y desaparecen, para reaparecer, luego, en el artículo producido.

Los factores productivos pueden ser clasificados en dos grandes grupos:

Inventariables, que pueden ser almacenados hasta su incorporación en el proceso productivo, por ejemplo, las materias primas.

No inventariables, consumidos en el momento en que la empresa los posee como parte integrante de su patrimonio, por ejemplo, la mano de obra.

Para poder entender con mayor claridad el término de coste empleado en Economía debemos distinguir entre conceptos como gasto, coste, pago e inversión que, aunque tienen similitudes y a menudo generan confusiones no significan lo mismo.

2.1.2 Diferencia entre los conceptos de Gasto, Coste, Pago e Inversión

2.1.2.1 Concepto de Gasto

El gasto es un concepto de contabilidad financiera, y por tanto, vinculado a la contabilidad externa que se incluye en el grupo 6 del P.G.C. Se refiere, básicamente, a los conceptos que se relacionan con la adquisición de bienes y servicios para su consumo en el proceso productivo, o para otras personas, según la actividad de la empresa (primaria, industrial, comercial o de servicios).

El gasto es un concepto relacionado directamente con la legislación contable, ya que es en contabilidad financiera donde utilizamos este término. Además, la mayoría de los gastos suelen comportar obligaciones de pago para con terceros, aunque existen excepciones como las amortizaciones o los deterioros de valor que pese a ser un gasto no comportan pago alguno.

2.1.2.2 Concepto de Coste

El coste es la medida y el valor de los consumos necesarios en la actividad productiva, es decir, el consumo de los inputs que se necesitan para poder producir unos outputs.

Los costes suelen ser mayores que los gastos debido a que hay conceptos de costes que no se consideran gastos. Por ejemplo:

- El coste de oportunidad no es un gasto, ya que no suele estar admitido como tal por la contabilidad financiera.

- La cuantificación de las provisiones (para insolvencias, por ejemplo) que permite la normativa de la contabilidad financiera, suele ser menor que la que refleja la contabilidad de gestión.
- El cálculo de la amortización real, que se usará para la estimación de costes, suele ser superior a la que se contabiliza como gasto por la contabilidad financiera...

Los costes se asignan a los denominados objetos de coste, que son los productos o servicios que se prestan, las actividades que intervienen en su elaboración o los centros donde se producen.

2.1.2.3 Concepto de Pago

En general, el pago es una salida material de fondos de la tesorería. No todos los gastos y costes se pagan. Por ejemplo, las amortizaciones, a pesar de ser un gasto y un coste, no se pagan. En cambio, existen pagos que no se corresponden con gastos ni con costes, como las devoluciones de préstamos o el pago de dividendos.

2.1.2.4 Concepto de Inversión

La inversión se toma la parte del gasto que no se consume en el ejercicio y que, por tanto, permanece en la empresa para ser utilizada en ejercicios posteriores (por ejemplo, edificios, instalaciones o maquinaria). No obstante, en cada ejercicio, es necesario calcular la parte de las inversiones que realmente se consume en el proceso productivo (amortización). Por ejemplo en el activo fijo determinamos la inversión por diferencia entre el gasto inicial y la amortización acumulada hasta la fecha; en materias primas la inversión equivale a las existencias finales.

La inversión nace como consecuencia de la personificación de un gasto. Si la transformación completa del mismo en coste se produce dentro del mismo ejercicio económico entonces la inversión se calcula como la diferencia entre el gasto y los costes acumulados hasta ese momento.

$$\text{Inversión} = \text{Gasto} - \text{Coste}$$

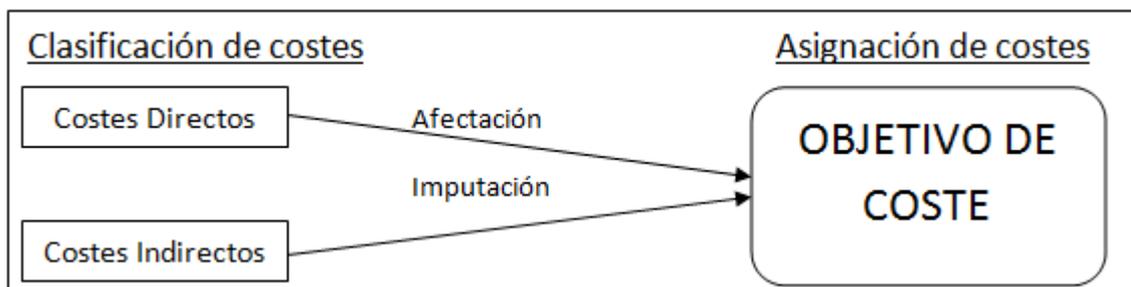
2.1.3 Clasificación de los costes y su vinculación a la Contabilidad de Costes

2.1.3.1 Clasificación de los costes según su asignación al objetivo de Coste. Costes Directos y Costes Indirectos

Esta clasificación considera la posibilidad de asignar los costes a los denominados objetivos de coste. Como objetivo de coste nos referiremos al Coste de Producción que se determina añadiendo al precio de adquisición de las materias primas los costes directamente imputables al producto y la parte de los costes indirectos que razonablemente correspondan al periodo de fabricación.

- **Coste Directo:** Coste que puede ser asignado de manera inequívoca y económicamente factible al objetivo de coste.
- **Coste Indirecto:** Coste que no puede ser asignado directamente al objetivo de coste, bien porque no sea posible llevar a cabo su seguimiento al mismo o porque resulte inviable desde el punto de vista económico. Para su imputación al objetivo de coste es necesario utilizar un método de reparto de costes.

Una vez clasificados los costes en directos e indirectos ya se está en disposición de determinar el valor de los inventarios. Los costes directos engrosarán el valor de los objetivos de costes a los que hayan sido asignados, mientras que los costes indirectos deberán ser repartidos entre diferentes objetivos de coste. Se dice que los costes directos son afectados al objetivo de Coste, mientras que los indirectos le son imputados.



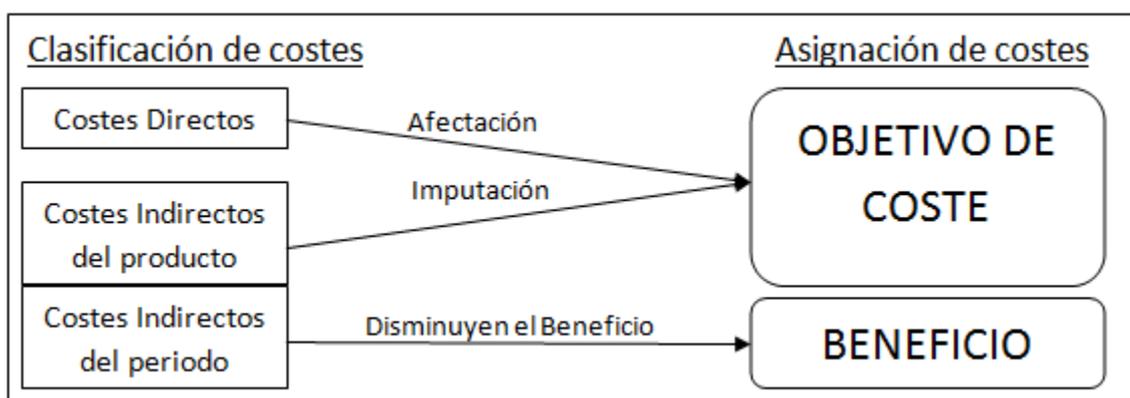
Esquema 1: Clasificación de los Costes Directos e Indirectos Fuente: Elaboración propia

2.1.3.2 Costes del producto (inventariable) y costes del periodo (no inventariables)

La anterior clasificación de costes (costes directos y costes indirectos) debe ser refinada para poder reflejar fielmente el proceso por el cual se obtiene el coste del producto, proceso en el que se debe decidir qué costes indirectos van a incrementar el valor de la producción (inventariables) y qué costes indirectos serán considerados como gastos ajenos a la producción y, por tanto, no inventariables. Sin embargo, existen otros elementos de coste que no participan en el proceso productivo como es el caso del sueldo de un administrativo o de un comercial, el de una campaña publicitaria, el consumo de gasolina de un vehículo, etc... Todos ellos son costes indirectos ajenos al departamento de producción, y no deben ser considerados en la valoración de la producción, sino que simplemente disminuirán el beneficio del ejercicio. Dicho sacrificio no se vincula a la producción sino al funcionamiento de la empresa.

- **Coste del producto:** coste formado por la suma de aquellos costes relacionados directa o indirectamente con la elaboración de los productos, por ejemplo, la materia prima o la mano de obra.

Coste del periodo: coste asociado al funcionamiento de la empresa, y no a la elaboración del producto, por lo que no intervendrán en el cálculo del coste de producción, por ejemplo, los costes de administración y dirección.



Esquema 2: Clasificación de los Costes del Producto y del Periodo Fuente: Elaboración propia

2.1.3.3 Clasificación de los costes según su naturaleza

- **Costes indirectos de materiales:** las materias primas que no guardan una relación directa con el portador de costes reciben la denominación de materiales. Este es el caso de tornillo, pinturas, aceite, etc...
- **Costes indirectos de Mano de obra:** No basta con que el factor humano distribuya su carga de trabajo entre varios productos para que dicho trabajo sea considerado como coste indirecto. De hecho es necesario que no se conozca el grado de participación del trabajo en cada producto. Así el personal encargado de supervisar la producción reparte su actividad entre varios tipos de productos sin poder determinar el grado de ocupación en cada uno de ellos. También entra dentro de esta categoría el coste del personal administrativo y comercial. Por su parte el encargado de recibir, supervisar y almacenar los pedidos también contribuye a la partida de costes indirectos. Sin embargo, cuando un operario reparte su actividad entre varios productos es habitual registrar los tiempos que dedica a cada uno de ellos. De ahí que su coste sí se pueda seguir y asignar de manera exacta a los productos, y por lo tanto considerarlo como coste directo de mano de obra.
- **Costes indirectos de transformación:** son todos los costes no contemplados en los anteriores epígrafes, pero que, de un modo u otro, intervienen en el proceso productivo. Ejemplos de este tipo de costes son el coste de amortización del equipo productivo, de los edificios, mantenimiento y reparaciones, los alquileres, los seguros, etc. Los más destacados dentro de este epígrafe son las amortizaciones ya que constituyen una partida fundamental de los costes indirectos.

2.1.3.4 Clasificación de los costes respecto a la variación del nivel de actividad. Costes fijos y costes variables

- **Coste fijo:** coste que no guarda, por lo general, una relación directa con el volumen de actividad, y no varía, por tanto, ante cambios los niveles de la misma que se puedan originar dentro de un rango relevante, por ejemplo los costes de personal, alquileres, etc.
- **Coste variable:** también denominado proporcional, es aquel cuyo importe depende del volumen de actividad que se prevé alcanzar, es un coste para el que existe una

correlación directa entre su importe y el volumen de actividad al que se refiere, por ejemplo los consumos de materias primas y las comisiones a los vendedores.

Por su parte los costes fijos definen la capacidad productiva de la empresa, y no están relacionados con el nivel de output concreto de un periodo. Estos costes limitan el volumen máximos de producción alcanzable, de manera que si las exigencias de producción son mayores, será necesario ampliar la capacidad productiva mediante la adquisición de nueva maquinaria, instalaciones, etc, con lo que los costes fijos aumentarán para poder soportar el mayor nivel de actividad.

Estos términos están directamente relacionados con la definición de beneficio y punto de equilibrio, definiéndose este último como el nivel de producción a partir del cual la empresa empieza a obtener beneficios.

$$\text{Beneficio} = \text{Ingresos} - \text{Costes} = 0$$

La función de costes se puede desglosar en una parte fija y otra variable, términos asociados al coste fijo y al coste variable unitario respectivamente.

$$C = CF + Cvq$$

Con lo que puede expresarse como

$$pq - (CF + Cvq) = 0$$

Donde p representa el precio de venta unitario. El nivel de output que satisface la ecuación anterior se corresponde con el punto de equilibrio buscado:

$$q_0 = \frac{CF}{p - Cv}$$

Queda patente, por tanto, la importancia de cuantificar cada uno de los términos de la función de costes, puesto que de esa manera la gerencia de la empresa puede conocer el nivel de producción vendida mínimo a partir del cual la empresa genera beneficios. Si el nivel de producción vendida supera el punto de equilibrio, la empresa obtendrá beneficios, y si se sitúa por debajo de éste, la empresa pierde dinero con el producto.

2.1.4 Otras clasificaciones para los costes

2.1.4.1 Coste semivariable

Se describe como coste semivariable a aquel que está formado por dos componentes, fijo y variable, dentro de un rango relevante de la actividad, incluso cuando dicha actividad pueda sufrir variaciones. Ahora bien, cuando la actividad sobrepasa el nivel comprendido en el rango relevante, tales costes suelen experimentar variaciones significativas. En la práctica es difícil determinar y separar ambos componentes. El más representativo sería el de la propia empresa, cuyo coste fijo se compone de los costes fijos de producción, costes de administración y comercialización, etc, mientras que la componente variable está compuesta principalmente por los costes variables de producción.

2.1.4.2 Coste semifijo

Los costes semifijos son los que, aun teniendo el carácter de fijos, tienen un crecimiento discontinuo respecto del nivel de producción, es decir, crecen a saltos a medida que se van alcanzando determinados niveles de actividad. Así, el coste semifijo se mantiene constante hasta determinado nivel de output, para pasar a otro nivel de costes superior cuando el nivel de output sobrepasa cierto límite, y así sucesivamente. Un ejemplo de coste con pauta semifija sería el de la mano de obra del departamento de administración, que conforme crezca la producción de la fábrica, mayor trasiego administrativo conllevará, de modo que llegue un momento en que los recursos humanos de los que dispone no sean suficientes para gestionar dicho departamento; en ese momento se hará inevitable contratar nuevo personal.

2.1.4.3 Costes de oportunidad

Este coste se refiere a los consumos reales, pero nunca serán objeto de facturación y por tanto de pago ya que no son tenidos en cuenta por la contabilidad financiera. Los más habituales son los correspondientes a trabajo gratuito efectuado por familiares, o los alquileres de locales no facturados por los propios accionistas. Los costes de oportunidad suelen valorarse de acuerdo con el precio de mercado del input consumido.



2.1.4.4 Coste marginal

El coste marginal responde a la pregunta “¿Cuánto me costaría producir una unidad adicional de producto, o prestar un servicio más?”. Por lo general ese coste coincide con el coste variable unitario, esto es, para producir una unidad adicional de producto, deberemos incurrir en los costes variables asociados a dicho producto, pero no será habitual que aumentemos de manera paralela nuestra capacidad productiva (costes fijos).

2.1.4.5 Coste perdido

El coste perdido hace referencia a un coste incurrido en el pasado y que, de manera equivocada, suele emplearse con demasiada frecuencia en la toma de decisiones. Es muy importante para dicha toma de decisiones reconocer los costes perdidos, pero es necesario no prestarles atención cuando se discuta sobre la viabilidad de un proyecto. Dicho proyecto será viable si sus ingresos futuros son mayores que los costes futuros, y en nada deben intervenir aquellos costes en los que la empresa incurrió en el pasado.

2.2 Definición y composición de los materiales de Hormigón y de Acero

2.2.1 Hormigón

2.2.1.1 Definición

El Hormigón es una mezcla íntima y homogénea de áridos finos, áridos gruesos, un aglomerante y agua en las debidas proporciones para que fragüe y endurezca. En el momento de su amasado, puede añadirse otros productos o materiales para mejorar alguna de sus características.

Según la EHE-08 (Artículo 31), el Hormigón es la mezcla de cemento, agua, áridos, aditivos y adiciones. La composición de las mezclas destinadas a la construcción de estructuras o elementos estructurales debe estudiarse previamente, con el fin de asegurarse de que es capaz de proporcionar hormigones cuyas características mecánicas, reológicas y de durabilidad satisfagan las exigencias del proyecto. Estos estudios se deben realizar teniendo en cuenta las condiciones de la obra para asegurar la calidad de las estructuras.

2.2.1.2 Componentes

Aglomerantes

Según el Diccionario de la Real Academia de Lengua Española, “se denomina Aglomerante al material capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto por efectos de tipo exclusivamente físicos”. Dentro de esta definición se incluirían el barro, las colas, los betunes, etc. Sin embargo, los más utilizados en el Sector de la Construcción son los siguientes:

- Cal
- Yeso
- Cemento
- Plásticos

Agua

El agua que se añade a la mezcla se puede clasificar en:

- **Agua de amasado:** es el agua que participa en las reacciones de hidratación y además confiere al hormigón la manejabilidad necesaria para una correcta puesta en obra.
- **Agua de curado:** es el agua que se añade para compensar las pérdidas de agua por evaporación y permitir que se desarrollen nuevos procesos de hidratación.

La EHE-08 (Artículo 27), determina que el agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión.

Áridos

Árido es el conjunto de granos minerales de diferentes dimensiones destinados principalmente para la fabricación de morteros, las capas de cimentación y bases y firmes de carreteras y vías férreas. Aunque no forman parte en el fraguado y endurecimiento de los hormigones, desempeñan un papel económico y técnico muy importante.

Según la EHE-08, como Áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse:

- Áridos gruesos (gravas) y áridos finos (arenas), según UNE-EN 12620 (2002), rodados o procedentes de ricas machacadas.
- Escorias siderúrgicas enfriadas por aire según UNE-EN 12620 (2002), previamente se debe comprobar la estabilidad.
- En general, cualquier otro tipo de árido cuya evidencia de buen comportamiento haya sido sancionado por la práctica y se justifique como tal.
- Áridos reciclados.
- Áridos ligeros, según UNE-EN 13055-1 (2003).

Dada la peligrosidad de este componente, sólo se permite el empleo de áridos con una proporción muy baja de sulfuros oxidables.

Adiciones

Según la EHE-08 (Artículo 30), se entiende por adiciones aquellos materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle características especiales.

Aditivos

Según la EHE-08 (Artículo 29), se entiende por aditivos aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón antes del amasado en una proporción no superior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco o endurecido, de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento. En el esquema siguiente se pueden distinguir los diferentes tipos de Aditivos que existen y las funciones que tienen según dicha tipología.

Tipos de Aditivos (UNE-EN 934-2)	
TIPO DE ADITIVO	FUNCIÓN PRINCIPAL
Reductores de agua / Plastificantes	Disminuir el contenido de agua de un hormigón para una misma trabajabilidad o aumentar la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua.
Reductores de agua de alta actividad / Superplastificantes	Disminuir significativamente el contenido de agua de un hormigón sin modificar la trabajabilidad o aumentar significativamente la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua.
Modificadores de fraguado / Aceleradores, retardadores	Modificar el tiempo de fraguado de un hormigón.
Inclusores de aire	Producir en el hormigón un volumen controlado de finas burbujas de aire, uniformemente repartidas, para mejorar su comportamiento frente a las heladas.
Multifuncionales	Modificar más de una de las funciones principales definidas con anterioridad.

Esquema 3: Función de los aditivos según su tipología. Fuente: AENOR

2.2.1.3 El Ensayo de Hormigón

El Ensayo de aceptación del Hormigón es el proceso de Ensayo de muestras representativas del Hormigón suministrado a un proyecto de construcción. Los ensayos de aceptación incluyen ensayos del hormigón en estado plástico para medir, entre otros aspectos, el asentamiento, el contenido de aire, la densidad (peso unitario) o la temperatura, y ensayos en Hormigón



endurecido para medir la resistencia y otras propiedades de durabilidad, de acuerdo con los requerimientos del contrato o las especificaciones del proyecto.

Los ensayos de Hormigón endurecido, se realizan siguiendo estándares para determinar si el Hormigón colocado tiene el potencial necesario para desarrollar las propiedades definidas por el profesional encargado del proyecto. Los resultados de estas pruebas de ensayo, no pretenden pronosticar el comportamiento del Hormigón en la estructura sino que pretenden determinar las características de éste. Existen diferentes variables que ocurren durante el proceso de construcción, que producirán un efecto en las propiedades del Hormigón colocado en la obra, que van más allá del control del contratista del Hormigón en sí.

El ensayo de aceptación se realiza para verificar cuantitativamente, si el Hormigón cumple con lo especificado por el cliente o comprador. Normalmente, los requerimientos del cliente o comprador con relación a los ensayos y criterios de aceptación, se encuentran por escrito en las especificaciones del proyecto o se indican mediante estándares de la industria.

Los contratistas están legalmente obligados a facilitar o a realizar los ensayos de aceptación, en aquellas jurisdicciones en donde se adopte el Código Internacional para Edificaciones. Es importante para aquellos involucrados en la realización de ensayos que los resultados de los mismos sean claros, ya que los resultados de los ensayos de aceptación tienen importantes implicaciones en el cronograma de ejecución de los proyectos, así como el coste para los participantes del proyecto, teniendo en cuenta que todo ello podría tener efectos sobre la seguridad de la estructura y de sus usuarios.

Los ensayos de aceptación, deben ser realizados por técnicos certificados que han demostrado en forma escrita y práctica su conocimiento en la realización de los ensayos de acuerdo a las normas pertinentes. Los laboratorios que ejecutan las pruebas de aceptación, deben cumplir los requisitos de las normas. Los laboratorios deben ser competentes en las pruebas que hacen con los materiales, en este caso con las pruebas de Hormigón, y deberían verificar su destreza por medio de auditorías a su sistema de calidad, el cual puede ser periódicamente evaluado por una organización independiente y participativa, a los programas de muestras de ensayo, con el fin de realizar evaluaciones de aptitud y en caso de ser necesario, la comprobación de que los procesos que llevan a cabo son los expuestos en la norma y que se aplican de forma correcta.

Todas estas comprobaciones las realiza principalmente la entidad ENAC (Entidad Nacional de Acreditación). ENAC es una organización declarada de utilidad pública, independiente y sin

ánimo de lucro, tutelada por Administración, constituida conforme a lo dispuesto en la Ley 21/1992 de Industria y al Real Decreto 2200/1995.

Con más de 1.000 organizaciones acreditadas que operan en prácticamente la totalidad de los sectores, ENAC pone a disposición de la sociedad española una infraestructura única de evaluadores de la conformidad que han demostrado su competencia técnica de acuerdo a los estándares internacionalmente admitidos.

ENAC es el representante español de la EA (European Cooperation for Accreditation) organización a la que la Comisión Europea ha asignado la coordinación de Infraestructura Europea para la Acreditación y firmante de los Acuerdos Multilaterales de Reconocimiento en materia de acreditación suscritos por las entidades de acreditación de 56 países. La firma de estos acuerdos hace de los informes y certificados acreditados un pasaporte que facilita el acceso a los mercados de los productos y servicios españoles. La presencia de la Marca de Acreditación de ENAC en informes y certificados es la garantía de contar con ese respaldo y sobretodo es la forma de saber que las Edificaciones con dicha firma cuentan con la maquinaria y proceso adecuados para la realización de los ensayos.

Esta misma entidad es la encargada de dar las acreditaciones oportunas a los laboratorios de Acero, por lo que se repetirá esto mismo en el apartado correspondiente al ensayo de este otro material de estructuras.

2.2.2 Acero

2.2.2.1 Definición

Aceros para Armaduras pasivas

Los productos de acero que puedan emplearse para la elaboración de armaduras pasivas pueden ser:

- **Barras rectas o rollos de acero corrugado soldable:** Barras o rollos de acero que sean conformes con UNE-EN 10080 (2006), donde se definen los posibles diámetros para estas barras corrugadas.
- **Alambres de acero corrugado o grafilado soldable y Alambres lisos de acero soldable:** Alambres que cumplen los requisitos establecidos para la fabricación de

mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía, según la UNE-EN 10080 (2006).

Según la EHE-08 (Artículo 33) se entiende por armadura pasiva el resultado de montar, en el correspondiente molde o encofrado, el conjunto de armaduras normalizadas, armaduras elaboradas o ferrallas armadas que, convenientemente solapadas y con los recubrimientos adecuados, tienen una función estructural.

Aceros para Armaduras activas

Los productos de acero que puedan emplearse para la elaboración de armaduras activas pueden ser:

- **Alambre:** Producto de sección maciza, liso o grafilado, que se suministra en rollos.
- **Barra:** Producto de sección maciza, que se suministra en forma de elementos rectilíneos,
- **Cordón:** Producto formado por un número de alambres arrollados helicoidamente, con el mismo paso y el mismo sentido de torsión, sobre un eje ideal común, según la UNE-EN 36094. (1997).
- **Tendón:** Es el conjunto de armaduras paralelas de pretensado que, alojadas dentro de un conducto, se consideran en los cálculos como una sola armadura.

El producto de acero para armaduras activas deberá estar libre de defectos superficiales producidos en cualquier etapa de su fabricación que impidan su adecuada utilización. Salvo una ligera capa de óxido superficial no adherente, no son admisibles los alambres o cordones oxidados.

Según la EHE-08 (Artículo 35) se denomina armaduras activas a las disposiciones de elementos de acero de alta resistencia mediante las cuales se introduce la fuerza del pretensado en la estructura, como ya hemos comentado, pueden estar constituidos a partir de alambres, barras o cordones.

2.2.2.2 El Ensayo de Acero

El Ensayo de aceptación del Acero es el proceso de Ensayo de muestras representativas del Acero suministrado a un proyecto de construcción. Los ensayos de aceptación incluyen ensayos de barras y alambres como temperatura, resistencia y durabilidad, de acuerdo con los requerimientos del contrato o las especificaciones del proyecto que se demanda.



A través de la historia, el hombre ha tratado de mejorar los materiales que se utilizan para la construcción. Dado que estos materiales no se encuentran en la naturaleza en estado puro sino que hay que elaborarlos mediante la mezcla de diferentes materias primas, es necesario someterlos a una serie de transformaciones metalúrgicas con el fin de separar el metal de otros materiales que lo acompañan. Pero todo esto no basta para alcanzar las condiciones óptimas, por lo que, además, se someten a ciertos tratamientos y pruebas con el fin de hacer que reúna las propiedades idóneas para la construcción.

Mediante los diversos procedimientos de ensayos se intenta tener una idea más completa sobre las propiedades de un material para predecir de manera anticipada su comportamiento cuando éste esté sometido a las cargas de funcionamiento y a las influencias exteriores. Para valorar las probetas son muy importantes las dimensiones de la pieza forjada o fundida y el lugar de donde se toma esa muestra de representación de la obra. Las muestras siempre deben tomarse de los sitios y en las direcciones en que reina el máximo trabajo.

El Acero se produce en grandes cantidades y se tiene que ensayar continuamente mediante los controles de calidad que ya hemos mencionado en varias ocasiones. Se dispone de sistemas de automatización para ensayos, en los cuales las probetas, cortadas de redondo de acero, y separadas de la malla de acero, se introducen manualmente en los cargadores siendo ensayados de forma totalmente automática. Las secciones se determinan acorde a la norma de forma automática y con gran precisión. Asimismo, las probetas se pueden seleccionar según resultado del ensayo para su control visual posterior.

Así como en el caso de los Ensayos de Hormigón, todas las comprobaciones de calidad del acero las realiza principalmente la entidad ENAC (Entidad Nacional de Acreditación). ENAC es una organización declarada de utilidad pública, independiente y sin ánimo de lucro, tutelada por Administración, constituida conforme a lo dispuesto en la Ley 21/1992 de Industria y al Real Decreto 2200/1995. No se detalla más información sobre este organismo debido a que ya se ha tratado en un punto anterior del trabajo.

2.3 Situación actual del Sector de la Construcción en España

La información referida al Sector de la Construcción se ha extraído principalmente del Informe de Evolución del Sector de la Construcción que emite trimestralmente la Confederación Nacional de la Construcción. El análisis se ha realizado para los periodos comprendidos entre 2005 y 2010 para poder contar con información referente a años completos. Se ha considerado como fuentes de información fundamentales al Instituto Nacional de Estadística y al Ministerio de Fomento.

Así pues, el objetivo prioritario del presente punto es ofrecer una panorámica general del Sector de la Construcción desde tres perspectivas como son el pasado, el presente y el futuro de este sector tan volátil como es en nuestro país. El estudio se divide en varias partes comenzando con un estudio de la evolución de la economía nacional en su conjunto, más tarde se analiza la oferta y la actividad específica del mercado de la Edificación, donde se estudian los principales indicadores, y por últimos se hace un pequeño análisis de la demanda. Mediante este análisis detallado se pretende alcanzar una visión global de la situación real del mercado nacional.

2.3.1 Información macroeconómica nacional

2.3.1.1 Antecedentes

Buena parte del crecimiento económico que sufrió España durante los primeros años de la década del 2000 se atribuye a la elevada aportación económica del sector de la construcción. La importancia de este sector en la economía española, no se limitó a efectos directos como la aportación al crecimiento de la producción y a la generación de empleo, sino que además incentivó la actividad y el empleo de muchos sectores productivos constituidos como proveedores de este sector. Además, cabe destacar que prácticamente la totalidad de las compras que demandaba dicho sector se producían en el interior del territorio español. Con todo ello, el sector de la construcción ejerció una notable influencia sobre los ciclos económicos y desempeñó un papel clave en los procesos de crecimiento y desarrollo.

En el caso de España, ese importante papel fue especialmente destacado en la última etapa expansiva iniciada a mediados de la década de los 90, durante la cual la construcción actuó

como el principal protagonista y motor del crecimiento económico, como ya se ha mencionado, tanto de forma directa como indirecta. A su vez, esto obedeció a diversos factores, entre los que se puede mencionar que, tras la incorporación de España a la Unión Económica y Monetaria se produjo una caída de los tipos de interés que alcanzó mínimos históricos, o la aportación masiva de mano de obra procedente de la inmigración que se produjo durante este periodo y la financiación que se recibió de los fondos estructurales europeos.

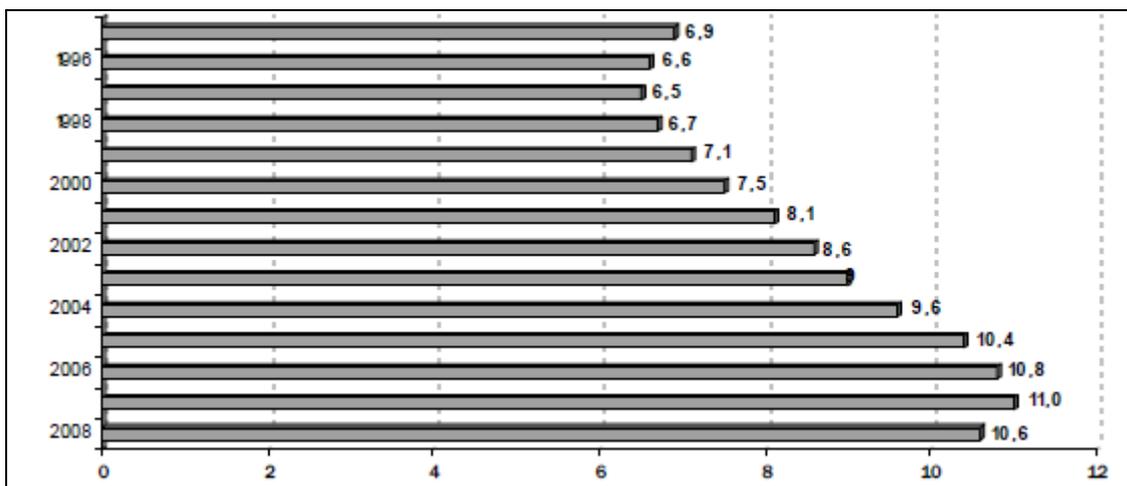


Gráfico 1: Participación del VAB de la construcción en el PIB (%) Fuente: INE

Haciendo referencia al gráfico anterior, entre 1996 y 2007, el Valor Añadido Bruto (VAB) del sector creció a una tasa media anual del 5,1%, frente a un 3,6% de crecimiento registrado por el VAB total, lo que elevó la participación de la construcción en el PIB desde un 6,9% en 1995 hasta un 11% en 2007. Sin embargo, al observar el VAB de 2008 se puede ver que éste empieza a reflejar la desaceleración que hoy sabemos que se produjo en el sector, siendo en números absolutos el mismo que en 2007 y variando en términos relativos al PIB nominal. Además, en el mismo período, aunque no se reflejen estos datos en el gráfico, el empleo en la construcción, medido en términos de puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo, creció a un ritmo medio anual del 6,7%, mientras que el empleo total lo hizo a un ritmo del 3,2%. De este modo, el empleo en la construcción pasó de representar un 9,4% del total en 1995 a casi un 14% en 2007. El número de trabajadores equivalentes a tiempo completo empleados en el sector en 2007 ascendía a 2,6 millones, más del doble de los 1,2 millones ocupados en 1995. Durante 2008 sin embargo, el número de empleados se redujo en 562.000 puestos de trabajo, empezando una tendencia que continuó en 2009 y descendió mucho más en 2010.

Durante los cuatro años comprendidos entre 2003 y 2007, es decir, los que se muestran en la tabla de abajo, la producción interna en millones de euros creció un 54%, pasando de los 129



millones de euros en 2003 a 199 millones en el año 2007. Con un claro predominio de la edificación residencial, que oscilaba entre el 33% y el 35% del total de la construcción, el número de viviendas iniciadas alcanzó su máximo histórico en 2006, con 865.561 durante ese año. Desde 1998, la obra civil fue el subsector que presentó un mayor crecimiento en términos reales, aunque dentro de la edificación, el segmento de la edificación residencial fue el que creció más intensamente. La edificación creció entre 1996 y 2007 a una tasa nominal media del 10,5% frente al 8,7% de crecimiento medio del subsector de la obra civil.

DATOS	2008	2007	2006	2005	2004	2003
Producción Interna Total (mill. €)	149,49*	199,22	185,96	165,15	144,66	129,31
- Edificación Residencial		35,5%	35,4%	34,0%	33,0%	33,0%
- Edificación No residencial		16%	16,2%	17,0%	18,0%	18,0%
- Rehabilitación y Mantenimiento		23,6%	24%	25%	25%	25%
- Obra Civil		24,8%	24,5	24%	24%	24%
Consumo aparente de cemento (miles Tm)	42.659	56.081	55.896	50.425	47.610	46.000
Empleo (miles de personas)	2.135	2.697,4	2.542,9	2.357	2.253	2.102
Viviendas iniciadas (número)	360.044	616.000	865.561	714.800	630.000	622.000
Exportación: Facturación exterior (mill. €)		8.122	5.046	4.060	3.266	3.235
Exportación: Contratación internacional (mill. €)		11.093	7.055	5.060	3.700	2.900

Tabla 1: Datos Generales Sector de la Construcción en España período 2003 – 2008. Fuente: INE

El consumo aparente de cemento creció un 21,9% en un corto periodo de cuatro años, alcanzando en 2007 las 56,081 millones de toneladas. En 2008, sin embargo, el consumo cayó un 23,8%, la mayor caída de los últimos diez años. Alrededor de febrero de 2009, el consumo ha disminuido un 46,05% respecto al mismo mes del año anterior. Además, la situación que vive la industria cementera española desde hace unos meses se agrava con las importaciones de cemento procedentes de países que no tienen las mismas exigencias que España en el Protocolo de Kioto, con menos requisitos medioambientales y sociales, lo que supone una desventaja competitiva para los cementeros nacionales.

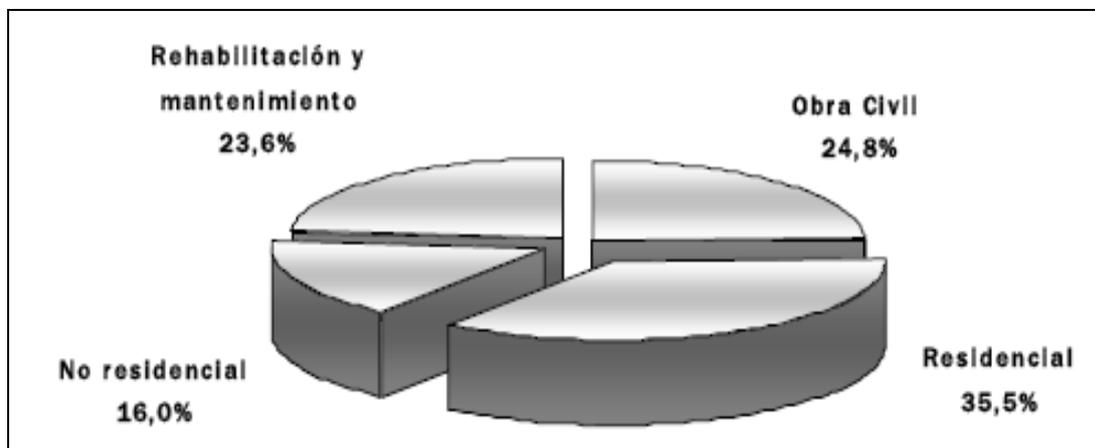


Gráfico 2: Composición de la producción en términos porcentuales Fuente: INE

Como se muestra en el gráfico, el sector de la edificación global representaba en 2007 el 75,2% del valor nominal total de la producción de construcción, frente a un 24,8% que suponía el de la obra civil. Tales porcentajes se han mantenido muy estables a lo largo de todo el ciclo expansivo iniciado en 1998, puesto que, aunque la obra civil ha crecido más en términos reales, deduciendo el efecto de la inflación, haciendo así que los precios de la edificación hayan ascendido de forma más intensa. Dentro del subsector de la edificación, el residencial es el que aporta un mayor porcentaje de producción al total, superior incluso al de la obra civil, con un 35%, seguido de rehabilitación y mantenimiento, con un porcentaje del 23,6% y quedando en último lugar la edificación no residencial, teniendo tan solo un porcentaje del 16%.

2.3.1.2 Actualidad

Producto Interior Bruto (PIB) Trimestral

Desde el punto de vista de la demanda, su contribución negativa al PIB disminuye en una décima, pasando del -0,7% del trimestre anterior al -0,6% en el cuarto trimestre. Esta evolución de la demanda nacional es compartida por sus dos principales indicadores complementarios, el gasto en consumo final y la inversión. El primero de estos indicadores, es decir, el gasto en consumo final por parte de los hogares mejora en dos décimas, pasando de 1,5% a 1,7%. Por su parte, el gasto en consumo final de las Administraciones Públicas en el cuarto trimestre, aumenta su decrecimiento interanual en dos décimas, hasta el -0,9%.

La formación bruta en capital fijo reduce en seis décimas su crecimiento negativo, pasando del -6,7% al -6,1%. Esta mejora en su comportamiento no es compartida por todos sus componentes, la inversión en bienes de equipo desacelera su crecimiento positivo, del 2,4% al 1,2%, mientras que la construcción y otros productos mejoran muy ligeramente el ritmo de evolución negativo de trimestres anteriores. En el caso de la inversión en construcción, pasa del -11,2% al -10,6%.

En cuanto al sector exterior, tanto las exportaciones como las importaciones de bienes y servicios aceleran su crecimiento, pasando del 9,4% al 10,5% en el caso de las exportaciones y del 5,0% al 5,3%, en el caso de importaciones. El comportamiento de las exportaciones está en sintonía con la evolución de la demanda nacional de los países a los que se destinan estas exportaciones, fundamentalmente de la Unión Europea. Por su parte, las importaciones se aceleran, aunque lo hacen de forma más suave.

Demanda. Tasas de variación interanual												
	2008				2009				2010			
	Tr.I	Tr.II	Tr.III	Tr.IV	Tr.I	Tr.II	Tr.III	Tr.IV	Tr.I	Tr.II	Tr.III	Tr.IV
PRODUCTO INTERIOR BRUTO p.m.	2,7	1,9	0,3	-1,4	-3,5	-4,4	-3,9	-3	-1,4	0	0,2	0,6
Gasto en consumo final hogares	2,2	0,8	-1,5	-4	-5	-5,5	-4,2	-2,6	-0,3	2,2	1,5	1,7
Gasto en consumo final ISFLSH	2,2	0,9	0,1	0,4	0,9	1	1,2	0,8	0,6	1,1	0,4	-0,4
Gasto en consumo final AAPP	5,2	5,7	6	6,4	5,9	4,3	2,7	0,2	-1,1	-0,1	-0,7	-0,9
Formación bruta de capital fijo	1,4	-1,6	-6,5	-12,1	-15,3	-18	-16,4	-14	-10,5	-6,7	-6,7	-6,1
- Bienes de equipo	5,2	4,2	-4,5	-14,4	-24,2	-31,5	-25,5	-16,9	-4,6	8,7	2,4	1,2
- Construcción	-0,6	-4,3	-7,5	-11,1	-12,2	-12	-11,7	-11,9	-11,3	-11,3	-11,2	-10,6
- Otros productos	2,7	-1,1	-6	-11,7	-12,1	-16,9	-18,7	-17,2	-15,8	-11	-3	-1,5
Variación de existencias	0,1	0,2	0,2	0,1	0	0	0	-0,1	0	0,1	0,1	0,1
Demanda nacional	2,7	1,1	-1,6	-4,6	-6,2	-7,5	-6,5	-5,3	-3	-0,3	-0,7	-0,6
Exportación de bienes y servicios	4,2	2,6	-3,4	-7,8	-16,5	-15,8	-11	-2,1	9,4	11,9	9,4	10,5
Importación de bienes y servicios	3,4	-0,2	-8,2	-15,6	-21,5	-22,2	-17,2	-9,2	2	9,6	5	5,3

Tabla 2: Tasas de variación interanual referentes a la Demanda Fuente: Confederación Nacional de la Construcción (CNC)

Oferta. Tasas de variación interanual												
	2008				2009				2010			
	Tr.I	Tr. II	Tr.III	Tr.IV	Tr.I	Tr. II	Tr.III	Tr.IV	Tr.I	Tr. II	Tr.III	Tr IV
PRODUCTO INTERIOR BRUTO p.m.	2,7	1,9	0,3	-1,4	-3,5	-4,4	-3,9	-3	-1,4	0	0,2	0,6
Ramas agraria y pesquera	-0,1	-1,1	-2,8	-4,5	0,4	0,7	1,6	1,5	-1,2	-2,1	-2,2	0,3
Energías	8,2	7,3	6,4	1,3	-5,5	-6,5	-7,3	-6,3	0,1	0,6	4,6	6,6
Industria	-0,6	-1	-2,6	-6,6	-12,7	-15,9	-14,8	-11	-2	2,5	1,7	1,4
Construcción	1,3	-0,6	-1,6	-5,4	-6,1	-6,3	-7,1	-5,4	-6,4	-6,5	-6,6	-5,8
Ramas de los servicios	4	3,3	1,5	0,6	-0,8	-1,6	-0,9	-0,9	-0,6	0,4	0,8	1,1
- Servicios de mercado	3,6	2,6	0,7	-0,2	-1,8	-2,6	-1,7	-1,6	-1	0,3	0,9	1,3
- Servicios de no mercado	5,4	5,6	4,3	3,6	2,5	2,2	2	1,6	0,8	0,9	0,7	0,7
Impuestos netos sobre los productos	0,6	-0,4	-1,7	-2,8	-5,7	-6,8	-6,5	-4,8	-1	1,7	0,8	1

Tabla 3: Tasas de variación interanual referentes a la Oferta Fuente: CNC



Desde el punto de vista de la oferta, en el cuarto trimestre se observa un comportamiento común de crecimiento para las diferentes ramas de actividad, a excepción de la construcción. El valor añadido bruto de la rama industria modera ligeramente su crecimiento, pasando de 1,7% a 1,4%. La rama energética acelera en dos puntos su crecimiento pasando de 4,6% a 6,6%, y se convierte en positivo el valor de la variación de las ramas agraria, ganadera y pesca, que pasa de -2,2% a 0,3%. El valor añadido bruto de la construcción reduce en ocho décimas su contracción desde el -6,6% al -5,8%, siendo la rama de actividad con menores registros.

El valor añadido de las ramas de los servicios acelera suavemente su crecimiento en este trimestre, pasando del 0,8% al 1,1%. Atendiendo a sus dos componentes, los servicios de mercado incrementan su valor añadido en cuatro décimas, del 0,9% al 1,3%, mientras que los servicios de no mercado se estabilizan en el 0,7%.

El empleo, medido en términos de puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo, suaviza su descenso respecto al trimestre anterior, aumentando en dos décimas, pasando del -1,6% al -1,4%.

La tasa de variación interanual de ocupados en las ramas agraria, ganadera y pesquera pasa del 1,3% al 4,7%, la de los sectores energéticos del 1,5% al 3,6%, mientras que la de industriales suaviza su descenso, pasando del -3,8% al -2,4%. En cuanto al sector construcción, acelera su descenso en 1,4 puntos respecto al tercer trimestre, pasando de -9,6% a -11,0%, siendo la rama de actividad con menor tasa de variación interanual del trimestre.

Evolución Histórica Indicadores Construcción	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Variación 2010/2007
Producción (M€ corrientes)	165.157,20	186.880	200.554,20	193.434	164.345	147.902	-26,50%
FBCF (M€ corrientes)	156.031	176.534	187.601	179.745	150.402	135.296	-27,88%
Inversión sobre el PIB	17,20%	17,90%	17,80%	16,5%	14,30%	12,70%	-4,82%
Empleo (EPA miles)	2.357,20	2.542,90	2.697,40	2.453,40	1.888,30	1.651	-38,79%
Empleo s/ total	12,30%	12,70%	13,30%	12,10%	10,00%	8,90%	-4,40%
Licitación Pública (M€)	39.256	46.701	40.354	39.812	39.100	26.519	-34,28%
Consumo Cemento (M Tm)	51.510	55.897	55.997	42.696	28.875	24.435	-56,36%
Viviendas iniciadas	729.700	865.600	651.400	264.800	110.850	90.000	-86,18%

Tabla 4: Datos Generales Sector de la Construcción en España período 2005 – 2010 Fuente: INE

	2008				2009				2010			
	Tr.I	Tr.II	Tr.III	Tr.IV	Tr.I	Tr.II	Tr.III	Tr.IV	Tr.I	Tr.II	Tr.III	Tr.IV
Ocupados	1.7	0.4	-0.8	-3.3	-6.2	-7.1	-7.2	-6	-3.9	-2.4	-1.6	-1.4
Ramas agraria y pesquera	-4.4	-3.2	-2.4	-2.9	-2.6	-2.8	-3.8	-2.7	-0.3	-0.6	1.3	4.7
Ramas energéticas	-7.2	-3.7	-0.7	3.4	4.4	0.3	-4.9	0	-2.7	0.3	1.5	3.6
Ramas industriales	0.8	0.8	-1.3	-6.1	-11.6	-14	-14.9	-11.6	-8.5	-5	-3.8	-2.4
Construcción	-0.2	-6.2	-11.7	-19.1	-23.8	-24.2	-23.5	-18.9	-16.6	-12	-9.6	-11
Ramas de los servicios	2.8	1.9	1.7	0.5	-1.6	-2.5	-2.8	-2.9	-1.3	-0.6	-0.2	-0.2
- Servicios de mercado	3.2	2	1.7	0.1	-2.7	-4	-4.5	-4.5	-2.3	-1.6	-0.9	-0.6
- Servicios de no mercado	1.8	1.9	1.7	1.5	1.2	1.4	1.5	1.4	1.5	1.8	1.4	0.8
Asalariados	1.9	0.4	-0.8	-3.6	-6.1	-7.2	-7.3	-5.6	-3.9	-2.3	-1.3	-1.3
Ramas agraria y pesquera	-4.1	-1.6	-1.6	1.1	2	0.9	-1.2	-3.7	2.7	1.8	8.3	9.6
Ramas energéticas	-7.3	-3.8	-0.6	3.8	4.8	0.6	-4.5	0.1	-2.5	0.6	1.6	3.6
Ramas industriales	1.2	1.1	-1	-6.2	-11.7	-14.5	-15.3	-11.4	-8.7	-4.4	-3.3	-1.7
Construcción	-0.2	-7.1	-12.8	-20.9	-25.6	-25.4	-24.6	-19.5	-17.4	-13.5	-11.1	-12.1
Ramas de los servicios	2.9	1.9	1.8	0.5	-1.2	-2.3	-2.5	-2.2	-1.1	-0.4	0.1	-0.2
- Servicios de mercado	3.4	1.8	1.8	0	-2.3	-4	-4.4	-3.8	-2.3	-1.5	-0.5	-0.7
- Servicios de no mercado	1.8	1.9	1.7	1.5	1.2	1.4	1.5	1.4	1.5	1.8	1.4	0.8

Tabla 5: Puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo Tasas de variación interanual referentes al Empleo Fuente: INE.

Índice de precios al consumo

La tasa de variación interanual del Índice de Precios al Consumo (IPC) en el mes de diciembre se situó en el 3,0%, siete décimas por encima de la registrada en el mes de noviembre (2,3%), según los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

La tasa anual de inflación subyacente (excluye los alimentos no elaborados y los productos energéticos), se sitúa en el 1,5% superior en tres décimas con respecto al mes de noviembre.

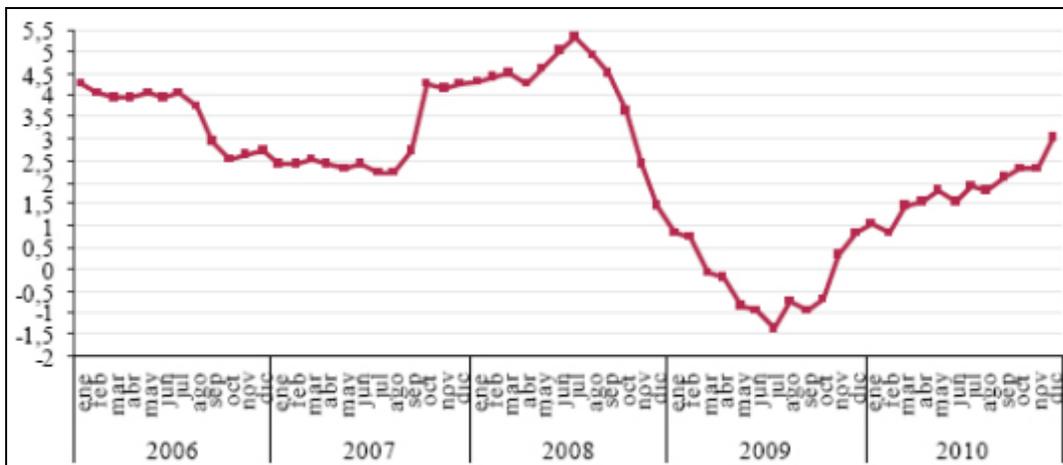


Gráfico 3: Evolución anual del Índice de Precios al Consumo Fuente: INE

Mercado hipotecario

Según la estadística de hipotecas publicada por el Instituto Nacional de Estadística, el número de fincas urbanas hipotecadas en diciembre ha sido de 61.819, un 19,42% inferior al mismo mes del año anterior (76.721), sin embargo, en relación al dato de finales del tercer trimestre (septiembre), supone una disminución algo más significativa, -21,5%, en términos netos son 16.934 fincas hipotecadas menos.

Teniendo en cuenta los datos trimestrales, el total de fincas urbanas hipotecadas durante el cuarto trimestre ha sido de 185.228, un 23,23% inferior al registrado en el mismo trimestre de 2009 donde ascendieron a 241.269.



Gráfico 4: Fincas urbanas hipotecadas Fuente: INE

El número de hipotecas constituidas sobre vivienda en el mes de diciembre ha ascendido a 39.384, en tasa interanual supone una disminución del 17,7% (47.867), sin embargo, si se realiza la comparación respecto al último mes del trimestre anterior, septiembre, supone una disminución del 25,6% (52.954).

Considerando los datos trimestrales, la tasa de variación correspondiente al cuarto trimestre también ha resultado negativa, 19,2%, ascendiendo el total de hipotecas constituidas sobre vivienda a 123.112, frente a las 152.325 constituidas en el cuarto trimestre de 2009.

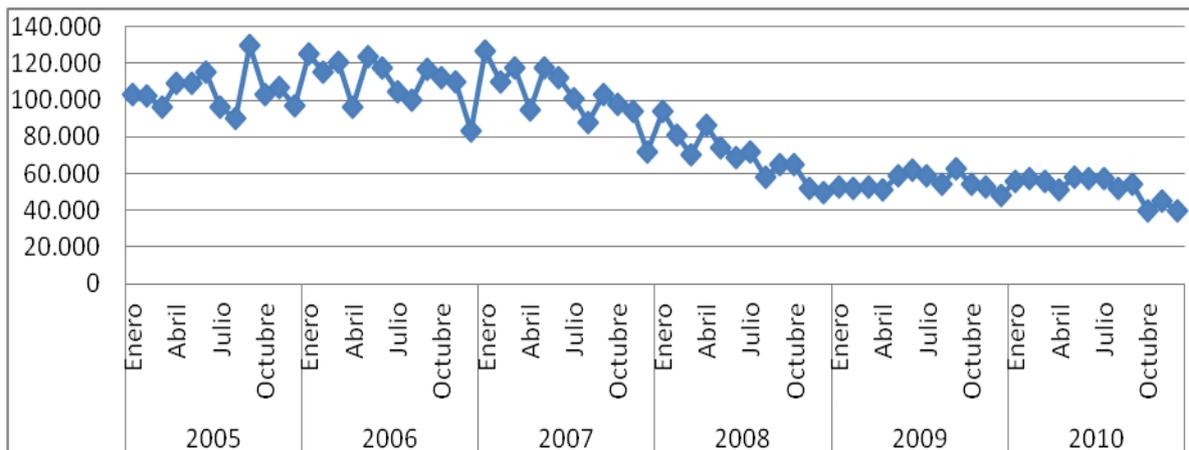


Gráfico 5: Número de hipotecas constituidas sobre vivienda Fuente: INE

El importe medio del crédito hipotecario contratado por transacción de vivienda, en el cuarto trimestre de 2010, ha sido de 118.255 euros, registrando una variación interanual negativa del 2,45%, tras varios periodos en los que venía suavizando su descenso disminuye de nuevo.

Respecto al tercer trimestre, disminuye en un 5,60%, siendo su valor medio en dicha fecha de 125.266 euros por transacción.

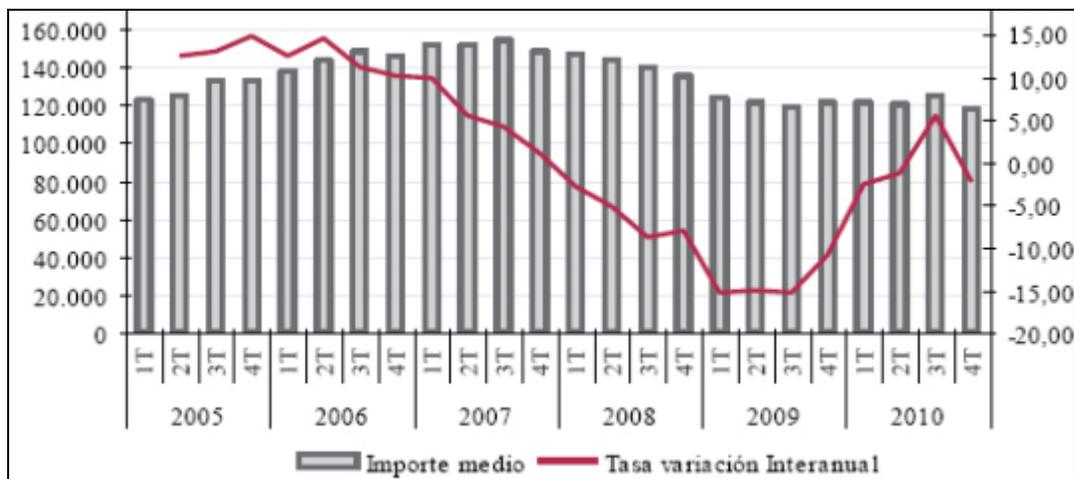


Gráfico 6: Tasa de Variación Interanual referente al importe medio de crédito hipotecario contratado por transacción de vivienda. Fuente: Colegio Registradores.

La duración media de las hipotecas contratadas en el cuarto trimestre de 2010 se sitúa en 302 meses (25 años y 2 meses), lo que significa cuatro meses menos que en el trimestre anterior. En tasa interanual supone un incremento del 2,03% (24 años y 8 meses) siendo con éste cuatro trimestres de tasa de variación interanual positiva.

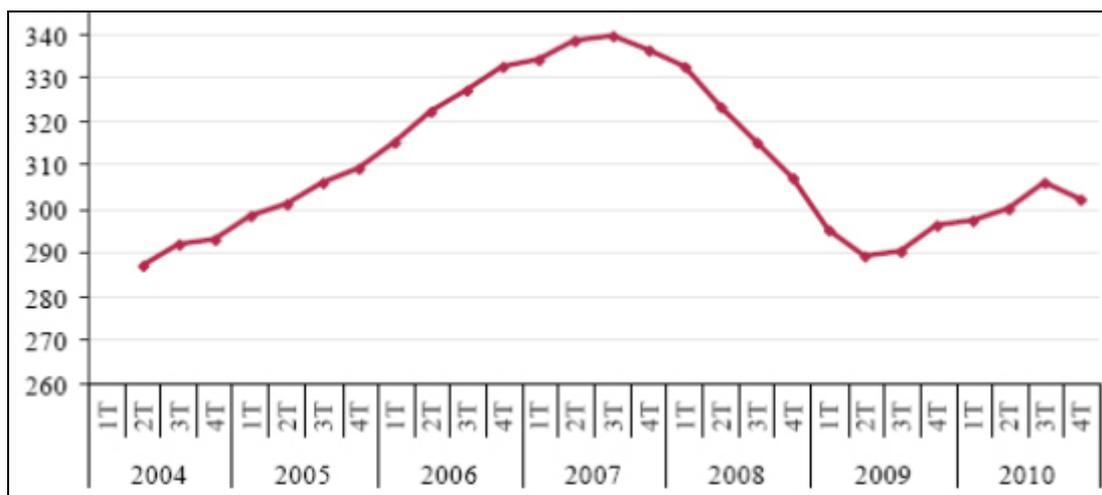


Gráfico 7: Duración de los créditos hipotecarios para la vivienda. Fuente: Colegio Registradores.

La cuota media hipotecaria mensual en España vuelve a disminuir, siguiendo la tendencia de los dos primeros trimestres del año siendo 581,97€/mes durante el cuarto trimestre, frente a los 601,36 € del tercero. La disminución neta respecto al tercer trimestre se calcula en 19,39

euros/mes, siendo la tasa intertrimestral del -3,2%, y la tasa interanual negativa del 6,9% (625,08 euros / mes).

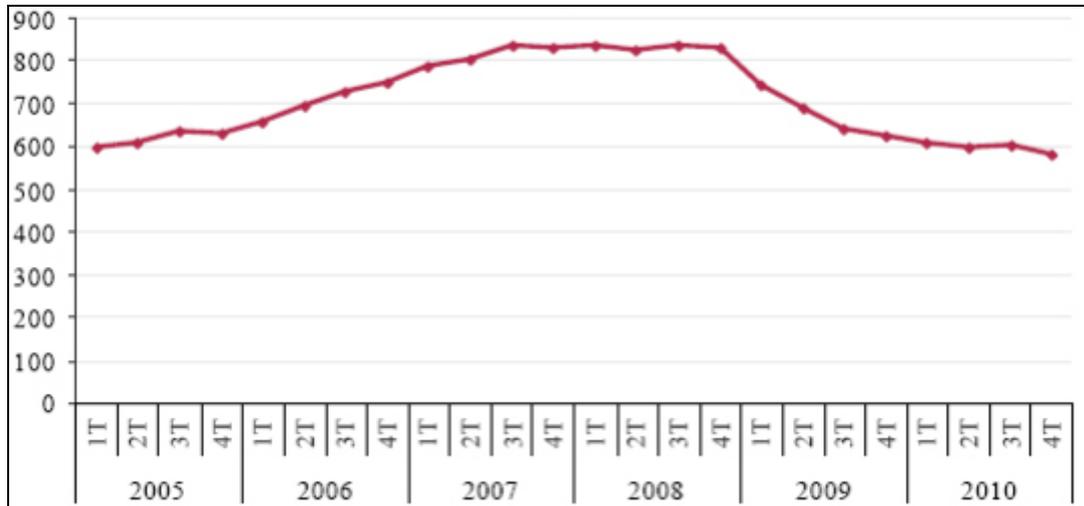


Gráfico 8: Cuota media hipotecaria mensual Fuente: Colegio Registradores

Visados de dirección de obra

La superficie total visada para obra nueva destinada a la edificación en el mes de diciembre ha ascendido a 2.049.331m², de los cuales 1.401.425m² fueron destinados a edificación para usos residenciales (68,4%) y el resto, 647.906m², para edificaciones de uso no residencial (31,6%). Respecto al mismo mes del año anterior, la superficie total visada ha sido inferior, 15,6%, alcanzando en dicha fecha un total de 2.428.011m².

El total de superficie visada para obra nueva, una vez finalizado el año, asciende a 24.507.412m², lo que supone un descenso del 16,0% respecto a 2009, donde la superficie total visada ascendió a 29.168.594m².

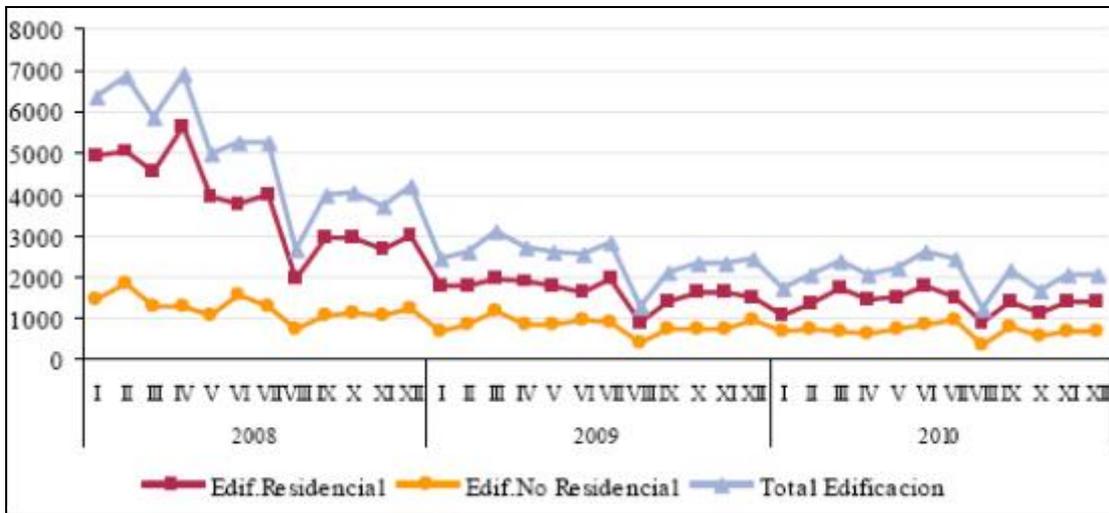


Gráfico 9: Evolución de la Superficie Visada en el caso de nueva construcción según la tipología de la vivienda
Fuente: INE

Los proyectos visados de vivienda, indicador avanzado de la actividad de la construcción en el medio plazo, han ascendido durante el mes de diciembre a 10.350, lo cual en tasa interanual supone una disminución del 6,3%. Atendiendo a los datos trimestrales, durante el cuarto trimestre los proyectos visados sumaron 29.195, inferior en un 19,63% al dato del cuarto trimestre de 2009 (36.327).

Para el conjunto del año 2010, la disminución de los proyectos de vivienda ha sido del 13,0%, con 127.543 proyectos visados en 2010, frente a los 146.640 del año 2009.

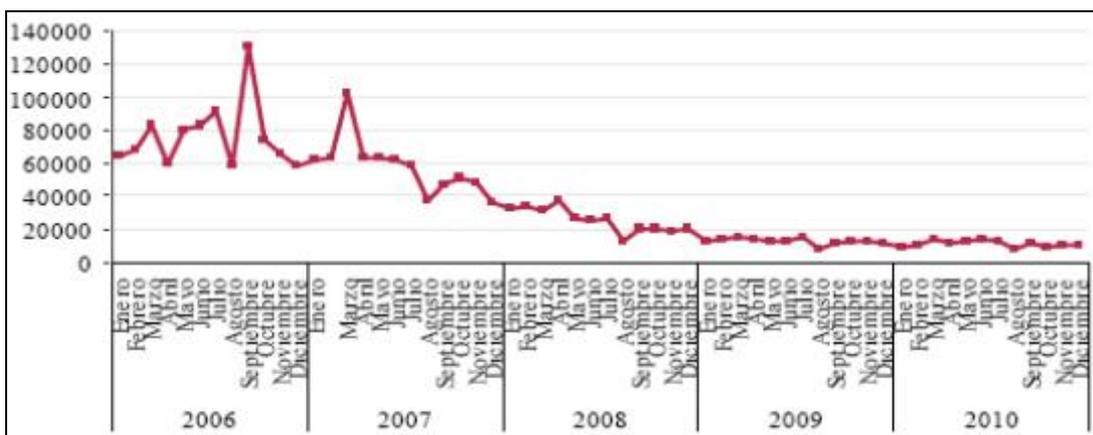


Gráfico 10: Proyecto Visados de Vivienda Fuente: Colegio Registradores

Licencias de obra mayor

Según los últimos datos del Ministerio de Fomento, relativos al número de licencias de obra mayor concedidas, en septiembre de 2010 alcanzó un total de 7.109, inferior en un 26,0% al mismo mes del año anterior (9.606).

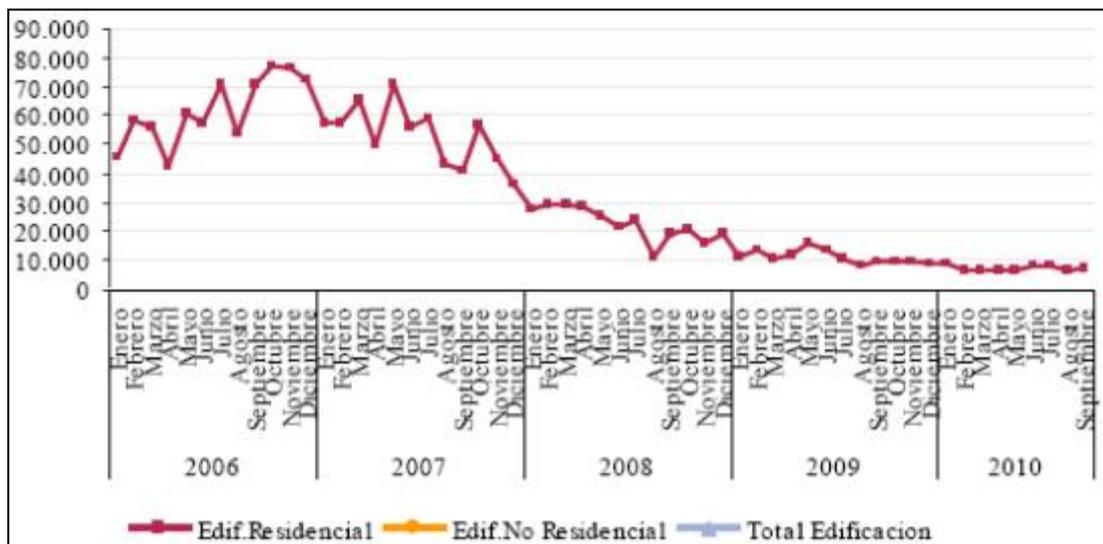


Gráfico 11: Licencias de Obra Fuente: Ministerio Fomento

Superficie visada

Atendiendo a la tipología de edificación no residencial, la superficie visada en diciembre ha registrado una variación interanual negativa del 32,2%, presentado el mismo signo para todos los tipos de obra, siendo la que más ha descendido la de tipo industrial (-50,9%) seguida de turismo, recreo y deportes (-50,6%), edificaciones de servicios para transporte (-30,7%), edificaciones comerciales (-21,3%), y por último la destinada a oficinas (-15,7%).

Considerando el total de superficie visada en 2010 respecto a 2009, la variación interanual también ha resultado negativa (-16,0%), sumando 8.115.942m², frente a los 9.659.509m² del año anterior.

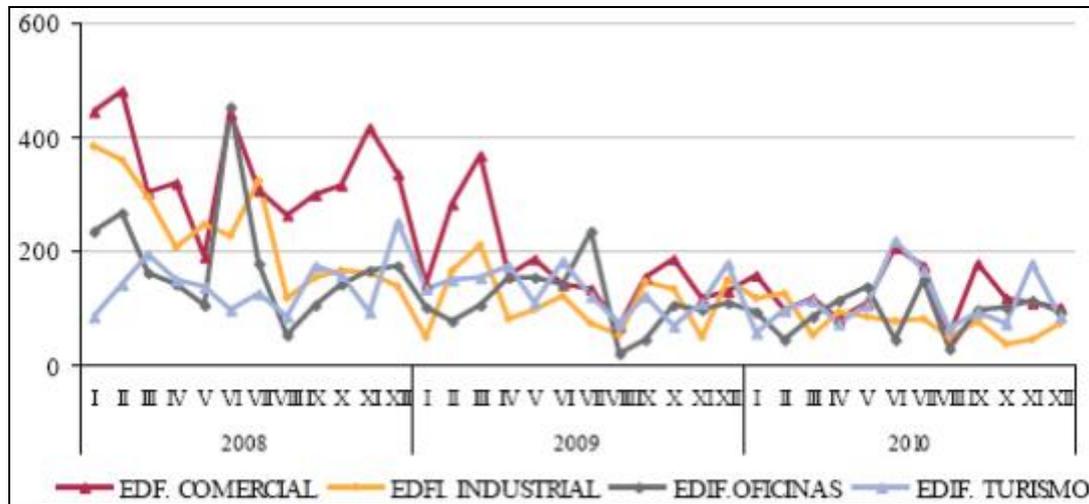


Gráfico 12: Evolución de la Superficie visada de viviendas de nueva construcción según tipo de obra Fuente: Ministerio Fomento

Licitación pública por tipología de obra

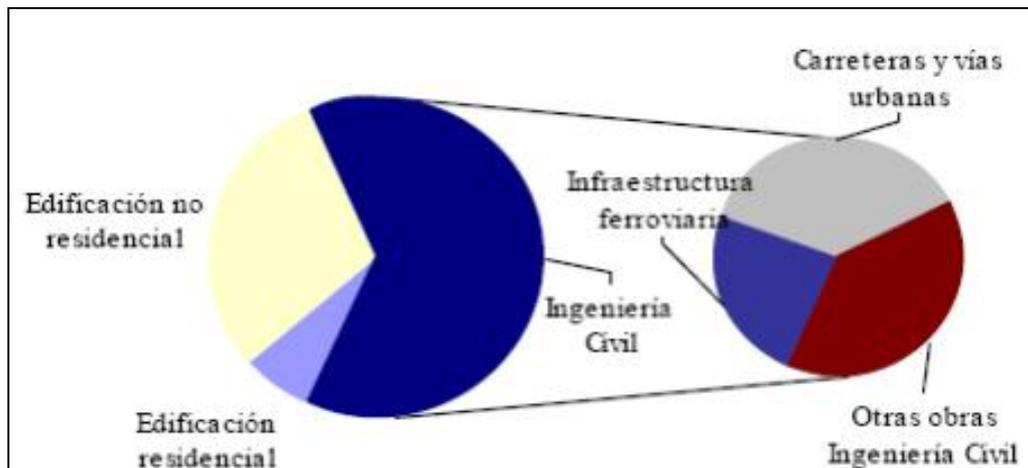


Gráfico 13: Licitación Oficial Fuente: Ministerio Fomento

La licitación oficial en el ámbito nacional para el conjunto de la construcción durante el periodo enero-diciembre de 2010 desciende un 37,88% respecto al total licitado en el mismo periodo del año 2009, debido principalmente a la reducción de licitación en ingeniería civil que ha disminuido un 45,11%. Por su parte la edificación en su totalidad desciende en tasa interanual un 20,04%, siendo la edificación residencial la que más ha notado este descenso con un 38,03% frente a la disminución de la edificación no residencial del 14,37%.

La licitación oficial total de enero a diciembre de 2010, se concretó en 21.960,5 millones de euros, frente a los 35.354,1 millones de euros del mismo periodo del año 2009.

Licitación pública por tipología de obra. Miles de euros.			
Tipología obra	2009	2010	Variación interanual
Edificación	10.187.027	8.145.162	-20,04%
Residencial	2.442.014	1.513.381	-38,03%
No residencial	7.745.013	6.631.781	-14,37%
Ingeniería civil	25.167.043	13.815.343	-45,11%
Infraestructura ferroviaria	9.498.892	3.331.403	-64,93%
Carreteras y vías urbanas	7.712.299	5.165.634	-33,02%
Infraestructura aeroportuaria	162.125	196.910	21,46%
Puertos y canales de navegación	562.804	554.442	-1,49%
Encauzamiento y defensa	503.127	157.086	-68,78%
Obras de regadío	417.878	298.810	-28,49%
Otras obras ingeniería civil	6.309.918	4.111.058	-34,85%
Total	35.354.070	21.960.505	-37,88%

Tabla 6: Licitación Pública por tipología de obra Fuente: Ministerio Fomento

Atendiendo a la tipología de obra, se han destinado 8.145,2 millones de euros a la edificación en el año 2010, de esta cantidad, 1.513,4 millones se invirtieron en edificación residencial y 6.631,8 millones en edificación no residencial.

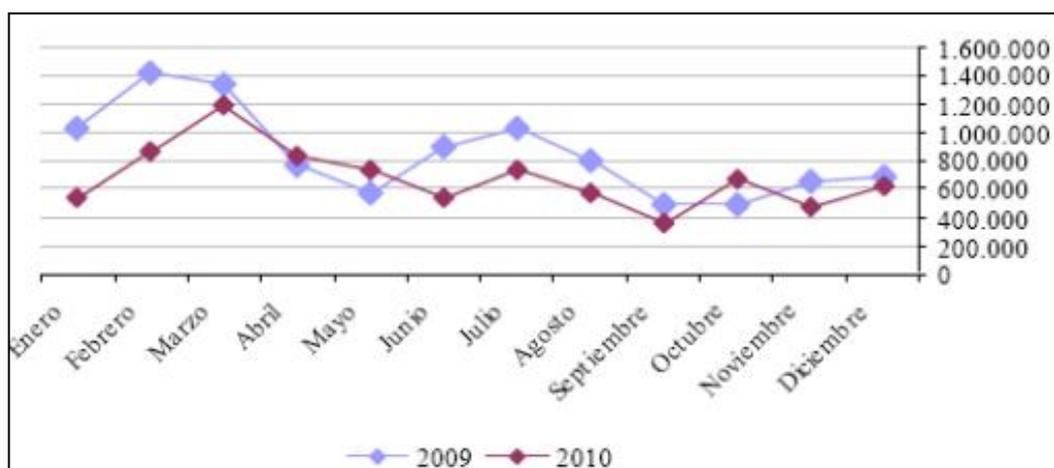


Gráfico 14: Licitación Pública de Edificación Fuente: Ministerio Fomento

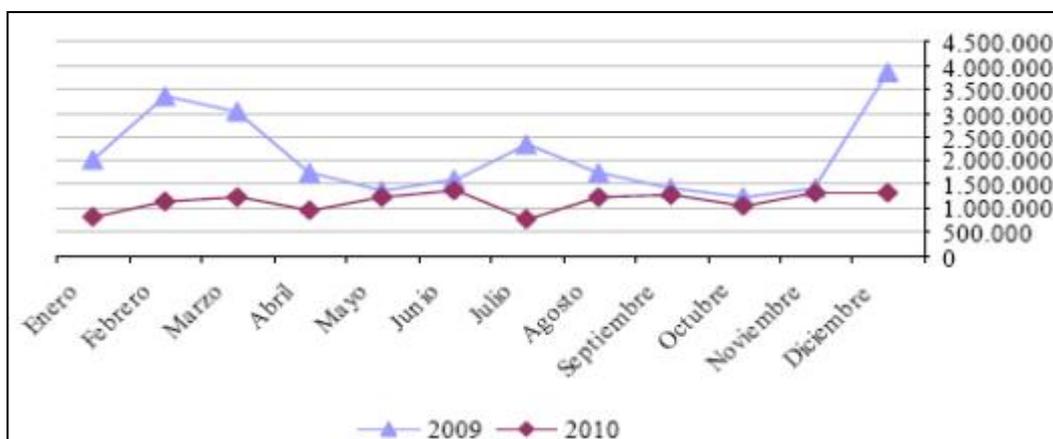


Gráfico 15: Licitación Pública de Ingeniería de Obra Civil Fuente: Ministerio Fomento

En cuanto a la Ingeniería Civil, durante el periodo analizado ha representado el 62,9% del total de las licitaciones, ascendiendo a 13.815,4 millones de euros, un 45,11% menos que en el mismo periodo de 2009.

La variación interanual del volumen de inversión en Obra Civil ha sido negativa en todos los casos, excepto en la partida de infraestructuras aeroportuarias donde aumenta un 21,46%, las partidas con descenso menos acusado han sido Obras de regadío (-28,49%) y Carreteras y Vías Urbanas (-33,02%) y las de mayor descenso se han dado en Encauzamiento y Defensa (-68,78%) y en Infraestructuras Ferroviarias (-64,93%).

Licitación pública por agente contratante

Si se analiza la licitación pública acumulada de enero a diciembre de 2010 según el agente contratante, 4.502,2 millones de euros han correspondido al Estado. Esto supone el 20,5% del total, siendo un 61,44% inferior al volumen del mismo periodo de 2009. La mayor parte del valor licitado por el Estado ha correspondido al Ministerio de Fomento (74,34%), con un total de 3.346,7 millones de euros.

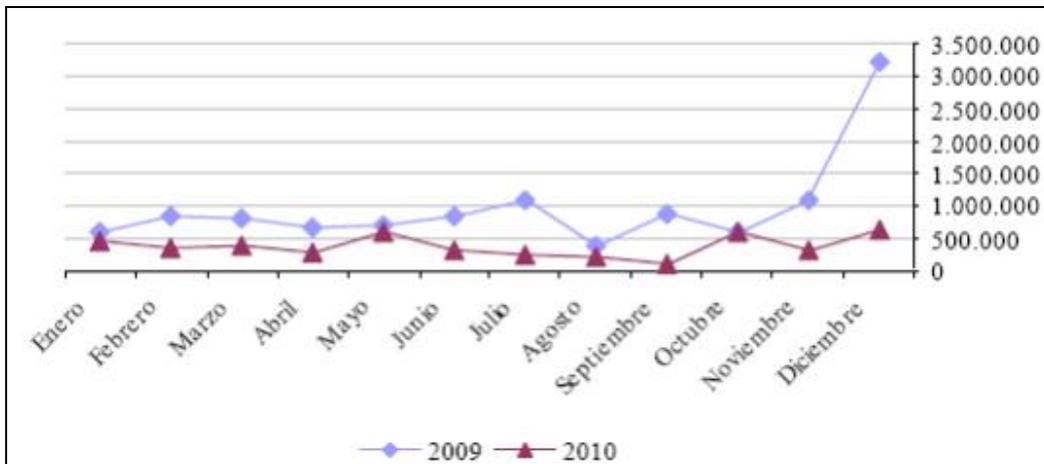


Gráfico 16: Licitación Pública del Estado Fuente: Ministerio Fomento

En cuanto a la licitación pública de los entes territoriales, el valor asciende a 17.356,9 millones de euros, lo que representa el 79,04% del total, respecto al mismo periodo del año anterior supone una disminución del 26,08%. De ellos 8.570,9 millones han sido de las Comunidades Autónomas, 1.048,7 millones de las Diputaciones, 398,4 millones de los Cabildos y Consejos insulares y, por último, 7.338,8 millones de los Ayuntamientos.

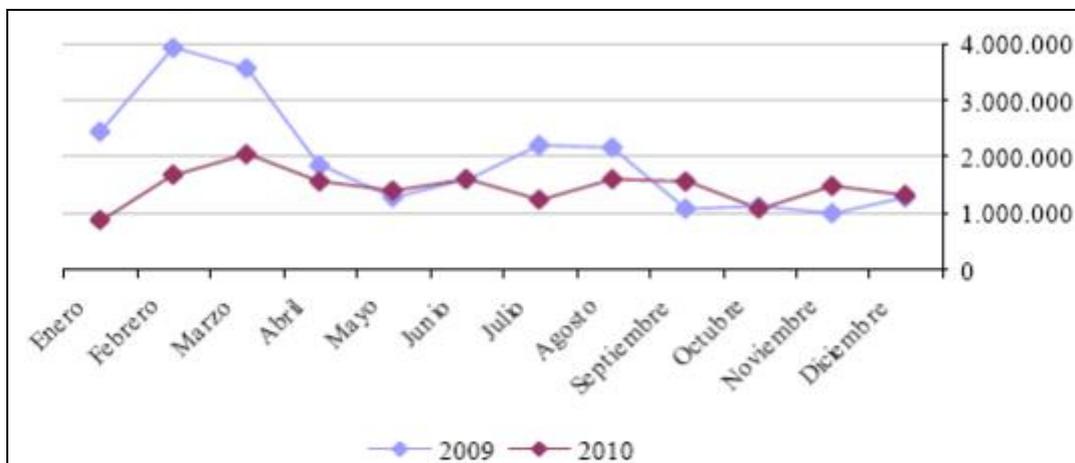


Gráfico 17: Licitación Pública de los Entes Territoriales Fuente: Ministerio Fomento

Licitación pública por agente contratante. Miles de euros.			
Agente contratante	2008	2009	Variación interanual
Estado	11.674.305	4.502.172	-61,44%
Fomento	9.379.239	3.346.706	-64,32%
Medio Ambiente	1.047.094	758.008	-27,61%
Educación	19.198	9.924	-48,31%
Resto	1.228.774	387.534	-68,46%
Entes Territoriales	23.481.847	17.356.890	-26,08%
Comunidades Autónomas	10.530.980	8.570.898	-18,61%
Diputaciones	1.369.264	1.048.698	-23,41%
Cabildos y Consejos Insulares	283.085	398.442	40,75%
Ayuntamientos	11.298.518	7.338.852	-35,05%
Seguridad Social	197.918	101.446	-48,74%
Total	35.354.070	21.960.508	-37,88%

Tabla 7: Licitación Pública por Agente contratante Fuente: Ministerio Fomento

Índice del coste de la construcción

Según los datos del Ministerio de Fomento, el índice de costes del sector de la construcción una vez finalizado el año ha registrado un valor de 123,39, siendo la media de los doce meses de 121,9 puntos, lo que supone un incremento de 2,4 puntos respecto a la media del año anterior (119,5 puntos en 2009).

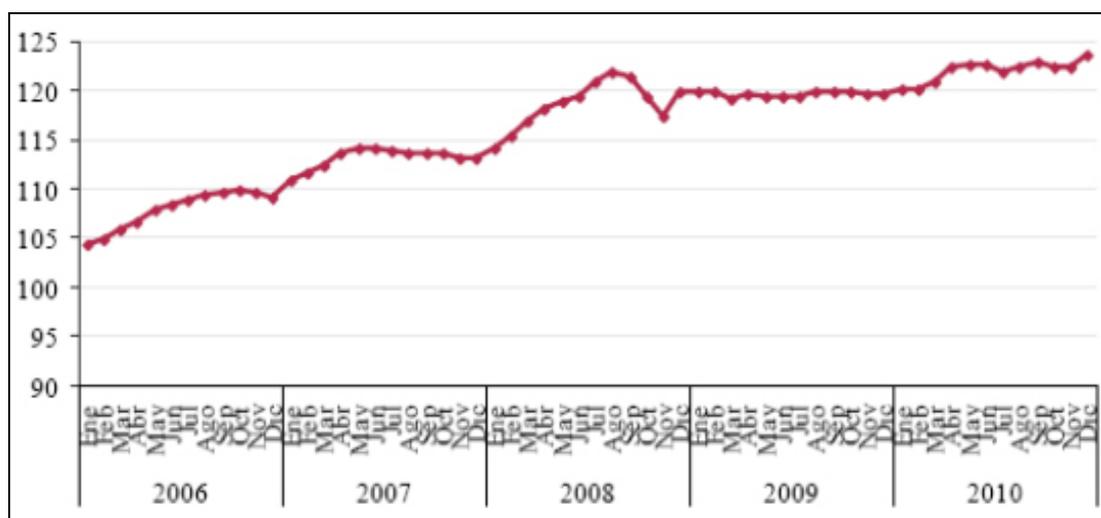


Gráfico 18: Evolución de los Índices de Costes de la Construcción Fuente: Ministerio de Fomento

Ocupados en el sector de la construcción

El número de personas ocupadas en el sector de la construcción, según los datos de la Encuesta de Población Activa que publica el Instituto Nacional de Estadística, se ha situado durante el cuarto trimestre de 2010 en 1.572.500 personas en el territorio nacional. Este dato supone una tasa de variación interanual negativa del 12,8%.

Respecto al dato del trimestre anterior supone una reducción en términos netos de 95.600 personas ocupadas en el sector.

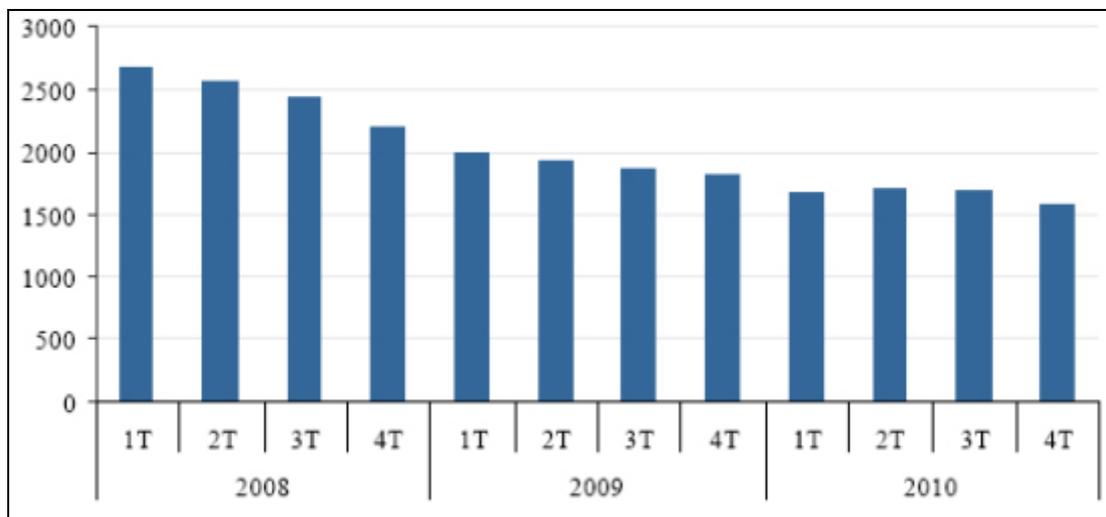


Gráfico 19: Ocupados del Sector de la Construcción Fuente: INE. CNAE-09

Mercado laboral

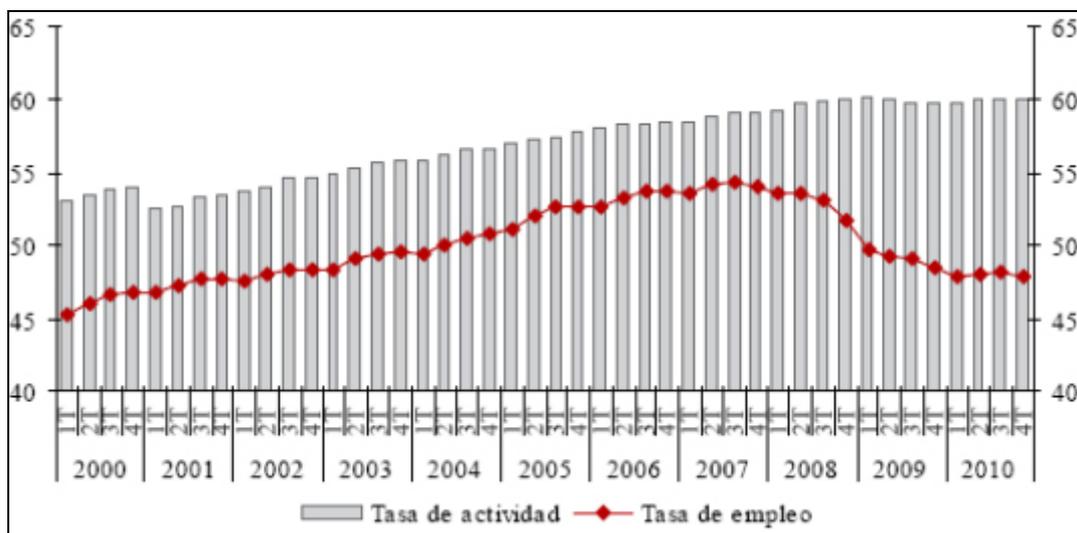


Gráfico 20: Tasa de Empleo en relación con la Tasa de actividad en Construcción Fuente: INE

Durante el cuarto trimestre del año, la tasa de empleo y la actividad se han situado en un 47,8% y un 59,99% respectivamente. Respecto al trimestre anterior, la tasa de empleo disminuye en 0,39 puntos y la de actividad en 0,09 puntos.

Por su parte, la tasa de paro en España, aumenta ligeramente (0,54 puntos) respecto al tercer trimestre, hasta alcanzar el 20,33%. La industria española arroja una cifra de 491.638 desempleados en el mes de diciembre de 2010, de los cuales 84.221 corresponden a la industria de fabricantes de materiales de Construcción.

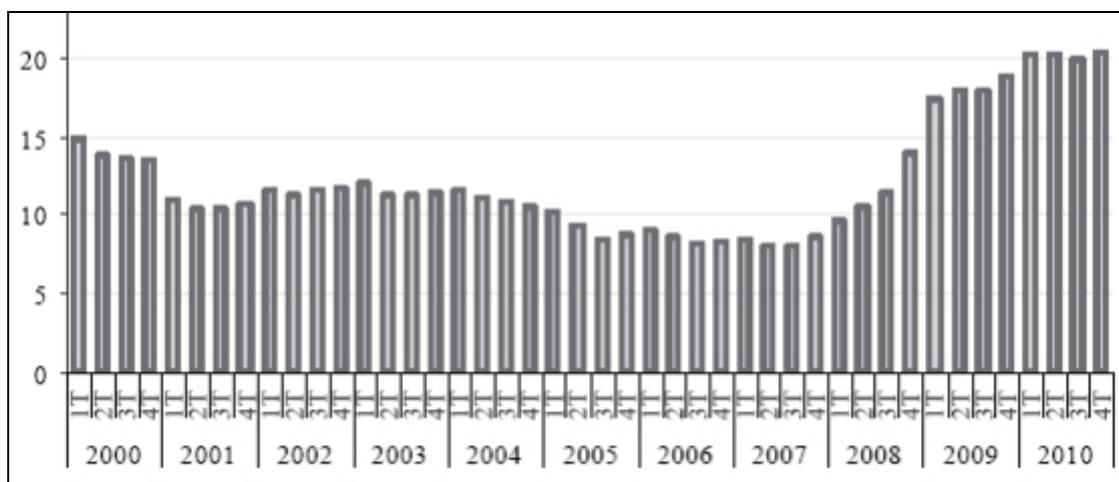


Gráfico 21: Tasa de Paro Fuente: INE

Estas cifras representan un descenso del 6% respecto al mismo periodo del año anterior, 5.955 parados menos. No obstante, es relevante la pérdida de empleo en el sector, tal y como puede apreciarse en la siguiente tabla:

Pérdida de Empleo Fabricantes Productos de Construcción		
	Población Activa CEPCO	Tasa de Paro
1T 2008	567.380	6,87%
2T 2008	559.999	7,36%
3T 2008	553.839	8,25%
4T 2008	519.913	10,87%
1T 2009	482.523	15,89%
2T 2009	441.249	20,12%
3T 2009	442.156	20,54%
4T 2009	409.799	21,45%
1T 2010	390.341	23,98%
2T 2010	395.941	22,39%
3T 2010	394.041	21,26%
4T 2010	392.251	21,19%

Tabla 8: Pérdida de Empleo de Fabricantes de productos de la Construcción Fuente: CEPCO

2.3.1.3 Previsiones futuras

España tiene ante sí un periodo que va a estar marcado por las forzosas medidas de ajuste económico, por los altos niveles de desempleo y por un sector de la construcción todavía noqueado por los excesos de oferta de vivienda y por el severo recorte de la obra pública. En ese contexto, el 2011 será el cuarto año consecutivo de contracción del sector (-13,6%). La tendencia negativa perderá intensidad hacia 2012 (-2,3%) y 2013 (+1,3%) en tanto que podría estar próximo el punto de equilibrio en el que el sector de la construcción alcance unos niveles de producción proporcionados a la situación objetiva del país.

Por parte de la edificación residencial de nueva planta habrán pocas novedades, la cual sigue sin notar ningún alivio por parte de los numerosos factores negativos que causaron su entrada en el inicio de la crisis hace cuatro años, un stock edificado en gran parte a espaldas de la demanda, unos precios demasiado poco flexibles (fruto de haber construido con costes irrealistas) y un elevado endeudamiento de promotores y constructores. La promoción privada de nueva vivienda acaba el 2010 virtualmente paralizada a mínimos históricos lo cual hace improbable que se produzcan descensos de producción de la dimensión de los sufridos los últimos años. La

contracción de la vivienda pública podría sin embargo hacer mella en la previsión de 2011 (-3%). Para 2012 y 2013 no se descarta una pequeña reactivación de la actividad. Se advierte que, sobre la base de un mercado contraído a su mínima expresión, incluso en discreto avance en términos de número de viviendas puede traducirse en notables tasas de crecimiento, de ahí que pueda ser compatible el tibio panorama descrito con previsiones en la banda del 6 al 8%.

Los promotores dedicados a la edificación no residencial en España han adoptado el mismo perfil altamente conservador que predomina en el resto de Europa. Así, la sequía de proyectos redactados y gestionados durante 2010 deja poco margen de duda al respecto de lo recesivo que se presenta 2011 (-21%). Además, pese a que en un principio no se contaba con que durante los últimos años se hubiese formado un stock no residencial que taponase el mercado como en el caso de la vivienda, finalmente sí que empiezan a aparecer síntomas de exceso de oferta, principalmente en el caso concreto de las oficinas. Si a ello le sumamos las dificultades del sector industria, más la debilidad del consumo privado que enfría la inversión comercial, resulta prematuro esperar que se produzca un cambio de signo ya en el 2012 (-5,5%).

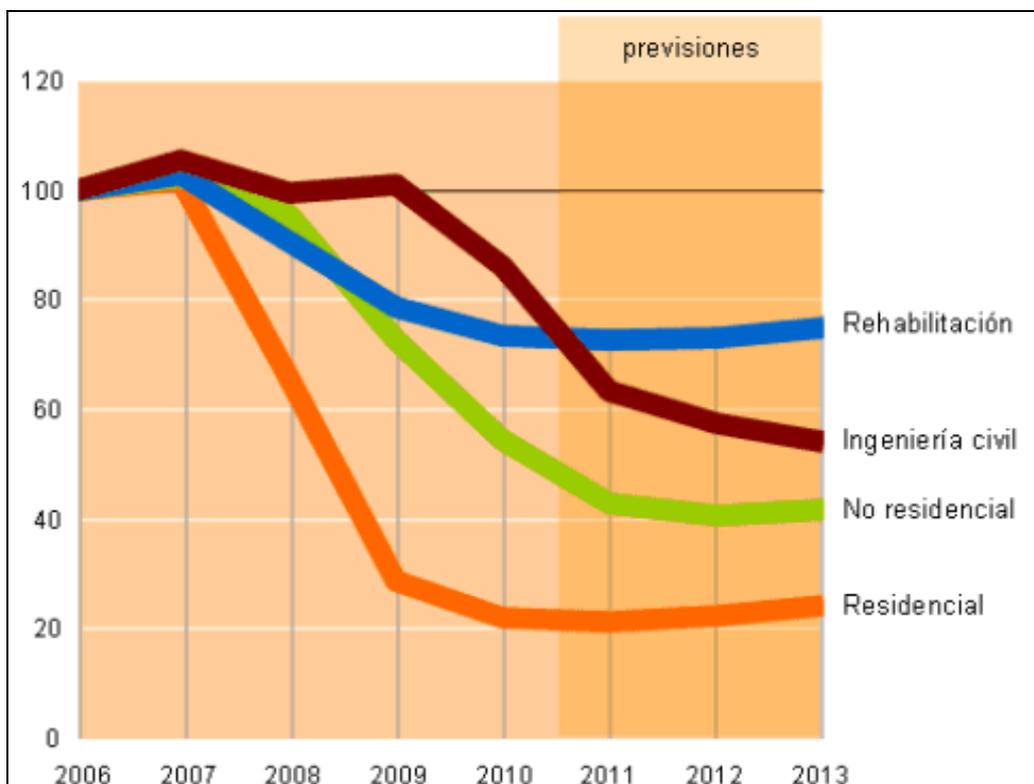


Gráfico 22: Evolución de los distintos subsectores en el mercado español. Fuente: ITeC – Euroconstruct



Del gráfico anterior se destaca que la Ingeniería Civil ha sido la principal víctima de las medidas de contención del déficit. La caída en la inversión estatal ha causado un notorio retroceso de la producción en el 2010 (-16,5%), si bien el grueso del reajuste se está haciendo sentir en el 2011 (-29%). El proceso de ajuste presupuestario se traslada ahora a escala territorial, cosa que empeora la perspectiva del 2012 (-4%). El programa de inversión público-privada no está cumpliendo las expectativas en términos de calendario y se extienden las dudas con respecto a si las cumplirá o no en términos de volumen.

Sin embargo, según la noticia que publicó Europa Press el pasado 23 de Abril basada en una entrevista a parte del equipo de Deloitte, las previsiones de futuro vuelven a ser positivas. Ciertos signos del mercado empiezan a mostrar que el ladrillo se está recuperando poco a poco. La reciente subida del número de hipotecas constituidas y el aumento de las ventas de pisos en febrero ya son por lo pronto dos estadísticas que constatan las primeras señales de la reactivación del sector inmobiliario. Desde Deloitte auguran que el sector de la construcción tocará fondo entre 2011 y 2012 y empezará a reanimarse, según confirmó su presidente, Jesús Tejel, durante la presentación en Valencia del informe 'Perspectivas del sector de la construcción'. Asimismo, puntualizó que cada división del mercado tendrá su ritmo de recuperación. En concreto, el socio de la consultora Alejandro Requena señaló como "complicado" el mercado residencial de viviendas.

Requena aseguró que aunque "existe demanda" en el sector de la edificación, todavía lastra el excedente de viviendas que tendrá un salida difícil en los próximos años. La situación económica y financiera actual de España mantendrá el 'grifo' del crédito con restricciones hasta 2011, según apuntó Requena. No obstante, las limitaciones en la concesión de financiación provocarán que aumente la "presión competitiva" y ayudará reformular las viejas fórmulas del mercado del ladrillo. En esta coyuntura, contará más "gestión de la caja, gestión de los costes y confianza".

2.4 Laboratorios de control de Edificación sobre Hormigón y Acero con la situación del Sector en la actualidad

2.4.1 A qué se dedican los Laboratorios de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación

Los Laboratorios de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación son agentes reconocidos, por el artículo 14 de la Ley de Ordenación de la Edificación, para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Para el ejercicio de su actividad en todo el territorio español será suficiente con la presentación de una Declaración responsable

por cada uno de los establecimientos físicos desde los que presta sus servicios en la que se declare que estos cumplen con los requisitos técnicos exigidos reglamentariamente, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma que corresponda según el proyecto.

Con Declaración responsable nos referimos al documento suscrito por el titular del LECCE o su representante legal, en el que manifiesta, bajo su responsabilidad, que:

Cumple con los requisitos establecidos en la normativa vigente para el ejercicio de la actividad,

Dispone de la documentación que así lo acredita y

Se compromete a mantener su cumplimiento durante el periodo que mantenga su actividad como laboratorio de ensayos para el control de calidad de la edificación para la realización de los ensayos y pruebas de servicio para los que declara cumplir los requisitos exigibles.



Imagen 1: Laboratorio de Ensayo para el Control de Calidad de la Edificación Fuente: Web Oficial Laboratorio INCIVSA

Una vez se reciba la Declaración responsable junto con la relación de ensayos y pruebas de servicios de un laboratorio, la Dirección General de la Vivienda lo comunica de oficio al Ministerio competente en materia de vivienda, junto con los datos precisos para su inscripción en el Registro General del CTE.

Para generar la confianza necesaria en un sector con las características y exigencias como son las de la Construcción, la acreditación se muestra como una herramienta fundamental, ya que es el mecanismo establecido internacionalmente para garantizar la competencia técnica de los denominados Organismos de Evaluación de la Conformidad (laboratorios de ensayo, laboratorios de calibración, entidades de inspección y de certificación y verificadores), dichos organismos son los que han de demostrar a la Sociedad (Autoridades, empresas y



Imagen 2: Logotipo de la Entidad Nacional de Acreditación Fuente: Web Oficial ENAC

consumidores en general) que los productos y servicios puestos a su disposición son conformes con ciertos requisitos relacionados generalmente con su Calidad y Seguridad, requisitos que pueden estar establecidos por ley y tener por tanto carácter reglamentario, o mediante Normas, especificaciones u otros documentos de carácter voluntario. Para lograr esa confianza y credibilidad es preciso establecer un mecanismo independiente, riguroso y global que garantice su competencia técnica y su sujeción a normas de carácter internacional. Y eso es exactamente en lo que consiste la acreditación, actividad que en España lleva a cabo la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC).

Prácticamente desde sus inicios la acreditación de ENAC ha estado presente en el sector de la construcción. En estos veinte años el número y variedad de las actividades y servicios acreditados no ha hecho más que aumentar. La acreditación de ENAC garantiza la competencia técnica y ofrece la confianza necesaria al poner a disposición del mercado un proceso de evaluación único, transparente y reproducible, aceptado nacional e internacionalmente.

La seguridad y la calidad de la construcción tienen una gran incidencia social. Las carencias o defectos pueden afectar a la vida de los ciudadanos, más directamente en el caso de la vivienda, o indirectamente en el caso de la obra pública, tanto por el coste económico que comportan como por el coste social que suponen las molestias y perturbaciones por las necesarias operaciones de reparación o restitución de las condiciones funcionales. Además, a ello se debe



sumar el creciente compromiso con los aspectos medioambientales, que hace de la sostenibilidad una necesidad y una exigencia cada vez más presente en nuestra sociedad.

Hoy día, la acreditación interviene en la práctica totalidad de los sectores económicos: Industria, Fomento, Agricultura, Medioambiente, Sanidad, Servicios, etc. Entre ellos y, como una de las apuestas más fuertes se encuentra el Sector de la Construcción.

Como ya se avanzaba en el apartado dedicado a los ensayos de Hormigón y de Acero, las características de los materiales que se incorporan a las obras constituye un factor básico no sólo para la seguridad y la calidad final de lo construido, sino para el propio proceso constructivo, y por tanto una garantía para los distintos agentes del sector como promotores, proyectistas, constructores y principalmente para el usuario final.

De conformidad con el artículo 5 del Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad, para un mejor seguimiento de los sistemas de calidad implantados en los laboratorios, se posibilita al órgano competente para que pueda comprobar, verificar e investigar los resultados de la asistencia técnica, así como inspeccionar sus instalaciones y los hechos, actos, elementos, actividades, estimaciones y demás circunstancias que se produzcan. Por tanto, para la plena efectividad y seguridad del sistema, se establece un régimen de inspección sobre las condiciones definidas en este Real Decreto, al cual se tienen que someter los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación con el fin de acreditar el principio de calidad de los servicios que prestan.

En caso de incumplir con lo exigido, se podrá determinar la imposibilidad de continuar con el ejercicio de la actividad afectada y la resolución del órgano competente que declare tales circunstancias será con los efectos previstos en la normativa vigente de aplicación.

Actualmente son aproximadamente 115 los Laboratorios de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación a nivel nacional que cuentan con acreditación para realizar las distintas pruebas y análisis (composición, resistencia, estabilidad, permeabilidad, aislamiento, comportamiento al fuego,...) que permiten establecer las prestaciones físicas, químicas, mecánicas, térmicas, acústicas, medioambientales, estéticas, de durabilidad y de confort de los productos, sistemas y componentes constructivos. Según el Anejo II del Real Decreto 488/2010, de 23 de Abril, donde se publica un listado de los Laboratorios de la Comunidad Valenciana acreditados, En la Comunidad Valenciana contamos con prácticamente el 33% de la totalidad de

los Laboratorios de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación de España, es decir, alrededor de 38 Laboratorios. Aunque el trabajo de campo se ha centrado en los Ensayos de Hormigón y Acero, estas pruebas se realizan sobre una gran variedad de materiales y productos:

- Aceros para armaduras
- Adhesivos para baldosas cerámicas
- Adiciones al hormigón
- Aditivos para hormigones
- Adoquines de hormigón
- Aguas
- Áridos
- Baldosas de cemento
- Bloques de hormigón
- Bordillos prefabricados de hormigón
- Cales
- Cementos
- Hormigones
- Medios de protección colectiva
- Morteros
- Piedra aglomerada
- Piedra natural
- Pirotecnia
- Prefabricados de hormigón
- Tubos de hormigón
- Varios
- Yesos, escayolas y sus prefabricados

2.4.2 Cómo se han visto afectados los Laboratorios de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación con la crisis financiera.

Con el apartado anterior, se hace plausible la relación que existe entre el Sector de la Construcción y los Laboratorios de ensayos de materiales. Por ello, es evidente que estos

laboratorios han sufrido la crisis financiera al mismo nivel que el resto de subsectores de la construcción. Hay un matiz a tener en cuenta respecto a estos laboratorios, y es que algunos de los laboratorios visitados para la realización del estudio, durante los primeros años de la crisis económica en lugar de realizar ensayos de aquellas obras que más convenía relativas al precio de venta del informe, comenzaron a realizar los ensayos para Obra Pública, que durante esos primeros años todavía se podía considerar un buen mercado.

Índice de precios de materiales de construcción

En general, a lo largo de la crisis económica del país, los precios han ido disminuyendo, sobretodo, aquellos precios de los elementos relativos al sector más afectado por la misma, es decir, la construcción. Por ello el siguiente gráfico muestra de un modo muy resumido los principales materiales utilizados en construcción y la variación del precio que han sufrido desde el año 2006.

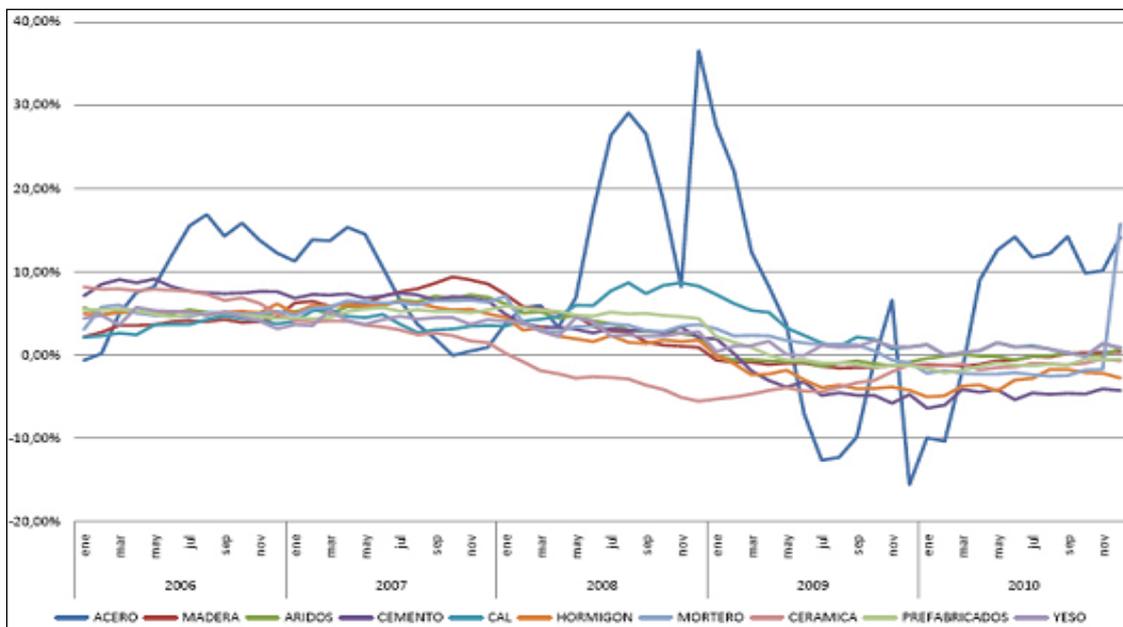


Gráfico 21: Índice de precios materiales de construcción. % Variación interanual Fuente: Ministerio de Fomento

El índice de precios de materiales de construcción ha mejorado de manera considerable respecto al trimestre anterior, en el que la mitad de los productos presentaban tasas de variación negativas y el resto cercanas a cero. En cambio, en el mes de diciembre la mayoría de los productos presentaban tasas de variación positivas, siendo especialmente destacable la del acero (14,15%) y la del mortero (15,74). En referencia al Hormigón se observa como a lo largo de los



años que en el gráfico se muestran ha ido disminuyendo considerablemente, teniendo su punto mínimo en Enero de 2010, aproximadamente cuando se tomaron los datos del análisis que se estudia en este Trabajo Final de Carrera. Sin embargo, parece que la tendencia es alcista y que a partir de este punto han comenzado a subir.

2.5 Estudio normativa.

2.5.1 Resumen normativa relacionada con el Ensayo de Hormigón

Artículo 86º. Control De Hormigón del EHE-08.

Toma de muestra (86.2. del EHE-08):

Se realizará de acuerdo con lo indicado en UNE EN 12.350-1(2006)

Se hace un acta de la toma

Realización de ensayos (86.3. del EHE-08):

7 días (recomendable)

28 días (obligatorio)

86.3.2. Ensayos de resistencia del hormigón (Fabricación y curado de probetas).

Las probetas fabricadas y curadas según UNE-EN 12.390-2 (2003).

Todos los métodos de cálculo y las especificaciones de esta instrucción se refieren a características del hormigón endurecido obtenidas mediante ensayos sobre probetas cilíndricas de 15x30cm. No obstante, para la determinación de la resistencia a compresión podrán emplearse también:

- Probetas cúbicas de 15 cm de arista, o
- Probetas cúbicas de 10 cm de arista

Ver tablas 86.3.2.a Coeficiente de conversión y 86.3.2.b, periodo máximo de permanencia de las probetas en obra.

La resistencia a compresión se efectuará según UNE EN 12390-3 (2003). Refrentado de caras. Una vez fabricadas las probetas, se mantendrán en el molde, convenientemente protegidas, durante al menos 13 horas y nunca más de tres días. Durante su permanencia en la obra no

deberán ser golpeadas ni movidas de su posición y se mantendrán a resguardo del viento y del asoleo directo.

UNE-EN 12.350-1 (2006). Ensayos de Hormigón fresco. Parte 1: Toma de muestras.

Aparatos necesarios

- 1.- Cogedor, fabricado con materiales no absorbentes ni fácilmente atacables por la pasta de cemento.
- 2.- Uno o más recipientes fabricados con materiales no absorbentes ni fácilmente atacables por la pasta de cemento.
- 3.- Termómetro (optativo), para medir la temperatura del hormigón fresco con una exactitud de $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Plan de muestreo

Será necesario decidir qué tipo de muestreo se debe realizar, muestreo puntual o compuesto. Se toman al menos 1,5 veces la cantidad que se estima necesaria para los ensayos.

Obtención de una muestra compuesta

Antes del uso se limpian todos los aparatos. Se usa el cogedor para tomar el número necesario de porciones individuales, uniformemente distribuidas a lo largo de la amasada de forma que representen el chorro. Se depositan las porciones en los recipientes. Se registra fecha y hora del muestreo.

Obtención de una muestra puntual

Antes del uso se limpian todos los aparatos. Se usa el cogedor para realizar la toma de porción de la parte requerida de la amasada o masa de hormigón. Se registra fecha y hora del muestreo.

Medición de la temperatura de la muestra

Si se requiere, debe medirse la temperatura del hormigón en el recipiente.

Transporte, manipulación y cuidado de la muestra

Durante todas las etapas, proteger la muestra de hormigón fresco en contra la contaminación, ganancia o pérdida de agua y variaciones de temperatura extremas. Al extraer el hormigón del

recipiente debe realizarse de forma que no quede más que una fina capa de mortero adherida a las paredes del mismo.

Informe de la toma de muestras

Debe incluir:

- a) Identificación de la muestra
- b) Tipo de muestreo
- c) Descripción de donde se tomó la muestra.
- d) Fecha y hora del muestreo.
- e) Cualquier desviación del método normalizado de muestreo
- f) Una declaración de la persona responsable.

Adicionalmente puede incluir:

- g) Condiciones ambientales y climatológicas
- h) Temperatura de la muestra de hormigón.

UNE-EN 12.390-3 (2003). Ensayos de Hormigón Fresco. Parte 2: Ensayo de Asentamiento.

Objeto y campo de aplicación

Método para determinar la consistencia de un hormigón fresco.

El ensayo de asentamiento es sensible a los cambios de la consistencia de un hormigón cuando la medida de asentamiento se sitúa entre 10mm y 200 mm. Más allá de estos valores extremos del asentamiento puede ser inadecuada y debería considerarse otros métodos de medida.

Fundamento

El hormigón fresco se compacta en un molde con forma de tronco de cono. Cuando el molde se saca, levantándolo en dirección vertical, el descenso producido por el asiento del hormigón da una medida de su consistencia.

Aparatos

- Molde para conformar la probeta de ensayo, fabricado en metal, con forma de tronco, conocido como Cono de Abrahams.

- Barra compactadora, de sección transversal circular, recta, fabricada con acero, con un diámetro de 16 +/- 1 mm y de 600 +/- 5 mm de longitud, y con los extremos redondeados.

- Tolva de llenado (opcional), fabricada con material no absorbente y no fácilmente atacable por la pasta de cemento y provista con un collarín que le permita acoplarse a la parte superior del molde.

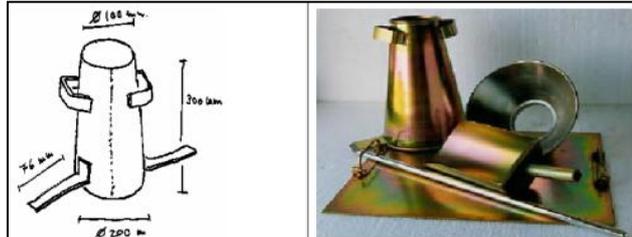


Imagen 3: Molde para conformar la probeta de ensayo
Fuente: Normativa UNE-EN 12.390-3 (2003)

- Regla, graduada desde 0 mm a 300 mm, con divisiones no superiores a 5mm.
- Bandeja/chapa de base, una placa rígida, plana, no absorbente, u otra superficie para colocar el molde.
- Recipiente reamasado, una bandeja plana de construcción rígida y fabricada con materiales no absorbentes ni fácilmente atacables por la pasta del cemento.
- Pala con boca cuadrada
- Trapo húmedo
- Cogedor, de 100 mm de ancho aproximadamente.
- Cronómetro o reloj que permita la apreciación de 1 segundo.

Muestra de ensayo

La muestra debe obtener homogeneizarse utilizando el recipiente de reamasado y la pala antes de realizar el ensayo.

Procedimiento

Se humedece el molde y la bandeja base y se coloca el molde sobre dicha bandeja en una superficie horizontal. Se llena el molde en tres capas, de modo que cada una de las capas ocupe un tercio del molde. Se compacta cada capa con 25 golpes con la barra compactadora.

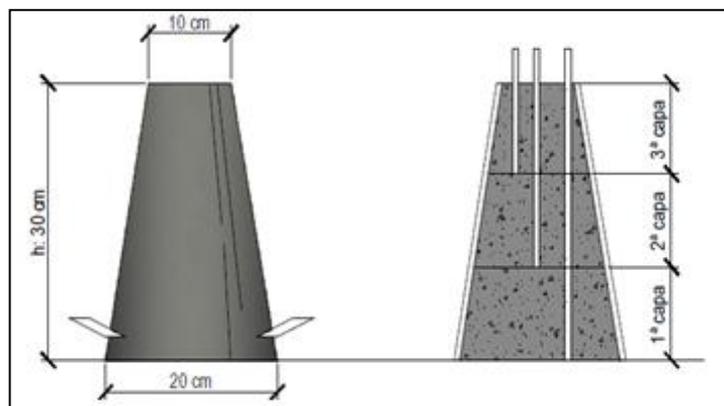


Imagen 4: Barra compactadora Fuente: Normativa UNE-EN

Se retira el molde, dicha operación debe realizarse entre 5 y 10 segundos. Debe realizarse de forma uniforme y sin causar ningún movimiento lateral o de torsión al hormigón.

Inmediatamente después de retirar el molde se mide y registra el asentamiento (h).

Resultado del ensayo:

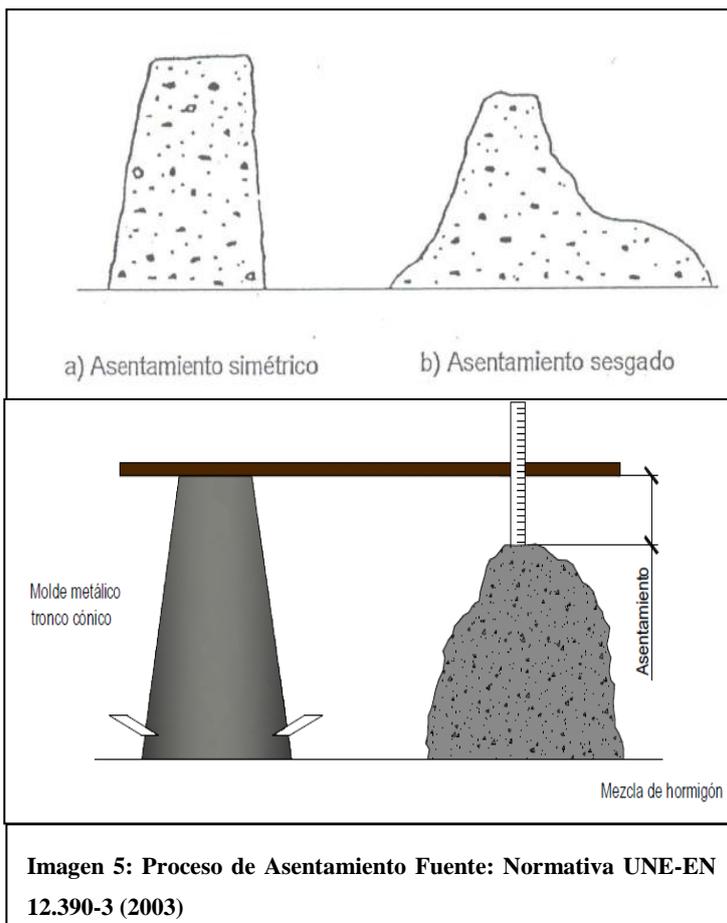


Imagen 5: Proceso de Asentamiento Fuente: Normativa UNE-EN 12.390-3 (2003)

El ensayo sólo es válido si se produce un correcto asentamiento de la masa de hormigón.

Si se produce una caída lateral de la muestra se debe tomar otra muestra de hormigón y repetir todo el procedimiento.

Si dos ensayos consecutivos muestran que una parte del hormigón se desprende de la masa de la probeta el hormigón carece de las propiedades adecuadas para que el asentamiento sea el correcto.

Se registra el asentamiento válido (h), redondeado a los 10 mm.

Informe del ensayo:

El informe debe incluir:

- Identificación de la muestra.
- Lugar de realización del ensayo.
- Fecha del ensayo
- Tipo de asentamiento –simétrico/sesgado
- Asentamiento válido medido, redondeado a los 10 mm.
- Cualquier desviación del método normalizado de ensayo

- g) Una declaración de la persona técnicamente responsable de que el ensayo se ha realizado de acuerdo a la norma, excepto f

El informe puede incluir de forma adicional:

- h) Temperatura de la muestra de hormigón en el momento del ensayo.
i) Hora de ensayo.

UNE-EN 12.390-2 (2003). Ensayos de Hormigón Endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.

Objeto y campo de aplicación

Método para la fabricación y el curado de probetas destinadas a la realización de ensayos de resistencia.

Aparatos necesarios

- Moldes, conforme a la norma EN 12390-1 (2003).
- Tolva de llenado opcional.
- Medios de compactación del hormigón:
- Aguja vibrante.
- Mesa vibrante
- Barra compactadora (ellos indicaron sólo esta, aunque la norma admite 4).
- Maza para compactar.
- Cogedor, de 100 mm de ancho aproximadamente.
- Dos llanas de acero o fratas.
- Recipiente reamasado, una bandeja plana de construcción rígida y fabricada con materiales no absorbentes ni fácilmente atacables por la pasta del cemento.
- Pala con la boca cuadrada.
- Material de desencofrado no reactivo.
- Mazo.

Toma de muestra

Se obtendrá de acuerdo a la norma EN 12.350-1 (2003).

La muestra será homogeneizada, utilizando el recipiente de reamasado y la pala con la boca cuadrada, antes del llenado de los moldes.

Procedimiento

1. Preparación y llenado de los moldes:

Cubrir la parte interior del molde con una película de desencofrante no reactivo, por capas.

Las probetas serán compactadas en un mínimo de dos capas, ninguna de espesor superior a 100mm.

2. Compactación del hormigón:

La compactación se efectuará inmediatamente después del vertido del hormigón en el molde.

Cada capa será compactada por uno de los siguientes métodos:

- a) Compactación por aguja vibrante
- b) Compactación con mesa vibrante
- c) Compactación manual

El hormigón que sobre se elimina utilizando las dos llanas mediante una acción de vaivén y posterior nivelación.

3. Nivelación de la superficie:

Se nivela la superficie utilizando una tolva de llenado que será retirada nada más concluir la compactación.

4. Marcado:

Las probetas se marcarán de forma clara y duradera, sin dañarlas.

Las anotaciones efectuadas se conservarán a fin de asegurar la trazabilidad de la muestra desde la toma hasta el ensayo.

5. Curado de las probetas de ensayo:

Las probetas se mantendrán en el molde al menos 16 horas, pero no más de 3 días protegidas de impactos vibraciones y deshidratación a una temperatura de 20°C +/- 5°C.

Después de retirar las probetas de los moldes, curarlas hasta inmediatamente antes del ensayo, bien en agua a temperatura de 20°C +/- 2°C, o en una cámara a 20°C +/- 2°C y a una humedad relativa $\geq 95\%$.

No es fácil el mantenimiento y medida de una humedad tan alta, deben realizarse inspecciones frecuentes para comprobar que las superficies de las probetas están permanentemente húmedas. (Las sondas deben ser blindadas y esto supone más coste tenerlo en cuenta).

6. Transporte de las probetas de ensayo:

Se evitarán las pérdidas de humedad y las desviaciones de la temperatura exigidas en todas las etapas del transporte, por ejemplo, empaquetando las probetas de hormigón endurecido en arena, serrín o trapos húmedos, o sellándolas en bolsas de plástico conteniendo agua.

Informe

Debe incluir:

- a) Identificación de la muestra
- b) Fecha y hora de realización de la probeta.
- c) Detalles de la conservación de las probetas antes del desmoldado, incluyendo duración y condiciones.
- d) Método de curado de las probetas después del desmoldado, duración del transporte (si procede), intervalo de temperaturas y duración del curado.
- e) Cualquier desviación del método normalizado.
- f) Una declaración de la persona responsable. De que las probetas se han realizado de acuerdo con esta norma.

Adicionalmente puede incluir:

- g) Temperatura del hormigón reamasado.
- h) Método de compactación y número de golpes si se ha usado compactación manual.
- i) Condiciones en las que se encontraban las probetas al recibirlas para comenzar el curado (si procede).

UNE-EN 12.390-3 (2003). Ensayos de Hormigón Endurecido. Parte 3:

Determinación de la resistencia a compresión de probetas.

Objeto y campo de aplicación

Método para la determinación de la resistencia a compresión.

Fundamento

Las probetas se comprimen hasta rotura en una máquina de ensayo de compresión conforme a la Norma EN 12390-4 (2003). Se registra la máxima carga alcanzada por la probeta y se calcula la resistencia a compresión del hormigón.

Aparatos

Máquina de ensayo a compresión conforme a la Norma EN 12390-4 (2003).

Probetas de ensayo

1. Especificaciones:

Las probetas deben ser cúbicas, cilíndricas o testigos que cumplan las especificaciones de las Normas EN 12.350-1 (2006), EN 12.390-1 (2003), EN 12.390-2 (2003) ó EN 12.504-1 (2009). Si no cumplen se podrán ensayar de acuerdo al anexo B.

Ajuste de las probetas de ensayo:

En general, cuando sea necesario reducir las dimensiones de la probeta, deben rectificarse o serrarse. Las superficies destinadas a cargarse, deben ser preparadas por pulido o por refrentado. Los marcados en negrita parece que son los más utilizados. Se basa en el Anexo A de esta norma.

- **Pulido: ilimitado:** Las probetas curadas en agua deben sacarse de la misma, para el pulido durante no más de 1 hora y deben volverse a introducir en agua durante al menos una hora antes de volver a pulirlas o a ensayarlas.
- **Mortero de cemento** con alto contenido en Aluminio: hasta 50 MPa. (Refrentado). El material de refrentar debe consistir en un mortero compuesto de tres partes en peso de cemento con alto contenido en alumina, más una parte en peso de arena fina...
- **Mezcla de azufre: hasta 50 MPA (Refrentado mortero de azufre).** Más de 5 mm de grosor. El material de refrentado puede consistir de una mezcla compuesta en partes iguales en peso de azufre y arena silíceo fina. Puede añadirse una pequeña proporción de negro de humo (hasta el 2%). Calentar la mezcla (utilizar recipientes controlados termostáticamente). Se debe utilizar un sistema de extracción de los vapores de azufre que son más pesados que el aire. Se utiliza aceite mineral como desmoldante de los platos. Esperar 30 minutos antes de ensayar.

- Refrentador (caja de arena) : ilimitado. Usar arena fina. Aparatos a utilizar (cajas de acero, marco de colocación, sistema de aire comprimido, frasco para contener la parafina, plato caliente, recipiente calibrado, cera de parafina) , este debe ser el método más caro...

Procedimiento para ensayar probetas con dimensiones que están fuera de las tolerancias de las dimensiones normalizadas en la NORMA UNE-EN 12.390-1 (2003).

Se deben utilizar calibres o reglas capaces de medir las dimensiones de las probetas con una exactitud del 0,5% de la dimensión.

Se basa en el Anexo B de esta norma.

Procedimiento

1. Preparación y posicionamiento de las probetas:

Se seca el exceso de humedad de la superficie de la probeta antes de ponerla en la máquina de ensayos.

Se secan los platos de carga de la máquina debiendo eliminarse rastros. Tener en cuenta que para que estén bien las probetas a veces hay que planificar las caras previamente.

2. Carga

Se selecciona una velocidad de carga constante dentro del rango.

Se registra la carga máxima indicada.

3. Valoración del tipo de rotura:

Se pueden dar roturas satisfactorias o no satisfactorias, a veces cuando no es satisfactoria no hay más para ensayar.

Expresión de los resultados

La resistencia a compresión debe expresarse redondeándolas al 0,5 MPa (N/mm²) más cercano.

Informe del ensayo:

El informe debe incluir:

- a) Identificación de la probeta.
- b) Dimensiones normalizadas de la probeta o si es de mayor tamaño (dimensiones reales, entonces ensayas de acuerdo a ANEXO B).

- c) Condiciones de la superficie de la probeta en el momento del ensayo.
- d) Detalles del ajuste de las caras por pulido/refrentado (si procede);
- e) Fecha del ensayo
- f) Carga máxima de rotura en Kilonewtons
- g) Resistencia a compresión de la probeta en Megapascales.
- h) Rotura no satisfactoria (si procede) y tipo más cercano de rotura no satisfactoria.
- i) Cualquier desviación del método normalizado de ensayo
- j) Una declaración de la persona técnicamente responsable de que el ensayo se ha realizado de acuerdo a la norma, excepto i

El informe puede incluir de forma adicional:

- k) Masa de la probeta
- l) Densidad aparente de la probeta
- m) Condiciones de la probeta en la recepción
- n) Condiciones de curado desde la recepción.
- o) Hora de ensayo (si procede)
- p) Edad de la probeta en el momento del ensayo.

UNE-EN 12.390-4 (2003). Ensayos de Hormigón Endurecido. Parte 4: **Resistencia a compresión. Características de las máquinas de ensayo**

Objeto y campo de aplicación

Criterios para el funcionamiento de las máquinas de ensayo a compresión para el ensayo de la resistencia a compresión del hormigón.

Construcción de las máquinas

1. Platos de la máquina, platos auxiliares y bloques espaciadores

Los platos de la máquina y los auxiliares estarán fabricados con un material que no se deforme irreversiblemente cuando se utilice la máquina.

Los platos de la máquina y los auxiliares, ensayados de acuerdo con la Norma Internacional ISO 6507-1, tendrán un valor de dureza de al menos 550 HV 30.

2. Medida de la carga

Indicador de la carga: el valor más bajo verificable de cada escala de medida será menor p igual al 20% del valor máximo del rango. El sistema de indicación de carga no se verá afectado por la rotura de la máquina de ensayo.

Calibración del indicador de carga: los indicadores de carga serán verificados y deberán cumplir con los requisitos de la norma.

Repetibilidad del indicador de carga: los requisitos de la norma se aplicarán a cada escala de medida.

Exactitud del indicador de carga: Será mantenida bajo circunstancias como: fluctuaciones del voltaje principal, a una temperatura y a una humedad determinadas.

Desviación en la linealidad: si la salida en corriente continua es proporcional a la carga indicada, la desviación de la linealidad del voltaje de salida no excederá los valores indicados en esta norma.

3. Control de la carga

La máquina de ensayos a compresión estará provista de un sistema de control. El sistema de control permitirá que la máquina pueda verificarse, permitiendo también que se le aplique la carga de modo uniforme y sin fluctuaciones.

4. Transmisión de la carga

La carga transmitida será evaluada por medio del dispositivo de comprobación con bandas extensométricas o por un dispositivo equivalente.

5. Colocación de las probetas

Para asegurar un correcto posicionamiento de la probeta en relación a los ejes de carga, el plato inferior estará provisto con unas marcas que ayuden el centrado, o dispositivos que sirvan para centrar las probetas.

Calibración de la máquina

1. Características a evaluar

Hay que calibrar, la indicación de carga, la transmisión de carga, la planeidad de los platos y el control de velocidad.

2. Frecuencia de la calibración

Se realizará en una primera instalación de la máquina y el resto de calibraciones se realizarán de acuerdo a un sistema de acreditación de calidad o anualmente.

Características suministradas por el suministrador/ fabricante

El suministrador/fabricante indicara como mínimo la clase de máquina de ensayos, la resolución, la escala de medida, la descripción del indicador de medida, las dimensiones de los platos, la altura mínima y máxima entre platos, la carrera máxima del pistón y la descripción del indicador de carga máxima.

El suministrador/ fabricante deberá suministrar como mínimo las dimensiones de la máquina, el peso, los planos de cimentación, los detalles de las especificaciones eléctricas y las instrucciones detalladas del funcionamiento.

El suministrador/fabricante deberá suministrar como mínimo el programa de mantenimiento, incluyendo las exigencias para el asiento a rótula y el detalle de los aceites utilizados en los circuitos hidráulicos.

2.5.2 Resumen normativa relacionada con el Ensayo de Acero

Artículo 31º Armaduras pasivas

Generalidades

Las armaduras pasivas para el hormigón serán de acero y estarán constituidas por:

Barras corrugadas.

Mallas electrosoldadas.

Armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Los diámetros nominales de las barras corrugadas se ajustarán a la serie siguiente: 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 20 - 25 - 32 y 40 mm.

Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados en las mallas electrosoldadas se ajustarán a la serie siguiente: 5 - 5,5 - 6 - 6,5 - 7 - 7,5 - 8 - 8,5 - 9 - 9,5 - 10 - 10,5 - 11 - 11,5 - 12 y 14 mm.

Para el reparto y control de la fisuración superficial podrán utilizarse, además de las mallas formadas por los diámetros anteriores, mallas electrosoldadas formadas por alambres corrugados de diámetro 4 ó 4,5 mm. Estas mallas no pueden tenerse en cuenta a los efectos de comprobación de Estados Límite Últimos.

No obstante, hasta el 31 de diciembre del año 2000, podrán utilizarse, mallas electrosoldadas formadas por alambres corrugados de diámetro 4 ó 4,5 mm para la comprobación de Estados Límite Últimos.

Los diámetros nominales de los alambres, lisos o corrugados, empleados en las armaduras básicas electrosoldadas en celosía se ajustarán a la serie siguiente: 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 y 12 mm.

Exclusivamente, en el caso de forjados unidireccionales de hormigón donde se utilicen armaduras básicas electrosoldadas en celosía, podrán emplearse, en los elementos transversales de conexión de la celosía, además de los alambres de los diámetros antes indicados, los de 4 y 4,5 mm.

Las barras y alambres no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente no será inferior al 95,5 por 100 de su sección nominal. A los efectos de esta Instrucción, se considerará como límite elástico del acero, f_y , el valor de la tensión que produce una deformación remanente del 0,2 por 100.

Se permite la utilización de alambres corrugados como componentes de mallas electrosoldadas y de armaduras básicas electrosoldadas en celosía (en este último caso, pueden también utilizarse los alambres lisos como elementos de conexión). En el caso específico de forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado se estará a lo dispuesto en la vigente Instrucción relativa a los mismos. Se prohíbe expresamente toda otra utilización, diferente de las anteriores, de los alambres, lisos o corrugados, como armaduras pasivas (tanto longitudinales como transversales).

Artículo 32º Aceros para armaduras pasivas.

Generalidades (Sección equivalente).

Las características mecánicas mínimas garantizadas por el Suministrador serán conformes con las prescripciones de la tabla 32.2.a. Además, las barras deberán tener aptitud al doblado-desdoblado, manifestada por la ausencia de grietas apreciables a simple vista al efectuar el

ensayo según UNE-EN ISO 15.630-1 (2003), empleando los mandriles de la Tabla 32.2.b. ensayo de doblado desdoblado y de la tabla 32.2.c. Doblado Simple.

UNE-EN 15.630-1 (2003). Aceros para el armado. Métodos de ensayo Parte 1: Barras, alambres y alambazón para hormigón armado

Objeto y campo de aplicación

Métodos de ensayo aplicables a barras, alambazón y alambre para armado.

Disposiciones generales relativas a las probetas

La probeta se extrae de la barra, del alambazón o del alambre en la condición de suministro, salvo que se especifique lo contrario.

Ensayo de tracción

La longitud de la probeta debe ser suficiente para la determinación de los alargamientos. Cuando se determine el alargamiento de la rotura (A), la probeta debe marcarse normalmente y si se determina por el método manual deben efectuarse marcas equidistantes sobre longitud libre de probeta.



Imagen 6: Máquina de Tracción
Fuente: Elaboración propia

La máquina de ensayo debe verificarse y calibrarse. Cuando se emplee un extensómetro será para determinar el alargamiento total bajo carga máxima, que debe tener al menos 100 mm.

Ensayo de doblado

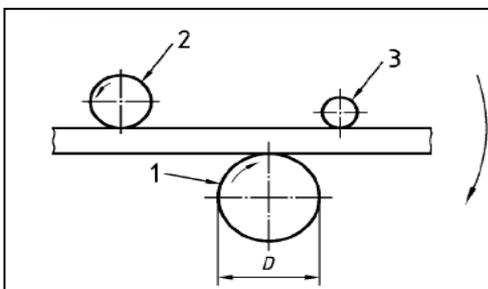


Imagen 7: Mecanismo de Ensayo de Doblado Fuente: Normativa UNE-EN

Debe emplearse un dispositivo de doblado con apoyos y un mandril.



Imagen 8: Máquina de Ensayo de Doblado
Fuente: Elaboración propia 12.390-3 (2003)

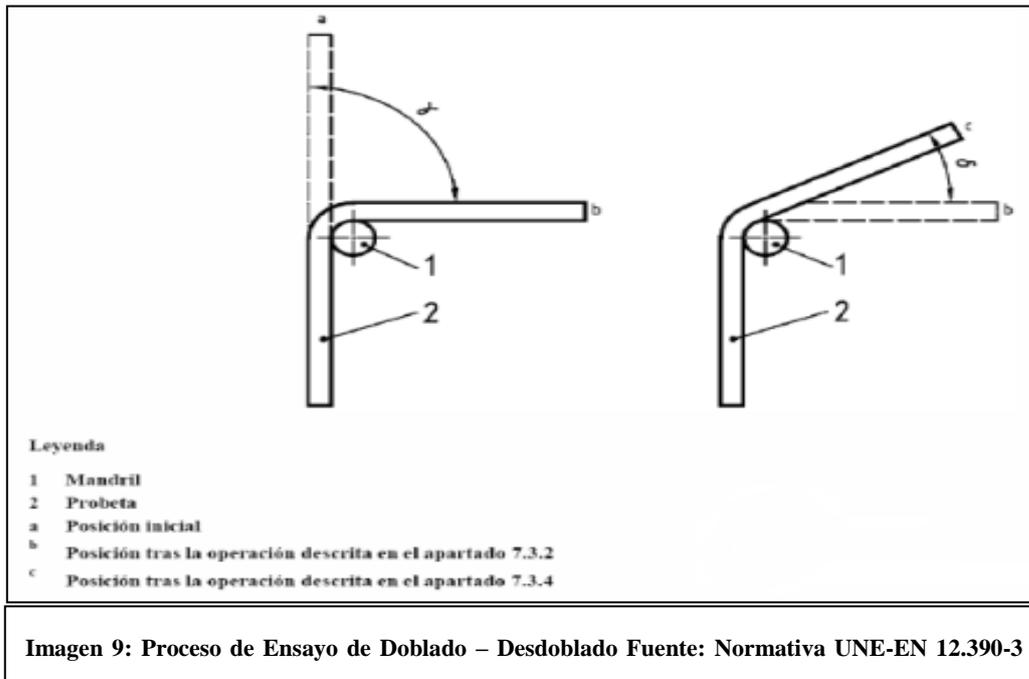
El ensayo de doblado debe efectuarse a una temperatura entre 10°C y 35°C. La probeta debe doblarse sobre un mandril.

Ensayo de doblado-desdoblado

Debe emplearse un dispositivo de doblado como el especificado anteriormente. El desdoblado puede efectuarse en un dispositivo de doblado actuando

de forma inversa.

Este procedimiento consta de tres etapas, doblado, envejecimiento artificial y desdoblado.



Ensayo de fatiga

El ensayo de fatiga consiste en someter a la probeta a un esfuerzo axial de tracción el cual varía cíclicamente según una onda sinusoidal de frecuencia constante f en la zona elástica.

El método para enderezar la probeta (manual, máquina de laboratorio, máquina de producción) debe indicarse en el informe final de ensayo.

La máquina de ensayo debe calibrarse conforme a la Norma Internacional ISO 4965. La precisión debe ser al menos de +/- 1%.

El ensayo se debe dar por finalizado, bien por rotura de la probeta antes de alcanzar el número de ciclos especificado, o bien por completarse el número de ciclos especificado sin rotura.



Imagen 10: Máquina de Ensayo de Fatiga Fuente: Web World of test (equipos para prueba de metales)

Análisis Químico

La composición química se determina por métodos espectrométricos.

Medición de las características geométricas

Estas características geométricas de la probeta se determinan con un instrumento que tendrá una resolución de acuerdo con la norma.

La determinación del área proyectada de las corrugas o grafilas debe llevarse a cabo usando los resultados de las mediciones de las características de acuerdo con la norma.

Determinación de la desviación respecto de la masa nominal por metro

La determinación de la desviación respecto de la masa nominal por metro debe realizarse sobre una probeta que debe tener los extremos cortados en cuadrado.

La longitud y la masa de la probeta debe medirse con una precisión de al menos $\pm 0,5\%$.

Informe de Ensayos

- a) El informe debe incluir:
- b) Referencia a esta Norma Internacional ISO 15630 (2010)
- c) Identificación de la probeta
- d) Longitud de la probeta



-
- e) El tipo de ensayo y los resultados correspondientes
 - f) La norma de producto correspondiente, cuando sea aplicable
 - g) Cualquier otra información complementaria de interés referente a la probeta, al equipo de ensayo y al procedimiento.

3 Análisis de costes realizado sobre los ensayos realizados en laboratorios de control de Edificación sobre Hormigón y Acero

3.1 Explicación del Modelo

Para poder realizar un buen cálculo de los costes de los dos ensayos arriba citados se ha creado un modelo matemático, para cada uno de ellos, es decir uno para hormigón y otro para acero, además se han creado dos escenarios, uno pesimista (cuando hay menor carga de trabajo en los laboratorios) y uno optimista (cuando hay mayor carga de trabajo en los laboratorios).

3.1.1 Modelo de coste unitario para el ensayo de hormigón

Con el fin de que la hoja sea fácilmente modificable, al principio de la misma se presentan los datos más significativos y que más cambios pueden sufrir, para que puedan ser modificados rápidamente, dando como resultado el recálculo total de los costes. Estos datos son los siguientes:

- Porcentaje de actividad de hormigón, en la mayoría de los laboratorios visitados el porcentaje de



Imagen 11: Probeta de Ensayo recogida en Obra Fuente: Elaboración propia

los ensayos de hormigón frente al resto de sus actividades suponía un 90%, dato que se recoge al principio de la hoja.

- **Coste del gasoil**, para este estudio se ha considerado un coste medio de 1,2 €/litro de gasoil, este parámetro, también puede ser modificado para el recálculo total.
- Se ha considerado también el **precio medio de una furgoneta** que se ha valorado en 15.000 euros (se ha tomado como modelo una Ford Transit con cárter protegido), este dato también puede ser modificado si se da un aumento de precio en dichos vehículos.
- Los datos que también se han puesto al principio de la tabla para poder ser modificados rápidamente para el recálculo de costes, y porque además son los más influyentes en el análisis de costes realizados, son los costes de la **mano de obra** que se han dividido por provincias, dentro de la región Comunidad Valenciana y además en tres categorías laborales. Estos datos se pueden introducir a principio de año, cuando se publican las tablas salariales, obteniendo un recálculo de los costes imputables.
- También se incluye antes de empezar los cálculos, el número de **roturas/año** (evidentemente roturas de probetas) y número de **informes/año** (que es el dato anterior dividido por cuatro), se pone al principio de la hoja ya que algunos de los cálculos realizados están enlazados con las roturas (como puede ser calibración, mantenimiento de algunas máquinas ó amortización) y otros datos con los informes emitidos. En este caso en el escenario pesimista se han considerado una media de roturas de 23.112 roturas/año, mientras que en el escenario optimista se han considerado 92.448 roturas/año.

A partir de este momento se van a ir considerando etapas del proceso de ensayo y dentro de cada una de ellas, las partidas correspondientes, dentro de las cuales se tiene **Q** (cantidad en número de unidades o en porcentaje), **Coste** (coste unitario de la unidad) y **Total** que suele ser el resultado de cantidad por coste unitario, la siguiente columna es **coste unitario** que se obtiene del total dividido entre el número de unidades realizadas.

Vehículos

En ambos escenarios para el cálculo de Q habrá que multiplicar la cantidad de vehículos por el porcentaje de actividad repercutible al hormigón (en este caso 90%). En el caso del vehículo propio, el coste viene de la casilla arriba indicada de 15.000 euros, correspondiente a una Ford Transit con cárter protegido. La amortización considerada para este tipo de vehículo ha sido de 5 años, ya que es la media de la vida útil estimada por los laboratorios. El cálculo de la

amortización tiene también en cuenta el número de muestras ensayadas ya que el cálculo de amortización se hace por probeta ensayada. En el escenario optimista se han considerado 4 vehículos propios y 2 vehículos de renting. Y en el escenario pesimista se han considerado 2 vehículos propios y 2 vehículos de renting.

Para el cálculo del mantenimiento del vehículo en propiedad de la empresa, se ha incluido el coste del kilometraje, calculando una media del seguro y las revisiones anuales que necesita un vehículo de las características arriba mencionadas.

Para el caso del vehículo de renting tan sólo se debe incluir el coste mensual del renting (unos 450 euros/mes) multiplicado por 12 meses/año y el kilometraje anual (unos 40.000 km al año) por el tema de consumo de gasoil.

En ambos casos se ha considerado un consumo de 10 km/litro de media y un kilometraje anual de 40.000 km.

OPTIMISTA	Q	Coste	Total	5,903
Utilización (90%)	180%	15.000,00	27.000,00	
Amortización	20%	27.000,00	5.400,00	0,935
Mantenimiento propio	180%	5.750,00	10.350,00	1,791
Mantenimiento renting	1,8	10.200,00	18.360,00	3,178

Tabla 9: Costes Vehículo Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA	Q	Coste	Total	2,157
Utilización (90%)	360%	15.000,00	54.000,00	
Amortización	20%	54.000,00	10.800,00	0,467
Mantenimiento propio	360%	5.750,00	20.700,00	0,896
Mantenimiento renting	1,8	10.200,00	18.360,00	0,794

Tabla 10: Costes Vehículo Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Herramientas y utensilios para la toma de muestras

En este apartado se recogen todas las herramientas y utensilios necesarios para la realización de la toma de muestras, para cada una de ellas se ha introducido la cantidad comprada anualmente y el coste de las mismas, se puede observar que las cantidades de estos elementos difieren entre el escenario optimista y el escenario pesimista. En las cantidades, algunas vienen en coste por pieza, otras por litros, otras por metros. En todos los casos el cálculo es el mismo, cantidad por coste unitario y dividido entre el número de informes para calcular su impacto en el coste unitario. Las herramientas y utensilios aquí usados son:

- Cogedor, con un coste de 11,20 euros y un uso de 20 anuales (escenario optimista) y 10 anuales (escenario pesimista).
- Barra compactadora, cono y mazo, el conjunto de estos tres elementos tiene un coste de unos 100 euros, su uso suele ser 24 anuales (escenario optimista) y 12 anuales (escenario pesimista).
- Bandeja/chapa base, hay laboratorios que usan el primero y otros que usan lo segundo, su utilización es indiferente y su coste unitario muy similar, aproximadamente 25 euros, su uso suele ser 4 anuales (escenario optimista) y 1 anual (escenario pesimista).
- Aguja, mesa vibrante o maza, anualmente se necesita 1 en los dos escenarios, siendo su coste 417,60 euros.
- Llanas de acero, el coste unitario es de 9,80 euros, su uso suele ser 12 anuales (escenario optimista) y 3 anuales (escenario pesimista).

- Recipiente de reamasado su coste es de 38,50 euros, su uso suele ser 16 anuales (escenario optimista) y 8 anuales (escenario pesimista).
- Desenconfiante, es el producto utilizado para que el hormigón no se quede adherido a la probeta, su coste es de 35 euros/bidón, siendo su uso de 48 bidones al año (escenario optimista) y 12 bidones al año (escenario pesimista).



Imagen 12: Probetas marcadas en Cámara Frigorífica
Fuente: Elaboración propia

- Marcador de probetas, cada laboratorio utiliza un instrumento diferente para marcar las probetas en la obra (etiquetas, rotuladores, bolígrafos u otros), por ello se ha tomado como prototipo un rotulador permanente, cuyo coste es de aproximadamente 4 euros/unidad. A lo largo del año se llegan a utilizar en torno a los 150, ya sean rotuladores, lápices de colores u otros (más por pérdida que por uso propiamente dicho).
- Arpillera: se utiliza para proteger las muestras cuando se dejan en la obra, el coste del rollo es de 300 euros, su uso suele ser 4 anuales (escenario optimista) y 1 anual (escenario pesimista).
- Flexómetro, el coste unitario suele ser en torno a 12 euros, siendo su uso de 50 anuales (escenario optimista) y 20 anuales (escenario pesimista). Suele ser frecuente su pérdida.



Imagen 13: Probeta de Ensayo
Fuente: Web World of test (equipos para prueba de metales)

- Termohigrómetro, el coste unitario es de unos 3 euros, siendo su uso de 2 anuales (escenario optimista) y 1 anual (escenario pesimista)

En este apartado cabría explicar el caso de las probetas en el que se considera amortización. Cada año se reponen un número de probetas (normalmente 5), de estas reposiciones se imputa su coste total al año, que habrá que dividirlo entre el número de roturas al año para imputarlo en coste unitario. Del resto de probetas existentes, es decir, las antiguas, las que no se reponen, hay que incluir su amortización que es en 4 años (se multiplica por 0,25) y esa amortización dividida entre el

número de informes al año, también se añade al coste unitario.

OPTIMISTA	Q	Coste	Total	0,430
Cogedor	20	11,20	224,00	0,010
Barra compactadora, cono y mazo	24	100,00	2.400,00	0,104
Probeta	20	30,00	600,00	0,026
Amort. Probetas	48,75	30,00	1.462,50	0,063
Bandeja/chapa base	4	25,00	100,00	0,004
Aguja, mesa vibrante o maza	1	417,60	417,60	0,018
Llanas de acero	12	9,80	15,00	0,001
Recipiente reamasado	16	38,50	616,00	0,027
Desencofrante	48	35,00	1.680,00	0,073
Marcador de probetas	150	4,00	600,00	0,026
Arpillera	4	300,00	1.200,00	0,052
Flexómetro	50	12,00	600,00	0,026
Termohigrometro	2	30,00	30,00	0,001

Tabla 11: Herramientas Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA	Q	Coste	Total	0,845
Cogedor	10	11,20	112,00	0,019
Barra compactadora, cono y mazo	12	100,00	1.200,00	0,208
Probeta	5	30,00	150,00	0,026
Amort. Probetas	48,75	30,00	1.462,50	0,253
Bandeja/chapa base	1	25,00	25,00	0,004
Aguja, mesa vibrante o maza	1	417,60	417,60	0,072
Llanas de acero	3	9,80	15,00	0,003
Recipiente reamasado	8	38,50	308,00	0,053
Desencofrante	12	35,00	420,00	0,073
Marcador de probetas	50	4,00	200,00	0,035
Arpillera	1	300,00	300,00	0,052
Flexómetro	20	12,00	240,00	0,042
Termohigrometro	1	30,00	30,00	0,005

Tabla 12: Herramientas Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Extracción y ensayo de probetas testigo

Cuando sea necesario determinar la resistencia del hormigón correspondiente a una obra ya ejecutada, pueden obtenerse probetas talladas directamente de la obra.

Las probetas se extraen mediante perforadoras tubulares, con las que se obtienen testigos cilíndricos cuyas caras extremas se cortan posteriormente con disco. Cuando se trata de pilares, conviene muestrear en el tercio superior de los mismos.

El pacómetro es el detector magnético de armaduras, aplicado a la superficie del hormigón permite localizar la presencia y el trazado de las armaduras hasta profundidades del orden de los 10 cm.

Las probetas cilíndricas destinadas al ensayo de compresión tendrán un diámetro " 10 cm y su altura como mínimo el doble del diámetro. El diámetro no debe ser inferior al triple del tamaño máximo del árido.

Es conveniente que las probetas no se extraigan antes de los 28 días. Sus bases de ensayo no deben tener irregularidades grandes y deben ser perpendiculares al eje de la probeta.

En el caso en que la obra o estructura de la que se han extraído las probetas vaya a estar sometido a humedad continuamente, o a saturación de agua, las probetas talladas y refrentadas deben mantenerse antes del ensayo durante 40 a 48 horas en agua.

Proceso de Curado

Los datos que se han calculado en este apartado, permanecen constantes para los dos escenarios (optimista y pesimista).



Imagen 14: Probetas en Proceso de Curado en Cámara Fuente: Elaboración propia

Este apartado, incluye todo lo relacionado con la curación de las probetas, hasta inmediatamente antes del ensayo. La curación puede ser realizada, bien en agua a temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, o en una cámara a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y a una humedad relativa $\geq 95\%$. En todos los laboratorios observados se utiliza la segunda forma, es decir, en cámara. La cámara (no sólo la construcción sino las estanterías, el equipo de frío y el de humedad), se ha considerado un coste

medio de 63.000 euros, indicar que existía una mucho más cara, pero la mayoría rondaban este precio o incluso inferior a este. La cámara al ser de obra (en la mayoría de los casos) se ha considerado una amortización a 30 años, es decir, al 3%, para obtener el coste unitario se divide por el número de informes/año.

La sonda tiene un coste medio de unos 4.000 euros y se amortiza en 8 años, es decir, al 20%, esto a su vez se divide entre el número de informes/año para calcular el coste unitario.

OPTIMISTA	Q	Coste	Total	0,116
Cámara	1	63.000,00	63.000,00	
Amort. cámara	0,03	63.000,00	1.890,00	0,082
Sonda	1	4.000,00	4.000,00	
Amort. Sonda	0,2	4.000,00	800,00	0,035

Tabla 13: Proceso de Curado Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA	Q	Coste	Total	0,466
Cámara	1	63.000,00	63.000,00	
Amort. cámara	0,03	63.000,00	1.890,00	0,327
Sonda	1	4.000,00	4.000,00	
Amort. Sonda	0,2	4.000,00	800,00	0,138

Tabla 14: Proceso de Curado Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Proceso de Ajuste de las probetas de ensayo

Aunque, el ajuste de las probetas de ensayo, es un proceso que la norma permite realizar de distintas formas (pulido ilimitado, mezcla de azufre y refrentador de caja de arena), el proceso que se ha observado en todos los laboratorios visitados ha sido el de mezcla de azufre, también llamado refrentado de mortero de azufre. Posiblemente lo hayan elegido, por ser el más

económico de los tres, además el último (refrentador de caja de arena) es poco conocido por los laboratorios y el primero (pulido ilimitado) es bastante nuevo y de momento caro. Comentar también, que este proceso podría ser eliminado en el caso de utilizar probetas cúbicas.



Imagen 15: Máquina de Ajuste de probetas

Por lo tanto, en el modelo sólo se ha utilizado el refrentado por mortero de azufre. En este proceso, se tienen unos costes que son amortizables, como la máquina en la que se calienta la mezcla de azufre, arena de silicio y en algunos casos negro de humo (no se observó esto último en ninguno de los laboratorios visitados). Por otra parte se tienen los consumibles (azufre, arena y aceite).

El conjunto de máquina (incluye calentadores, campana, extractores y otros elementos), asciende a 6.000 euros, este tipo de equipo se amortiza en 5 años por lo que aplica una amortización del 20%, para el coste unitario está cantidad se dividida por el número de informes/año, que será el único dato que variará en los dos escenarios.

Los consumibles tienen el siguiente precio y consumo:

- **Azufre:** el coste del saco son 25 euros el uso es de 540 sacos al año (8.100 kilogramos al año) en el escenario optimista y 135 sacos/año (2.025 kilogramos al año) en el pesimista.
- **Arena de sílice:** el coste del saco son 14,50 euros el uso es de 405 sacos al año (4.050 kilogramos al año) en el escenario optimista y 102 sacos/año (1.020 kilogramos/año) en el pesimista.
- **Aceite mineral:** el coste del bidón es de 30 euros siendo el uso de 8 bidones al año (40 litros/año) en el escenario optimista y 2 bidones/año (10 litros al año) en el pesimista.

Estos datos una vez multiplicados cantidad por coste unitario



Imagen 16: Probeta tras el
Proceso de Ajuste de muestras
Fuente: Elaboración propia

se dividirán por el número de informes/año para calcular el coste unitario.

OPTIMISTA				0,901
Máquina	1	6.000,00	6.000,00	
Amortización	0,2	6.000,00	1.200,00	0,052
Azufre	540	25,00	13.500,00	0,584
Arena	405	14,50	5.872,50	0,254
Aceite	8	30,00	240,00	0,010

Tabla 15: Proceso de Ajuste de Probetas Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA				1,058
Máquina	1	6.000,00	6.000,00	
Amortización	0,2	6.000,00	1.200,00	0,208
Azufre	135	25,00	3.375,00	0,584
Arena	102	14,50	1.479,00	0,256
Aceite	2	30,00	60,00	0,010

Tabla 16: Proceso de Ajuste de Probetas Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Proceso de Rotura de las probetas de ensayo

En esta etapa del proceso se tiene la amortización de la máquina de rotura, cuyo precio es de unos 25.000 euros. Se ha considerado que su amortización es la referente a la amortización fiscal del epígrafe



Imagen 17: Probeta de Ensayo tras el Proceso de Rotura Fuente: Elaboración propia

“Equipos de laboratorios y ensayos”, es decir, al 15%. La amortización será la misma en los dos escenarios lo que diferirá será el número de informes/año a la hora de calcular el coste unitario de la amortización por rotura.

La calibración de la máquina de roturas es obligatoria de realizar y se hace cada 7.000 roturas, por lo que su frecuencia será distinta para los distintos escenarios, en función de las roturas al año realizadas, luego Q viene dada por el número de roturas al año dividido entre 7.000. Cada calibración tiene un precio unitario de 400 euros, luego a su vez, para el coste unitario se dividirá el número obtenido por el número de informes/año. La máquina de rotura, además de ser calibrada debe tener un mantenimiento, se suelen realizar dos mantenimientos a lo largo del año cuyo coste unitario es de unos 400 euros, es el mismo para los dos escenarios, y sólo varía el coste unitario al dividirlo por el número de informes.

Se utiliza también una balanza para el cálculo de la densidad, su precio es de 50 euros y se suele renovar anualmente, el coste total será el mismo en los dos escenarios, diferirá el coste unitario al dividir por el número de informes/año.

OPTIMISTA				0,402
Máquina	1	25.000,00	25.000,00	
Amortización	0,15	25.000,00	3.750,00	0,162
Calibración	13,21	400,00	5.282,74	0,229
Balanza cálculo densidad	1	50,00	50,00	0,002
Mantenimiento	0,5	400,00	200,00	0,009

Tabla 17: Proceso de Rotura Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA				0,921
Máquina	1	25.000,00	25.000,00	
Amortización	0,15	25.000,00	3.750,00	0,649
Calibración	3,302	400,00	1.320,69	0,229
Balanza cálculo densidad	1	50,00	50,00	0,009
Mantenimiento	0,5	400,00	200,00	0,035

Tabla 18: Proceso de Rotura Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Emisión del informe

En este apartado se han considerado el software y el hardware empleados, teniendo en cuenta que de ellos sólo el 90% es imputable a los ensayos de hormigón. Además esta partida habrá que amortizarla, en el caso de equipos informáticos y software se considera la amortización al 33% (es decir, se deben amortizar en 3 años). Es el mismo dato para escenario pesimista y optimista pero difiere el coste unitario al dividirlo por el número de informes/año.

Por otra parte como consumible tendríamos el papel utilizado para la emisión del informe en el caso de que sea enviado en papel, se ha considerado que el coste de un paquete de 500 folios es de 3 euros y que en cada informe de media se usan 20 folios ya que se emite en las roturas de 7 y de 28 días de curado. El coste en papel por informe es de 0,120 euros, el coste como es unitario sería el mismo para los dos escenarios.

Algunos laboratorios han empezado a enviar su información por correo electrónico pero todavía son pocos comparativamente, esto aumentará debido a que el coste total de la firma electrónica está valorado en unos 80 euros con lo que en 667 informes quedaría amortizado. Aunque habrá empresas que sigan solicitando el informe en papel.

OPTIMISTA				0,299
Ordenador	3,6	1.200,00	4.320,00	
Software	0,9	9.000,00	8.100,00	
Amort. Software y hardware	0,333	12.420,00	4.140,00	0,179
Papel	500	3,00		0,120

Tabla 19: Emisión del Informe Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA				0,837
Ordenador	3,6	1.200,00	4.320,00	
Software	0,9	9.000,00	8.100,00	
Amort. Software y hardware	0,333	12.420,00	4.140,00	0,717
Papel	500	3,00		0,120

Tabla 20: Emisión del Informe Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Mano de obra

Esta es la partida que más costes representa dentro de los costes unitarios, siendo casi un 85% en el caso del escenario optimista y un 68% en el escenario pesimista. Luego esta es la partida que mejor cabría estudiar. Cabe recordar, que los tipos de mano de obra aquí introducidos vienen representados en las filas que se encuentran al principio de la hoja de cálculo. Para que en el momento cambien los sueldos, estas partidas queden recalculadas, exactamente se ha enlazado con la media de los sueldos, en cada caso con el que proceda. Se ha distribuido de la siguiente manera:

- Administración, está enlazado con el sueldo medio de un oficial de primera, se ha considerado que para este trabajo tanto en el escenario optimista como en el pesimista se necesita una persona y de ella la parte proporcional a hormigón en este caso, el 90%.

El resultado de la multiplicación del sueldo por el número de personas ocupadas, dará los costes anuales, que a su vez habrá que dividir para cada uno de los escenarios por el número de informes anuales.

- Operario, está enlazado con el sueldo medio de un peón especialista, se ha considerado que para este trabajo en el escenario optimista se necesitan 30 personas, teniendo en cuenta que sólo el 90% de estas trabajarán en hormigón, y en el pesimista se necesitan 4 personas al aplicar el 90% me quedarán 3,6. El dato de la multiplicación del sueldo por el número de personas ocupadas, dará los costes anuales, que a su vez habrá que dividir para cada uno de los escenarios por el número de informes anuales.
- Gestor de obra, está enlazado con el sueldo medio de un oficial de primera, se ha considerado que para este trabajo, en el escenario optimista se necesitan 5 personas se tendrá en cuenta que el 90% de estas trabajarán en hormigón, y en el pesimista se necesitan 1 persona al aplicar el 90% queda 0,9. El dato de la multiplicación del sueldo por el número de personas ocupadas, dará los costes anuales que a su vez habrá que dividir para cada uno de los escenarios por el número de informes anuales.
- Técnico superior, está enlazado con el sueldo medio de un licenciado, se ha considerado que para este trabajo tanto en el escenario optimista como en el pesimista se necesita una persona y de ella la parte proporcional a hormigón en este caso, el 90%. El dato de la multiplicación del sueldo por el número de personas ocupadas dará los costes anuales que a su vez habrá que dividir para cada uno de los escenarios por el número de informes anuales.

OPTIMISTA				34,437
Administración	0,9	24.575,60	22.118,04	0,957
Operario	27	23.304,45	629.220,06	27,225
Gestor de Obra	4,5	24.575,60	110.590,19	4,785
Técnico superior	0,9	37.765,01	33.988,51	1,471

Tabla 21: Mano de Obra Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA				28,058
Administración	0,9	24.575,60	22.118,04	3,828
Operario	3,6	23.304,45	83.896,01	14,520
Gestor de Obra	0,9	24.575,60	22.118,04	3,828
Técnico superior	0,9	37.765,01	33.988,51	5,882

Tabla 22: Mano de Obra Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Otros

Dentro de otros gastos, se ha introducido el coste de los contenedores para la recogida de residuos, en el escenario pesimista se asume el uso de 52 contenedores al año y en el caso del escenario optimista se asume el uso de 208 al año. Hay que tener en cuenta, que estos datos deben ser multiplicados por 0,90, ya que el hormigón representa el 90% de la producción y en consecuencia de los residuos (por simplificar). El coste total anual, se obtendrá de la multiplicación de la cantidad anual por el coste por contenedor, que es de unos 100 euros, para la cantidad unitaria se dividirá este resultado por el número de informes anuales.

En el caso de las acreditaciones, aunque vayan a desaparecer, se han introducido a la espera de lo que se comente en la reunión final, ya que aunque no exista este tipo de gasto existirá algún gasto similar. Su impacto no es significativo ya que es menor a 9 céntimos de euro por informe. Se ha calculado teniendo en cuenta un coste de 2.000 euros por acreditación (igual en los dos escenarios), luego para el coste unitario se dividirá entre el número de informes anuales.

Suministros como agua y luz, se ha supuesto un gasto medio de unos 2.000 euros/mes en el escenario optimista y de 1.100 euros/mes en el caso del escenario pesimista. Además se ha tenido en cuenta 12 meses de pago al año, y también se ha considerado que el hormigón representa el 90% de la actividad, con lo que se obtiene el coste total que se divide por el número de informes anuales para obtener el coste unitario imputable.

OPTIMISTA				1,831
Contenedor recogida residuos	187,2	100,00	18.720,00	0,810
Acreditaciones	90%	2.000,00	2.000,00	0,087
Luz y agua	10,8	2.000,00	21.600,00	0,935

Tabla 23: Otros costes Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA				3,212
Contenedor recogida residuos	46,8	100,00	4.680,00	0,810
Acreditaciones	1	2.000,00	2.000,00	0,346
Luz y agua	10,8	1.100,00	11.880,00	2,056

Tabla 24: Otros costes Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

3.1.2 Modelo de coste unitario para el ensayo de aceros para armaduras pasivas

Con el fin de que la hoja sea fácilmente modificable, al principio de la misma, se presentan los datos más significativos, y que más cambios pueden sufrir, para que puedan ser modificados rápidamente, dando como resultado el recálculo total de los costes. Estos datos son los siguientes:

- Porcentaje de actividad de acero, en la mayoría de los laboratorios visitados el porcentaje de los ensayos de acero frente al resto de sus actividades suponía un 2%, dato que se recoge al principio de la hoja.
- Coste del gasoil, para este estudio se ha considerado un coste medio de 1,2 €/litro de gasoil, este parámetro, también puede ser modificado para el recálculo total.

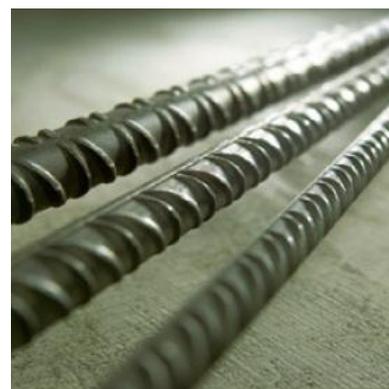


Imagen 18: Barras de Ensayo de Acero Fuente: Web Oficial Laboratorio GIA

- Se ha considerado también el precio medio de una furgoneta que se ha valorado en 15.000 euros (se ha tomado como modelo una Ford Transit con cárter protegido), este dato, también puede ser modificado si se da un aumento de precio en dichos vehículos.
- Los datos que también se han puesto al principio de la tabla para poder ser modificados rápidamente para el recálculo de costes, y porque además son los más influyentes en el análisis de costes realizados, son los costes de la mano de obra que se han dividido por provincias, dentro de la región Comunidad Valenciana y además en tres categorías laborales. Estos datos se pueden introducir a principio de año, cuando se publican las tablas salariales, obteniendo un recálculo de los costes imputables.
- También se incluye antes de empezar los cálculos, el número de informes/año (evidentemente informes emitidos sobre ensayos de laboratorio de acero), se pone al principio de la hoja ya que algunos de los cálculos realizados están enlazados con este dato y para que sea fácilmente modificable. En este caso en el escenario pesimista se han considerado una media de 460 informes/año, mientras que en el escenario optimista se han considerado 2.000 informes/año.

A partir de este momento se van considerando partidas, dentro de las cuales se tiene **Q** (cantidad en número de unidades o en porcentaje), **Coste** (coste unitario de la unidad) y **Total** que suele ser el resultado de cantidad por coste unitario, la siguiente columna es **coste unitario** que se obtiene del total dividido entre el número de informes realizados.

Vehículos

En ambos escenarios para el cálculo de Q habrá que multiplicar la cantidad de vehículos por el porcentaje de actividad repercutible al acero (en este caso 2%). En el caso del vehículo propio, el coste viene de la casilla arriba indicada de 15.000 euros, correspondiente a una Ford Transit con cárter protegido. La amortización considerada para este tipo de vehículo ha sido de 5 años, ya que es la media de la vida útil estimada por los laboratorios, el cálculo de la amortización, tiene también en cuenta el número de muestras ensayadas ya que el cálculo de amortización se hace por informe emitido.

- En el escenario optimista se han considerado 4 vehículos propios y 2 vehículos de renting.
- En el escenario pesimista se han considerado 2 vehículos propios y 2 vehículos de renting.

Para el cálculo del mantenimiento del vehículo en propiedad de la empresa se ha incluido el coste del kilometraje, calculando una media del seguro y las revisiones anuales que necesita un vehículo de las características arriba mencionadas.

Para el caso del vehículo de renting tan sólo se debe incluir el coste mensual del renting (unos 450 euros/mes) multiplicado por 12 meses/año y el kilometraje anual (unos 40.000 kilómetros al año) por el tema de consumo de gasoil.

En ambos casos se ha considerado un consumo de 10 km/litro de media y un kilometraje anual de 40.000 kilómetros.

OPTIMISTA				0,365
Utilización (2%)	8%	15.000,00	1.200,00	
Amortización	20%	1.200,00	240,00	0,120
Mantenimiento propio	8%	1.030,00	82,40	0,041
Mantenimiento renting	0,04	10.200,00	408,00	0,204

Tabla 25: Costes Vehículo Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA				1,402
Utilización (2%)	4%	15.000,00	600,00	
Amortización	20%	600,00	120,00	0,296
Mantenimiento propio	4%	1.030,00	41,20	0,101
Mantenimiento renting	0,04	10.200,00	408,00	1,005

Tabla 26: Mano de Obra Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Extracción de probetas

En este apartado, se contempla todo lo relacionado con la máquina cortadora. Por una parte se recoge el coste anual de la máquina cortadora, en la que se ha considerado una amortización del 15%, sacado de la amortización de tablas fiscales. El coste de esta cortadora es de 300 euros, por lo que en total tiene un coste de 45 euros anuales, dicha cuantía se divide entre el número de informes/año para calcular el coste unitario.

Por otra parte, hay que incluir los discos de la cortadora, que tienen un coste unitario de 85 euros. En el caso de poca carga de trabajo, es decir, en el criterio pesimista, son necesarios 2 discos a lo largo del año, mientras que en el criterio optimista, esta cifra se multiplica por 4, es decir, 8 discos en total. Por lo tanto, el coste total de los discos de la cortadora en el primer caso es de 170 euros y en el segundo 680 euros, estos costes totales se dividen entre el número de informes que se emiten al año, para obtener como resultado el coste unitario.

OPTIMISTA				0,363
Amortización Cortadora	0,15	300	45	0,023
Discos cortadora	8	85	680	0,340

Tabla 27: Extracción de probetas Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA				0,530
Amortización Cortadora	0,15	300	45	0,111
Discos cortadora	2	85	170	0,419

Tabla 28: Extracción de probetas Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Ensayo de Doblado-Desdoblado

Los datos que se han calculado en este apartado permanecen constantes para los dos escenarios (optimista y pesimista). Este punto engloba la estufa calentadora de muestras y la máquina dobladora.

La estufa tiene un coste medio de 2.500 euros y se amortiza en 10 años, es decir al 10%. Esto a su vez se divide entre el número de informes/año para calcular el coste unitario, el resultado final será el único que variará entre los dos escenarios, debido a que en un escenario se realizan más informes que en el otro.



Imagen 19: Máquina de Ensayo de Doblado Fuente: Elaboración propia

Por su parte el coste de adquisición de la máquina dobladora (que se emplea en el ensayo de doblado-desdoblado) es de 8.000 euros, de los cuales un 15% es el valor imputable anualmente, referente a la amortización. Este coste se divide entre el número de informes al año para calcular el coste unitario, el dato final será el único que variará entre los dos escenarios, debido a que en un escenario se realizan más informes que en el otro.

OPTIMISTA					3,571
Amortización estufa calentadora de muestras	0,1	2500	250		0,616
Amort. Dobladora	0,15	8000	1200		2,956

Tabla 29: Ensayo Doblado - Desdoblado Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA					0,725
Amortización estufa calentadora de muestras	0,1	2500	250		0,125
Amort. Dobladora	0,15	8000	1200		0,600

Tabla 30: Ensayo Doblado - Desdoblado Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Ensayo de Fatiga

En este apartado se incluye todo lo relacionado con el proceso de rotura, es decir, la prensa de acero, las herramientas (incluye las mordazas y otros utensilios), el extensómetro y el punzón de marcado de probetas. Además la norma menciona la obligatoriedad de calibrar la máquina.

Respecto al punzón, hay que señalar que tiene un coste de 100 euros la unidad. En el caso de épocas de menor carga de trabajo son necesarias 5 unidades, es decir, un coste total de 500 euros al año. Y en el caso de épocas de mayor carga de trabajo son necesarias unas 20 unidades, es decir, un coste total de 2.000 euros al año. A su vez estos datos habrá que dividirlos entre el número de informes para obtener el coste unitario.

El coste de adquisición de la prensa de acero es de 60.000 euros, la amortización anual es del 15%, este dato se ha obtenido de las tablas fiscales de amortización en el apartado referente a “Equipos de Laboratorios y Ensayos”. Este dato se dividirá en cada uno de los escenarios por el número de informes realizados, para obtener el coste unitario.



Imagen 20: Máquina de Ensayo de Fatiga Fuente: Elaboración propia

Las mordazas y demás herramientas tienen un coste anual de 1.000 euros en el escenario pesimista y de 4.000 euros en el optimista, ya que el coste unitario es de 1.000 euros. Estos datos se dividirán en cada uno de los escenarios por el número de informes realizados, y obtener así el coste unitario.

Respecto al extensómetro, es necesario 1 al año, cuyo coste unitario es de 4.000 euros. Este dato se mantiene constante para el criterio pesimista y para el optimista. Este coste se divide entre el número de informes al año para calcular el coste unitario, el dato final será el único que variará entre los dos escenarios, debido a que en un escenario, se realizan más informes que en el otro.

Por último, la calibración de la prensa de acero es obligatoria una vez al año y tiene un coste aproximado de 400 euros. Este dato una vez multiplicada la cantidad por coste se dividirá por el número de informes/año para calcular el coste unitario.

OPTIMISTA				9,700
Punzón	20	100	2000	1,000
Amortización Prensa de acero	0,15	60000	9000	4,500
Herramientas (mordazas y otros)	4	1000	4000	2,000
Extensómetro	1	4000	4000	2,000
Calibración	1	400	400	0,200

Tabla 31: Ensayo de Fatiga Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA				36,700
Punzón	5	100	500	1,232
Amortización Prensa de acero	0,15	60000	9000	22,167
Herramientas (mordazas y otros)	1	1000	1000	2,463
Extensómetro	1	4000	4000	9,852
Calibración	1	400	400	0,985

Tabla 32: Ensayo de Fatiga Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Medición de las características geométricas

En esta etapa del proceso, se incluye la amortización del proyector de perfiles cuyo precio es de unos 12.000 euros, se ha considerado que su amortización es la referente a la amortización fiscal del epígrafe “Equipos de laboratorios y ensayos”, es decir, al 15% anual. La amortización será la misma en los dos escenarios, lo que diferirá será el número de informes/año a la hora de calcular el coste unitario de la amortización por informe. Indicar también, que no todos los laboratorios tienen esta máquina, pero como la repercusión unitaria es pequeña se ha considerado, en lugar de los otros métodos, de los que no se disponía de muchos datos.

Se utiliza también un pie de rey o en su defecto un micrómetro, su coste unitario es de 30 euros y se suelen utilizar 20 en el caso de mucha carga de trabajo y alrededor de 10 en el de poco trabajo. El coste total, será en el primer caso de 600 euros y en el segundo de 300 euros al año, el coste unitario se calcula al dividir por el número de informes/año. Indicar que su utilización es más por pérdida o rotura de los mismos.

OPTIMISTA				5,172
Proyector de perfiles	0,15	12000	1800	4,433
Pie de rey ó micrómetro	10	30	300	0,739

Tabla 33: Medición características geométricas Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA				1,200
Proyector de perfiles	0,15	12000	1800	0,900
Pie de rey ó micrómetro	20	30	600	0,300

Tabla 34: Medición características geométricas Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

Determinación de la desviación respecto a la masa nominal por metro

En esta parte del ensayo, también se utiliza la máquina cortadora antes citada en el apartado extracción de la muestra. Aquí no se le imputa ningún coste ya que dicho coste ha sido imputado el apartado correspondiente. Además de esta máquina, son necesarias una regla graduada y una balanza.

La regla graduada tiene un coste unitario de 30 euros y se necesitan 4 a lo largo de un año con poca carga de trabajo y 12 en un año de mucho trabajo.

Sólo es necesaria una balanza para el proceso, cuyo coste es de 600 euros y que se amortiza a un 15% anual, obtenido este dato, del mismo epígrafe de tablas fiscales que en anteriores ocasiones.

Estos datos, una vez multiplicados cantidad por coste se dividirán por el número de informes/año para calcular el coste unitario por informe.

OPTIMISTA				0,225
Regla graduada	12	30	360	0,180
Amortización Balanza	0,15	600	90	0,045

Tabla 35: Determinación de la desviación Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA				0,517
Regla graduada	4	30	120	0,296
Amortización Balanza	0,15	600	90	0,222

Tabla 36: Determinación de la desviación Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Emisión del informe

En este apartado se han considerado el software y el hardware empleados, teniendo en cuenta que de ellos sólo el 2% es imputable a los ensayos de acero. Además esta partida habrá que amortizarla, en el caso de equipos informáticos y software se considera la amortización al 33% (es decir, se deben amortizar en 3 años). Es el mismo dato para escenario pesimista y optimista pero difiere el coste unitario al dividirlo por el número de informes/año.

Por otra parte como consumible se tendría el papel utilizado para la emisión del informe en el caso de que sea enviado en papel, se ha considerado que el coste de un paquete de 500 folios es de 3 euros y que en cada informe de media se usan 20 folios. El coste en papel por informe es de 0,120 euros, el coste como es unitario sería el mismo para los dos escenarios.

Algunos laboratorios han empezado a enviar su información por correo electrónico pero todavía son pocos comparativamente, esto aumentará debido a que el coste total de la firma electrónica

OPTIMISTA				0,166
Ordenador	0,08	1.200,00	96,00	
Software	0,02	9.000,00	180,00	
Amortización Software y hardware	0,333	276,00	92,00	0,046
Papel	500	3,00		0,120

está valorado en unos 80 euros con lo que en 667 informes quedaría amortizado. Aunque habrá empresas que sigan solicitando el informe en papel.

Tabla 37: Emisión Informe Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA				0,347
Ordenador	0,08	1.200,00	96,00	
Software	0,02	9.000,00	180,00	
Amortización Software y hardware	0,333	276,00	92,00	0,227
Papel	500	3,00		0,120

Tabla 38: Emisión Informe Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Otros

Dentro de otros gastos, se ha introducido el coste de los contenedores para la recogida de residuos, en el escenario pesimista se asumen el uso de 52 contenedores al año y en el caso del escenario optimista se asume el uso de 208 al año: Hay que tener en cuenta, que estos datos deben ser multiplicados por 0,02 (ya que el acero representa el 2% de la producción de un laboratorio) y en consecuencia de los residuos (por simplificar). El coste total anual, se obtendrá

de la multiplicación de la cantidad anual de contenedores, por el coste por contenedor, que es de unos 100 euros: Para la cantidad unitaria se dividirá este resultado por el número de informes anuales.

En el caso de las acreditaciones, aunque vayan a desaparecer, se han introducido a la espera de lo que se comente en la reunión final, ya que aunque no exista este tipo de gasto existirá algún gasto similar. En este caso, su impacto es muy significativo ya que en el caso pesimista asciende a 4,9 euros por informe y en el optimista a 1 euro por informe. Se ha calculado teniendo en cuenta un coste de 2.000 euros por acreditación (igual en los dos escenarios), luego para el coste unitario se dividirá entre el número de informes anuales (este dato se ha comentado en este párrafo debido a su importancia).

Suministros como agua y luz, se ha supuesto un gasto medio de unos 2.000 euros/mes en el escenario optimista y de 1.100 euros/mes en el caso del escenario pesimista. Además se ha tenido en cuenta 12 meses de pago al año, y también se ha considerado que el acero representa el 2% de la actividad, con lo que se obtiene el coste total que se divide por el número de informes anuales para obtener el coste unitario imputable.

OPTIMISTA				1,228
Contenedor recogida residuos	4,16	100,00	416,00	0,208
Acreditaciones	1	2.000,00	2.000,00	1,000
Luz y agua	0,02	2.000,00	40,00	0,020

Tabla 39: Otros costes Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA				5,236
Contenedor recogida residuos	1,04	100,00	104,00	0,256
Acreditaciones	1	2.000,00	2.000,00	4,926
Luz y agua	0,02	1.100,00	22,00	0,054

Tabla 40: Otros costes Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

Mano de obra

Esta es la partida que más costes representa en el caso del escenario optimista (59%) y una de las más destacable en el criterio pesimista (casi un 32%). Luego esta es una partida a estudiar. Cabe recordar, que los tipos de mano de obra aquí introducidos vienen representados en las filas que se encuentran al principio de la hoja de cálculo. Para que en el momento cambien los sueldos, estas partidas queden recalculadas, exactamente se ha enlazado con la media de los sueldos, en cada caso con el que proceda. Se ha distribuido de la siguiente manera:

- Administración, está enlazado con el sueldo medio de un oficial de primera, se ha considerado, que para este trabajo tanto en el escenario optimista como en el pesimista se necesita una persona, y de ella la parte proporcional a acero (el 2%). El resultado de la multiplicación del sueldo por el número de personas ocupadas, dará los costes anuales que a su vez habrá que dividir para cada uno de los escenarios por el número de informes anuales.
- Operario, está enlazado con el sueldo medio de un peón especialista, se ha considerado que para este trabajo en el escenario optimista se necesita 1 persona y en el pesimista se necesitan 0,25 personas (es decir, la cuarta parte del tiempo de un empleado). El resultado de la multiplicación del sueldo por el número de personas ocupadas, dará los costes anuales que a su vez habrá que dividir para cada uno de los escenarios por el número de informes anuales.
- Técnico superior, está enlazado con el sueldo medio de un licenciado, se ha considerado que para este trabajo en el escenario optimista se necesita el 40% del tiempo de un técnico superior, y en el pesimista se necesita un 10% del tiempo de técnico. El resultado de la multiplicación del sueldo por el número de personas ocupadas, dará los costes anuales que a su vez habrá que dividir para cada uno de los escenarios por el número de informes anuales.

OPTIMISTA				19,451
Administración	0,02	24.575,60	491,512	0,246
Operario	1	23.304,45	23304,447	11,652
Técnico superior	0,4	37.765,01	15106,004	7,553

Tabla 41: Mano de Obra Escenario Optimista Fuente: Elaboración Propia

PESIMISTA				24,862
Administración	0,02	24.575,60	491,512	1,211
Operario	0,25	23.304,45	5826,112	14,350
Técnico superior	0,1	37.765,01	3776,501	9,302

Tabla 42: Mano de Obra Escenario Pesimista Fuente: Elaboración Propia

3.2 Resultados

3.2.1 Coste Unitario obtenido para el Ensayo de Hormigón

El Coste Unitario final de un Informe de Calidad del Ensayo del Hormigón se ha calculado sumando cada uno de Costes Unitarios que se han ido exponiendo en las diferentes etapas del proceso estudiado. Por ello, en la tabla siguiente, se recogen los costes calculados agrupados en las etapas del proceso de Ensayo del Hormigón, para ambos criterios, es decir, el optimista y el pesimista.

	Optimista	Pesimista
Vehículos	2,157	5,903
Materias Primas	0,520	0,935
Proceso de Curado	0,116	0,466
Proceso de Ajuste de Probetas	0,883	1,038
Proceso de Rotura	0,402	0,921
Informe	0,312	0,888
Otros	1,831	3,212
Operarios	34,437	28,058
Total	40,659	41,422

Tabla 43: Resumen Costes por Etapas del Ensayo de Hormigón (€/Informe) Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se debe destacar que la partida que mayor coste supone para los Laboratorios, en ambas situaciones económicas, es la mano de obra siendo de 34,43€ en el caso del criterio optimista y de 28,06€ en el pesimista. Este coste es tan elevado porque toda parte del proceso necesita de por lo menos un operario para llevarlo a cabo. Siguiendo por la siguiente etapa que comporta un mayor coste a los laboratorios, esta es la de la recogida de muestras, debido al elevado coste de los vehículos que la empresa necesita para abarcar todas las obras de recogidas. En este orden, la partida correspondiente a otros costes supone 1,83€ del coste total unitario par el escenario optimista y 3,21€ para el pesimista. En cuanto al Proceso estrictamente llevado a cabo en el Laboratorio, el Proceso de Ajuste de las probetas es el que más coste supone a los laboratorios siendo de 1,03€ en una situación económica mala y de 0.88€ en una

mejor situación económica. Por otra parte, el Proceso de Curado de las probetas es la partida que menos significancia tiene para los Laboratorios, para ambos escenarios.

Así pues, el coste de explotación final que deben soportar los Laboratorios de Control de la Calidad para el Ensayo de Hormigón queda del siguiente modo:

- Para el escenario optimista : 40,69 euros/informe
- Para el escenario pesimista: 41,42 euros/informe

Y el precio de venta, incrementando en un 10% de beneficio industrial:

- Para el escenario optimista : 44,63 euros/informe
- Para el escenario pesimista: 45,43 euros/informe

Con todo ello podemos observar que el Coste de todas las partidas es mayor en el caso de la situación que se ha considerado como pesimista debido a que la mayor parte de los costes que tienen los laboratorios son más fijos que variables, y que los únicos costes que se pueden compartir con el Ensayo de otros materiales son los costes variables como suministros o la etapa de la recogida de muestras en la obra, ya que se puede utilizar el mismo vehículo y que incluso de la misma obra se extraerán diferentes materiales para estudiar su calidad. Además, dicho coste es más elevado debido a que el número de informes que se emiten en el caso del criterio pesimista es más elevado y eso hace que al dividir el coste total en el número de unidades emitidas finalmente se haga inferior.

Se ha considerado muy interesante exponer la importancia proporcional de los costes de cada una de las etapas o partidas respecto del Coste Total Unitario:

Posición	Escenario Optimista	Escenario Pesimista
1ª	Mano de Obra (84,9%)	Mano de Obra (67,9%)
2ª	Vehículos (5,3%)	Vehículos (14,3%)
3ª	Otros (4,5%)	Otros (7,8%)
4ª	Ajuste de probetas (2,2%)	Ajuste de probetas (2,6%)
5ª	Herramientas y utensilios (1,1%)	Proceso de rotura (2,2%)
6ª	Proceso de rotura (1%)	Herramientas y utensilios (2%)
7ª	Emisión de informe (0,7%)	Emisión de informe (2%)
8ª	Proceso de curado (0,3%)	Proceso de curado (1,1%)

Tabla 44: Resumen Costes en términos porcentuales Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Coste Unitario obtenido para el ensayo de Aceros para armaduras pasivas

El Coste Unitario final de un Informe de Calidad del Ensayo del Acero se ha calculado sumando cada uno de Costes Unitarios que se han ido exponiendo en las diferentes etapas del proceso estudiado. Por ello, del mismo modo que se ha realizado para el Hormigón, en la tabla siguiente, se recogen los costes calculados agrupados en las etapas del proceso de Ensayo del Acero, para ambos criterios, es decir, el optimista y el pesimista.

	Optimista	Pesimista
Vehículos	0,07	0,08
Extracción de probeta	0,13	0,54
Ensayo de tracción	17,28	35,41
Ensayo de doblado-desdoblado	0,90	3,91
Medición características geom.	0,66	1,12
Desviación	0,05	0,20
Informe	0,17	0,32
Otros	0,25	0,36
Operarios	19,45	21,94
Total	38,95	63,89

Tabla 45: Resumen Costes por Etapas del Ensayo de Acero Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se debe destacar que una de las partidas que mayor coste supone para los Laboratorios, es la mano de obra siendo de 19,45€ en el caso del criterio optimista y de 21,94€ en el pesimista. Este coste es tan elevado porque toda parte del proceso necesita de por lo menos un operario para llevarlo a cabo. La otra partida con mayor coste es la parte del Ensayo de Tracción llevado a cabo en el Laboratorio, siendo mucho mayor para el escenario pesimista y siendo en éste la etapa con más coste resultando 35,41€ en dicho escenario y tan solo 17,28€ en el criterio optimista. Dicha etapa es tan elevada principalmente al elevado coste que supone a los laboratorios la Prensa de acero que se utiliza. El resto de partes del proceso de Ensayo tienen costes muy insignificantes en comparación con los que se han mencionado. La etapa menos significativa en lo que ha costes se refiere es en el caso del criterio optimista el cálculo de la Desviación respecto de la masa nominal por metro y en el caso del pesimista la Recogida de muestras.

Con lo que el coste de explotación quedaría:

- Para el escenario optimista : 38,95 euros/informe
- Para el escenario pesimista: 63,89 euros/informe

Y el precio de venta, incrementando en un 10% de beneficio industrial:

- Para el escenario optimista : 42,85 euros/informe
- Para el escenario pesimista: 70,28 euros/informe

Con todo ello podemos observar que el Coste de todas las partidas es mayor en el caso de la situación que se ha considerado como pesimista debido a que la mayor parte de los costes que tienen los laboratorios son más fijos que variables, y que los únicos costes que se pueden compartir con el Ensayo de otros materiales son los costes variables como suministros o la etapa de la recogida de muestras en la obra, ya que se puede utilizar el mismo vehículo y que incluso de la misma obra se extraerán diferentes materiales para estudiar su calidad. Además, dicho coste es más elevado debido a que el número de informes que se emiten en el caso del criterio pesimista es más elevado y eso hace que al dividir el coste total en el número de unidades emitidas finalmente se haga inferior.

Hemos considerado muy interesante exponer la importancia proporcional de los costes de cada una de las etapas o partidas respecto del Coste Total Unitario:

Posición	Escenario Optimista	Escenario Pesimista
1ª	Vehículos (1,1%)	Vehículos (1,8%)
2ª	Extracción de probeta (1,1%)	Extracción de probeta (0,7%)
3ª	Ensayo de Doblado-Desdoblado (2,2%)	Ensayo de Doblado-Desdoblado (4,6%)
4ª	Ensayo de Fatiga (29%)	Ensayo de Fatiga (46,8%)
5ª	Medición de las características Geométricas (3,6%)	Medición de las características Geométricas (6,6%)
6ª	Desviación respecto de la masa nominal por metro (0,7%)	Desviación respecto de la masa nominal metro (0,7%)
7ª	Emisión de informe (0,5%)	Emisión de informe (0,4%)
8ª	Otros (3,7%)	Otros (6,7%)
9ª	Mano de Obra (58,2%)	Mano de Obra (31,7%)

Tabla 46: Resumen Costes en términos porcentuales Fuente: Elaboración Propia

4 Propuestas

Como ya se ha mencionado en anteriores ocasiones, el presente proyecto se ha realizado dentro de un convenio de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) con el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE) con la colaboración de ALACAV (Asociación de Laboratorios y Empresas de Control de Calidad Acreditados en la Construcción de la Comunidad Valenciana) y con la colaboración de algunos de los laboratorios que realizan Ensayos de Hormigón y de Acero. Por ello, se ha creído conveniente realizar algunas propuestas para que los Laboratorios de Control de Calidad de los Ensayos puedan desempeñar su actividad bajo la normativa vigente y sobre todo no excediéndose en los costes generados por dicha actividad.

Para comenzar, es importante destacar que los resultados que se han detallado a lo largo de todo este trabajo van a ser publicados en el libro que publica anualmente el IVE llamado *BDC IVE: Selección de Unidades de obra de edificación y urbanización*, que es la base de datos de construcción de la Comunidad Valenciana. Además, todos los Laboratorios de Control de Calidad de los Ensayos de Hormigón y de Acero que han participado en el estudio también han recibido los resultados del mismo, para poder observar si están realizando los procesos según la normativa y ante todo para poder ver el coste que les supone estas dos actividades respectivamente.

El objetivo real del convenio ha sido realizar el estudio del coste unitario del ensayo para posteriormente observar si dicho coste es acorde al precio por el que vende el servicio. Con este estudio se ha observado que esto no es así, es decir, que el coste que conlleva la realización total del ensayo es igual o en incluso superior al del precio por el que se vende.

Así pues, una de las premisas más importantes que deben seguir estos laboratorios es la reducción de costes. Como se ha indicado también al realizar el análisis del Sector de la Construcción la crisis económica, en su medida agravada por la situación del sector en cuestión de hace unos años, ha hecho que los Laboratorios tengan una menor carga de trabajo y que tengan que continuar manteniendo las mismas instalaciones y la misma maquinaria que en anteriores etapas económicas. Además, se ha mencionado que una de las partidas que mayor coste supone para la empresa es la de la mano de obra. Por lo tanto la primera medida a tomar por los laboratorios sería intentar reducir al máximo este coste sin dejar de atender la demanda que tienen de las obras.



Sería muy fácil decir que se debe reducir el coste relativo a la mano obra sin decir cómo se debe reducir. Durante las visitas a los laboratorios se han observado y analizado cada uno de los distintos puestos de trabajo y las categorías de cada una de las personas que los desempeñan. Por ello, se puede exponer que la parte de mano de obra que compete a la Administración es excesiva para la carga de trabajo que están manteniendo los Laboratorios hoy por hoy. La propuesta sería disminuir dicho coste ya que la elaboración del Informe Final de Calidad tan sólo hace falta que la traten 2 personas, el operario que la realiza y el Ingeniero que lo firma. Además, con la nueva normativa se reduce la cantidad de distintos responsables para cada tipo de ensayo, por lo que se puede unificar la responsabilidad de la firma del informe en una sola persona (Ingeniero Superior).

Por otra parte otro de los costes que supone una gran carga económica para los Laboratorios, por lo menos en el caso del hormigón, es la recogida de muestras en obra. Para poder realizar esta tarea soportando el menor coste posible se deben diseñar rutas para llevar a cabo con la mayor efectividad posible. Además, la nueva normativa, también permitirá la subcontratación de esta tarea con lo que varios laboratorios podrán contratar a una misma persona para distintas recogidas de muestras, mencionar, que la norma actual no lo permite.

Pese a que pueda suponer un menor control de la calidad de los ensayos de los materiales de construcción, los Laboratorios no deben realizar ninguna acreditación y/o certificación de aquellos elementos en los que la normativa vigente respecto a cada tipo de ensayo, no lo indique estrictamente necesario.

Por último, a los Laboratorios les convendría controlar los gastos de Agua y Luz, ya que ninguno de los Laboratorios ha sabido indicar con exactitud los gastos que suponen estos suministros. Por ello para comenzar, los Laboratorios deberían realizar un seguimiento sobre estos costes, ya que a priori son muy elevados.

Como ya se ha visto a lo largo del análisis, otro de los mayores costes que deben soportar los Laboratorios de Ensayo de Hormigón es la parte correspondiente al Ensayo de Ajuste de las probetas, es decir, la igualación de las caras, ya que las probetas en este momento son cilíndricas con lo que solo se pueden ensayar por las caras planas (que son dos). Esta parte del proceso se puede realizar mediante 3 procesos, el de refrentado, el de pulido y el de mezcla de azufre. Pues bien, para evitar esta parte del proceso, en ALACAV habían desarrollado un molde de probetas con forma cúbica, para así poder ensayar la muestra por la mayoría de sus caras siendo éstas perfectas. Con este molde los laboratorios se ahorrarían todo lo relacionado con los



costes del Proceso de Ajuste de las Probetas de Ensayo. El prototipo inicial de la probeta era de 10x10 cm lo que no se encuentra contemplado en la normativa actual. Una de las posibilidades era realizar estos mismos moldes en la medida de la normativa, es decir, 15x15 cm. Y la otra posibilidad es que cambiasen la normativa para poder introducir en los laboratorios los moldes de 10x10 cm. Con esta última, además se conseguiría que las muestras pesasen menos e indirectamente reduciría el coste de otra serie de procesos como la recogida de muestras o el movimiento en la cámara.

5 Conclusiones

La finalidad del presente Trabajo Final de Carrera era estudiar el coste unitario de los Ensayos de Hormigón y de Acero en los Laboratorios de Control de Calidad de la Edificación. Pues bien, este estudio ha determinado, en términos generales, que el Coste Unitario de los Ensayos de Hormigón y Acero es muy elevado si lo comparamos con el precio al que venden los Laboratorios el Informe Final emitido con las características del material ensayado. En definitiva, esto significa que a los Laboratorios de Control de la Calidad de la Edificación no les es rentable realizar los ensayos de Hormigón y Acero ya que por la venta del servicio prácticamente no recuperan los costes en los que incurren.

Por otra parte se ha comprobado que realizar ensayos de materiales de construcción es necesario e imprescindible para todos los participantes de una obra, es decir, tanto para contratistas, promotores, operarios, inversores y por supuesto el comprador o usuario final del proyecto. Se ha comprobado a lo largo del trabajo que es imprescindible para la confianza y seguridad de todos los anteriores participantes.

También se han conocido detalladamente los Procesos de Ensayos de Hormigón y de Acero, determinando en todo momento las fases por las que pasa cada una de las muestras de los dos materiales. Con ello se han observado el coste en el que se incurre en cada una de estas fases o etapas y de este modo poder observar con mayor puntualidad y facilidad todos los elementos de coste que han sido necesarios para calcular el Coste Unitario Total de cada uno de los ensayos.

Hablar del Sector Construcción es España es hablar de Burbuja Inmobiliaria y lo que es peor de crisis económica empeorada por el sector estudiado y por el elevado peso que tenía dicho sector empresarial en la economía de nuestro país. Además las previsiones son confusas en cuanto a lo que ocurrirá en los próximos años, ya que algunos auguraban una pequeña mejoría para el futuro, comenzando por el ejercicio 2011, que no se ha visto reflejada en lo que llevamos de año. Sin embargo, se ha observado cómo han disminuido, tanto la construcción de viviendas como los precios de las mismas, aunque los contratistas y promotores todavía tienen en la mente poder llegar a vender estas viviendas a los precios por los que se pagaban hace unos años.

Al encontrarnos ante la crisis que nos aborda se ha realizado el estudio en dos escenarios económicos diferentes y contrarios, y se observado que debido a que la mayor parte de los



costes imputables a la actividad de hormigón y acero respectivamente son fijos, el Coste Unitario Final por Informe emitido por los laboratorios es bastante superior en el caso del escenario económico pesimista que optimista. Esto se debe a que al haber una mayor carga de trabajo en el criterio optimista el coste total que dividimos entre el número total de informes acaba siendo menor que si se divide entre un número menor de informes emitidos.

La referencia realizada a la teoría de costes básica estudiada, ha servido sobre todo para poder identificar los tipos de costes a los que nos enfrentamos al realizar el trabajo de campo. Pero, además, para poder analizar que no para los laboratorios el desarrollo de estas dos actividades de ensayo no es rentable ya que están vendiendo sus servicios por un precio menor a su coste en algunos casos e igual o muy inferior en otros.

6 Bibliografía

Libros

- ADAM, M. (1975). “Aspectos del Hormigón”. Editores técnicos Asociados.
- AMAT, O.; SOLDEVILA, P. (2010). “Contabilidad y gestión de costes”. Profit Editoria.
- BALLESTERO, E. (1985). “Principios de economía de la empresa”. Alianza Universidad.
- DÍEZ DE CASTRO, E.; GALÁN GONZÁLEZ, J.L. y MARTÍN ARMARIO, E. (1995). “Introducción a la Economía de la Empresa”. Volumen I, Editorial Pirámide.
- DREUX, GEORGE (1981). “Guía práctica del Hormigón”. Editores técnicos Asociados.
- “Elementos de la Construcción” (2005). Editorial La ley.
- FERNANDEZ CANOVAS, M. (1989). “Hormigón”. Servicio de Publicaciones del Colegio de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- FULLANA, C.; PAREDES, J.L. (2008). “Manual de contabilidad de costes”. Delta Publicaciones.
- GÓMEZ-MEJIA, L.; BALKIN, D.; CARDY, R. (2000). “Gestión de Recursos Humanos”. Editorial Prentice Hall.
- GORISSE, F (1980). “Ensayos y control de hormigones”. Editores técnicos Asociados.
- HORNGREN, C.; FOSTER, G.; DATAR, S. (2007). “Contabilidad de Costos. Un enfoque gerencial”. Editorial Prentice-Hall.
- MALLO, C.; JIMÉNEZ, M.A (1997). “Contabilidad de costes”. Editorial Pirámide.
- ORTEGA SECO, J; ARBELOA LÓPEZ, A. (2000). “Manual Práctico de Contabilidad de Gestión”. Fascículo 1 y 2.
- RIBAYA, F.J. (1999). “Costes”. Ediciones Encuentros.
- RIPOLL, V; BALADA, T. (2003). “Manual de costes”. Ediciones Gestión 2000.
- ROCAFORT, A; FERRER, V. (2010). “Contabilidad de Costes”. Profit Editorial.

RUIZ DE ARBULO, P. (2007). “La gestión de costes en lean manufacturing”. Editorial Netbiblo.

Legislación y Normativa

Ley 21/1992 de Industria, de 16 de julio

Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio (EHE-08)

Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo

Real Decreto 488/2010, de 23 de Abril

UNE-EN 12.390-2: 2001. Ensayos de hormigón endurecido. Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.

UNE-EN 12.390-3: 2003. Ensayos de hormigón endurecido. Determinación de la resistencia a compresión de probetas.

UNE-EN 12.390-4: 2001. Ensayos de hormigón endurecido. Resistencia a compresión. Características de las máquinas de ensayo.

UNE-EN 12.350-1: 2006. Ensayos de hormigón fresco. Toma de muestras.

UNE-EN 12.350-2: 2006. Ensayos de hormigón fresco. Ensayo de asentamiento.

UNE-EN-ISO 15.630-1: 2002. Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de Ensayo. Ensayo de doblado-desdoblado y de doblado simple. Determinación de las características geométricas del corrugado. Ensayo de tracción para determinar límite elástico, carga unitaria de rotura, alargamiento de rotura y alargamiento total bajo carga máxima.

Páginas web

www.aidico.es: Instituto Tecnológico de la Construcción. [2 de Julio de 2011]

www.cematsa.com: Centro de Ensayo de Materiales y Asistencia Técnica. [9 de Septiembre de 2011]

www.gia-sl.com: Grupo de Ingeniería y Arquitectura. [12 de Septiembre de 2011]

www.gikesa.net: Gikesa, Laboratorio de Ensayo. [12 de Septiembre de 2011]

www.ine.es: Instituto Nacional de Estadística. [24 de Octubre de 2011]



www.worldoftest.com Qualitest, Tecnologías avanzadas para pruebas y ensayos. [17 de Noviembre de 2010]

Artículos de prensa e Informes

AECA (1993). Documento número 7: Costes indirectos de producción: Localización, imputación y control. Ad. AECA.

AEMAC (ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE MATERIALES COMPUESTOS) (2003). Materiales compuestos. Volumen I. Ed. Reverté.

BDC IVE (2009). Selección de Unidades de obra de edificación y urbanización.

CÁMARA DE CONTRATISTAS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA (2010). Análisis del sector de la construcción en 2010 y sus perspectivas en 2011.

Código Internacional para Edificaciones desarrollado por el International Code Council.

COLECCIÓN ECONOMÍA (2005). El Sector Construcción en España. Instituto Cajamar.

CONFEDERACIÓN NACIONAL DE LA CONSTRUCCIÓN. Informe de Evolución del Sector de la Construcción (4º Trimestre de 2010).

Deloitte augura que la construcción se recuperará entre 2011 y 2012;
<http://www.elmundo.es/elmundo/2010/04/23/suvienda/1272035273.html?a=7f37977f84d2a8c70c348beedb4dba86&t=1321295413>

Departamento de Investigación y Estrategía de Mercados de la Fira de Barcelona de Construmat (Abril 2009). Informe económico del Sector de la Construcción.

ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) (Junio 2010). La Entidad Nacional de Acreditación aporta confianza al Sector de la Construcción.

Estudio de la actividad de los Laboratorios Acreditados de la Comunidad Valenciana publicado por la Direcció General D'Habitatge i Projectes Urbans (Àrea de Qualitat en l'Edificació).

Anexo I: cuestionario de ensayos sobre Hormigón

RECOGIDA DE MUESTRAS

Vehículo:

- ¿Esta sólo dedicado a recogida de muestra u otros usos? ¿En caso contrario diga el tanto por cien?
- Furgonetas con dos asientos y con carter protegido. Y protecciones interiores ¿de que tipo? ¿coste?
 - Citroën-Berlingo
 - Renault Express
 - Mercedes Vito
 - Otros: Especificar:
- ¿kilometraje/año? No utilizamos los precios del BOE pq están por debajo de costes, es sólo la amortización fiscal.
- ¿gastos de mantenimiento?
- En caso de tenerla por renting apuntar coste/mes:

Operario:

- ¿Está sólo dedicado a recogida de muestra u otras actividades? ¿En caso contrario diga el tanto por cien?
- Si la respuesta anterior es NO que otro tipo de tareas realiza el operario.
- Categoría profesional de la persona dedicada a estos trabajos: Normalmente Peones de ingeniería y de construcción

Poner listado de aparatos necesarios para realizar el trabajo y coste de los mismos:

Coste de compra y gasto medio anual. Indicar coste de calibración en caso necesario.

- Cogedor
- Tolda de llenado
- Cono
- Coste de recipiente EN 12390-1

- Regla graduada
- Bandeja/chapa base
- Barra compactadora
- Otros: Aguja vibrante, mesa vibrante, maza para compactar.
- Llanas de acero
- Recipiente de reamasado
- Pala con boca cuadrada
- Material de desencofrado no reactivo:
- Mazo
- Marcado de probetas :
- Rollo Arpillera
- Flexómetro (calibración)
- Cronómetro
- Termohigrómetro (calibración)
- Etiquetas
- Cuadernos de formularios para rellenar
- PDA
- Otros : CITAR

Poner un listado de los pasos a seguir

- ¿Se realiza algún tipo de recepción de las probetas?
- Si la respuesta es SI ¿quién lo realiza, categoría del operario? ¿Qué tareas se realizan? ¿y realiza otras tareas además de esta?

Curado

- ¿Qué operario introduce y saca las piezas en la cámara (categoría), realiza otras tareas?
- ¿Coste de la cámara, incluyendo aspersores, estanterías, etc...?
- ¿Coste de mantenimiento?
- ¿Consumo de energía? Necesitaremos datos de facturas aunque sea de todo el laboratorio...
- ¿Consumo de agua?
- ¿Cada cuanto hay que comprar una sonda nueva? ¿coste de la sonda?
- ¿Cada cuanto hay que calibrarla? ¿coste de la calibración?

- ¿Existe algún laboratorio que lo realice de otra forma?

AJUSTE DE LA PROBETAS (Indicar sólo las que utilizan en su laboratorio.

Pulido: ilimitado.

- ¿Qué operario realiza el pulido (categoría), realiza otras tareas?
- ¿Coste y tipo de máquina-herramienta? Amortización se sacará de tablas.
- ¿Coste y vida de las herramientas? ¿cuántas se compran al año?
- ¿Coste anual de los consumibles (taladrina, agua, aceite,...)?
- ¿Consumo de la máquina al año en Kw/h o en euros?

Mezcla de azufre:

- ¿Qué operario realiza este proceso (categoría), realiza otras tareas?
- ¿Coste y tipo de máquina (del conjunto con extractor de humos, las máquinas de calentamiento, etc.? Amortización se sacará de tablas.
- ¿Coste de los consumibles (azufre, negro de humo, arena silicea fina, aceite mineral-desmoldante-...)? ¿Gasto anual en los mismos? ¿En qué unidades se compra el azufre?
- ¿Consumo de la máquina al año en Kw/h o en euros?

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN

Existen dos tipos de ensayos:

- 7 días (recomendable) : 2 probetas
- 28 días (obligatorio) : 2 probetas

Preguntas:

- ¿Qué operario realiza este proceso (categoría), realiza otras tareas?
- ¿Coste y tipo de máquina? Amortización se sacará de tablas.
- Tiene algún tipo de mantenimiento (el aceite del grupo hidráulico, por ejemplo?)
- ¿Consumo de la máquina al año en Kw/h o en euros?
- ¿Se calibra esta máquina? ¿coste de la calibración?

Si se realiza el cálculo de la densidad previamente: (No es obligatorio)

- ¿Se pesa con una balanza?
- ¿coste de la misma?

INFORME

- ¿Qué operario realiza este proceso (categoría), realiza otras tareas?
 - Revisión y firma persona cualificada : Jefe de Área (Técnico o Técnico Superior).
 - El informe lo emite el ordenador, ya que los datos se han ido informatizando.
- ¿Equipos que se utilizan en la emisión del informe?¿software?¿hardware?
 - Toma de datos: formulario papel, ordenador, otro....
 - Volcado de datos :
 - Informe :
 - Software Necesario :

COSTES GENERALES DEL LABORATORIO

- ¿Costes de eliminación de residuos? Necesitamos saber coste del contenedor y cuantos se piden al año.
- Costes administrativos de emisión de informes, envíos de informes.
 - Coste del envío en caso de que se envíe en papel.
- ¿Qué acreditaciones necesita el laboratorio para realizar este tipo de ensayos? ¿Costes de las mismas?
 - Coste de acreditación
 - Coste de implantación de Sistema de Calidad
 - Personal técnico necesario para la obtención de la acreditación.

¿Cuántas probetas se ensayan en este laboratorio?

¿Cuántos informes se emiten en este laboratorio?

Anexo II: Cuestionario de ensayos sobre Acero

RECOGIDA DE MUESTRAS

Vehículo:

- ¿Esta sólo dedicado a recogida de muestra u otros usos? ¿En caso contrario diga el tanto por cien?
- Furgonetas con dos asientos y con carter protegido. Y protecciones interiores ¿de que tipo? ¿coste?
 - Citroën-Berlingo
 - Renault Express
 - Mercedes Vito
 - Otros: Especificar:
- ¿kilometraje/año? No utilizamos los precios del BOE pq están por debajo de costes, es sólo la amortización fiscal.
- ¿gastos de mantenimiento?
- En caso de tenerla por renting apuntar coste/mes:

Operario:

- ¿Está sólo dedicado a recogida de muestra u otras actividades? ¿En caso contrario diga el tanto por cien?
- Si la respuesta anterior es NO que otro tipo de tareas realiza el operario.
- Categoría profesional de la persona dedicada a estos trabajos: Normalmente Peones de ingeniería y de construcción

(Suponemos que se hace en obra y que lo hace el mismo operario que recoge las muestras de hormigón por lo que sólo sería necesario el tema del % con respecto a hormigón. Luego para el vehículo y el operario sólo necesitaríamos información del %).

Equipos necesarios para la toma e identificación de la muestra:

Recepción de muestras en el laboratorio.

- ¿Se realiza algún tipo de recepción de las muestras?

- Si la respuesta es SI ¿quién lo realiza, categoría del operario? ¿Qué tareas se realizan? ¿y realiza otras tareas además de esta?

Extracción de la probeta

Calentamiento hasta 100°C : Equipo necesario; estufa eléctrica, coste :

ENSAYO DE TRACCIÓN

Marcado de la probeta según ISO 6892:1998:

- Equipos necesarios, uso, coste:
- Operario necesario, cualificación.

Equipo de ensayo:

- Coste del equipo y de sus calibración, que debe verificarse y calibrarse según la Norma ISO 7500-1
- Coste de herramientas (mordazas y otros) y consumibles, limpieza, etc...
- Coste del extensómetro o del equipo que se utilice en su lugar (necesitan calibración, en cuyo caso coste):
- Número de roturas/año :

ENSAYO DE DOBLADO

- Coste del equipo, coste de herramientas y consumibles, etc...
- Número de ensayos/año :

ENSAYO DE DOBLADO-DESDOBLADO (Se usa el mismo equipo que para la anterior)

- Número de ensayos/año :
- Para el proceso de envejecido: Estufa eléctrica : Coste del equipo y si es la misma que para el ensayo anterior ya está contada.
- Equipos que deban utilizarse para realizar mediciones: coste y coste de su calibración.
 - Lupa iluminada : coste
 - Proyector de perfiles : coste
 - Otros

ENSAYO DE FATIGA

Lo hacen laboratorios superespecializados – ACEDE MADRID, por lo que no creo que lo haga ninguno de los participantes en caso contrario incluir las preguntas correspondientes

ANÁLISIS QUÍMICO

En Valencia lo hace AIMME, por lo que no lo harán ninguno de los laboratorios participantes del estudio.

MEDICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y DETERMINACIÓN DEL ÁREA PROYECTADA DE LAS CORRUGAS O GRAFILAS.

- Equipos necesarios, uso, coste, así como coste de calibración en caso necesario.
 - Micrometros :
 - Pies de Rey:
 - Regla graduada:
 - Otros:
- Operario necesario, cualificación.
- Número de ensayos/año :

DETERMINACIÓN DE LA DESVIACIÓN RESPECTO DE LA MASA NOMINAL POR METRO: SECCIÓN EQUIVANTE

Cortar un trozo de acero pesarlo y medirlo

- Se supone que es a base de cálculos, en su caso equipo necesario y coste.
 - Cortadora de vaiven o radial :
 - Balanza con precisión de gramo:
 - Coste calibración de la balanza :
 - Balanzas (cantidad)
- Operario necesario, cualificación : G-10

INFORME:

- ¿Qué operario realiza este proceso (categoría), realiza otras tareas?
- ¿En que partes del proceso de ensayo es obligatorio que este presente o puede delegar en todas?
- ¿Equipos que se utilizan en la emisión del informe?¿software?¿hardware?

COSTES GENERALES DEL LABORATORIO

- ¿Costes de eliminación de residuos? Necesitamos saber coste del contenedor y cuantos se piden al año.
- Costes administrativos de emisión de informes, envíos de informes.



- Coste del envío en caso de que se envíe en papel.
- ¿Qué acreditaciones necesita el laboratorio para realizar este tipo de ensayos? ¿Costes de las mismas?
 - Coste de acreditación
 - Coste de implantación de Sistema de Calidad
 - Personal técnico necesario para la obtención de la acreditación.

¿Cuántas probetas se ensayan en este laboratorio?

¿Cuántos informes se emiten en este laboratorio?

