



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Edificación

Universitat Politècnica de València.

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación.

**DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA
GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE
CIMENTACIONES PARA INGENIEROS DE
EDIFICACIÓN.**

**Proyecto Final de Carrera, tipología científico-técnico realizado
por:**

Francisco Dios Calafat.

Dirigido y tutorizado por Luis Vicente García Ballester.

Junio 2011.



PROYECTO FINAL DE CARRERA: DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE CIMENTACIONES PARA INGENIEROS DE EDIFICACIÓN.

OBJETIVOS.

En la normativa vigente, la gestión de los procedimientos y su control de calidad es un objetivo básico del proceso constructivo. La actuación como profesional del Ingeniero de Edificación de acuerdo con la LOFCE y la LOE, se corresponde con varios de los agentes en ellas contemplados.

La sistematización de los procesos en los cuales se ve implicado como agente o como técnico, añadido a la cada vez más detallada especificación de requisitos de los oficios, conduce a la necesidad de poner en funcionamiento procedimientos de gestión que ayuden o faciliten el trabajo profesional.

No se trata de explicar a nadie la forma en que debe hacer las cosas, ni darle a conocer normativa para él desconocida. Se trata básicamente de aportar a un técnico, Ingeniero de edificación, unas herramientas ágiles para que pueda desarrollar los conocimientos que ya tiene adquiridos y aplicar una normativa que no le es desconocida.

Lo que se pretende es facilitar la labor de un Ingeniero de Edificación en el desarrollo de su trabajo profesional en el terreno específico de las cimentaciones.

El trabajo que nos ocupa, tiene un objetivo prioritario. Dicho objetivo consiste en facilitar la labor de un Ingeniero de Edificación en el desarrollo de su trabajo profesional en el terreno específico de las cimentaciones.

Y para ello, se desarrolla de una forma, lo más clara posible, una sistemática de actuación para la verificación de la calidad estructural en la edificación, tanto en fase de proyecto como en fase de ejecución.

El producto final de todo ello, son unas listas de comprobación, que deberemos llevar siempre junto a nosotros, cuando realicemos cualquier trabajo del ámbito del presente documento, para poder así realizar nuestro labor como Ingenieros de Edificación de una manera más cómoda, más eficaz, más clara y más productiva.



METODOLOGÍA EMPLEADA.

Para el desarrollo del proyecto, se ha estructurado el mismo en tres partes básicas.

En la primera parte, se desarrollarán varias de las tipologías constructivas existentes en cimentación, explicándolas brevemente, dando conocimiento de cada cimentación y de sus tipos. Se intentará visualizar cuando debemos utilizar un tipo de cimentación u otro, dando cuenta a su vez del proceso constructivo de cada tipología.

No se estudia toda la tipología existente de cimentaciones, o en su caso de trabajos geotécnicos especiales, se han elegido las más representativas, sin que por ello se desprecie ningún otro procedimiento existente, que dejamos, en todo caso, para un estudio posterior.

En segundo lugar encontramos un apartado al que denominamos *Procedimientos*.

La intención es dotar a cada uno de los procedimientos que se incluyen de un carácter individual, por ello, todos y cada uno de ellos disponen de una parte inicial que se repite, ya que entiendo que son puntos generales que deberían comprobarse en cualquier tipo de trabajo, y al final de cada uno, se establecen los puntos de control sobre los que se debe actuar, definiendo que se debe comprobar en cada caso particular. Son documentos que formarían separatas, y que por si solos aportarían la información necesaria para realizar cada cimentación.

Estos procedimientos, desarrollan a su vez la tercera parte, y más importante de este documento.

Y la tercera parte del proyecto, y el fin del mismo, son las listas de comprobación, que nos aportarán un control rápido, cómodo y completo de cada cimentación desde el proyecto hasta la ejecución. Listas que, llevaremos con nosotros, ingenieros de edificación, para como hemos dicho, facilitar nuestro trabajo en la ejecución y control de cada tipología constructiva de las cimentaciones.

Y como listas de comprobación, de cada una de las tipologías estudiadas, se realizará una lista de comprobación para poder ser utilizada en la fase de proyecto de la obra a realizar, y una segunda lista, para gestionar y controlar la propia ejecución.



RESUMEN TRABAJO.

El trabajo que nos ocupa, pretende realizar o desarrollar una metodología para la gestión y el control de calidad en el proyecto y la ejecución de algunas tipologías constructivas que vamos a englobar dentro del término Cimentaciones, aunque algunas de ellas, por si solas, no puedan considerarse exactamente como tales.

Para ello, lo primero que hacemos es a modo de introducción en la temática, **desarrollar cada tipología constructiva**, explicándola, aportando detalles o formas de trabajo, clasificaciones, tipos, etc. Se aporta la información fundamental de cada cimentación para poder desarrollar en el mismo punto, un proceso constructivo lógico para cada una.

Se empieza estudiando la descripción del sistema constructivo, detallando a continuación cuales son las unidades más frecuentes. Se continúa explicando el diseño y la elección según el trabajo a realizar del sistema.

Se adjuntan para una mayor comprensión gráfica, unos detalles constructivos de cada elemento, donde podemos ver los puntos conflictivos o a revisar y controlar para una correcta ejecución.

Según el caso se adjuntan unas indicaciones para las tareas previas a realizar para seguir a continuación con el proceso constructivo de cada elemento.

Primero estudiamos las **cimentaciones superficiales**, en las que englobamos los muros de sótano, (aún siendo elementos de contención), las losas de cimentación, y las zapatas, tanto corridas como aisladas.

Luego estudiamos las **cimentaciones profundas**, en concreto los muros pantalla, los pilotes prefabricados y los pilotes “in situ”.

Y para acabar con el apartado explicativo de cada tipología estudiamos algunos de los **trabajos geotécnicos** existentes, concretamente, las tablestacas, la inyección de mortero/lechada, el Jet Grouting y los trabajos con micropilotes.

Toda esta información nos sirve de base para, a continuación, desarrollar unos **procedimientos de trabajo** básicos que nos aporten toda la información necesaria para poder gestionar y controlar cada parte del proceso (proyecto, ejecución, control de lo ejecutado), dotándolo de la máxima eficiencia y calidad en la realización de nuestro trabajo.

Se revisa en cada procedimiento unos aspectos generales a tener en cuenta en cualquier tipo de trabajo a ejecutar, para finalmente particularizar en cada tipo de cimentación estudiado, marcando unos objetivos a cumplir que han de ser revisados y controlados.

Y para culminar con todo el proyecto, estos procedimientos se van a plasmar en unas **listas de comprobación**, objetivo de la realización del presente proyecto, listas que al ser breves, claras y manejables, vamos a poder llevar en todo momento para poder realizar cualquier comprobación que necesitemos del trabajo, que



PROYECTO FINAL DE CARRERA: DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE CIMENTACIONES PARA INGENIEROS DE EDIFICACIÓN.

estemos o vayamos a realizar. Listas que nos dotaran de una fácil gestión y control de los trabajos.

Estas listas nos van a facilitar el estudio previo de cualquier proyecto que tengamos que ejecutar, nos facilitarán las labores de control de la ejecución y nos aportarán datos significativos para una consulta posterior que pudiéramos necesitar.

Como ya hemos dicho, vamos a disponer de **listas de comprobación en fase proyecto**, que nos servirán para comprobar que el proyecto previsto de ejecución de los trabajos de cimentación, cumple con la normativa vigente, es adecuado para los trabajos a realizar, adecuado para el terreno donde vamos a realizarlo y coherente con la buena práctica constructiva.

Estas listas van a ser imprescindibles para poder realizar convenientemente nuestra tarea y para evitar, ya desde un principio, errores que con un estudio previo no vamos a tener. Estas listas nos van a facilitar enormemente los trabajos de ejecución y su correspondiente control mediante las listas pertinentes.

Y, tendremos **las listas de comprobación en fase ejecución**, que nos servirán, para una vez, habiendo comprobado que inicialmente (proyecto), todo era correcto, a la hora de ponerlo en práctica, se hace también de la mejor forma posible, cumpliendo con todos los requisitos que nos marca la normativa y el propio proyecto.

Y nos servirán, para una vez ejecutados los trabajos, poder comprobar que lo hemos hecho de una forma correcta, cumpliendo con todos los requisitos. Y para el caso, de que esto último no haya sido así, poder realizar comprobaciones de lo ejecutado para poder encontrar el error cometido y poder subsanarlo de la mejor forma posible.

En el trabajo también se incluyen en el apartado anexos, lo que denominamos instrucciones, que básicamente, forman un conjunto de información, que de una forma u otra, son parte del proyecto estudiado. Y no habiendo sido incluidos en ningún otro punto, aquí se estudian brevemente. Se repasa información básica referente al agua y el nivel freático, los refuerzos y mejora del terreno, los movimientos de tierra, el estudio geotécnico y su revisión y el procedimiento de hormigonado y encofrado.



CONCLUSIONES.

Al finalizar el trabajo final de carrera que aquí nos ocupa, la principal conclusión que a mi entender sale a la luz, no viene derivada del trabajo realizado, sino más bien del no realizado.

Al dar carpetazo al proyecto me di cuenta de que quizá un optimismo inicial desmesurado y un desconocimiento previo de algunas partes del proyecto me habían hecho abarcar demasiado, y esa es mi principal conclusión, para poder desarrollar el trabajo como se merecía, debería ser un trabajo muchísimo más extenso, ya que cada uno de los apartados del proyecto merecen por si solos un estudio particularizado y mucho más minucioso que el presente.

Aún así, y volviendo a la ejecución real del proyecto hay muchos datos que se pueden aportar.

La primera parte del proyecto aporta un conocimiento básico de las tipologías constructivas estudiadas, cuya revisión de vez en cuando la considero muy acertada.

La parte de procedimientos aporta un compendio de los controles a realizar en la ejecución y control de cada tipo de cimentación, necesario para poder desarrollar nuestro trabajo. Debemos conocer los procedimientos de ejecución y control de cada trabajo a ejecutar para poder dotar de toda la calidad que precisan. Debemos tener muy claros los procesos que son prescriptivos para cada trabajo en cimentaciones que realicemos.

Por último y, en vista de la realización final de las listas de comprobación, la revisión inicial de proyecto, de la documentación de los datos previos a cualquier trabajo, se me hace ahora imprescindible. No solo por los datos que aporta sobre cuál va a ser el trabajo a realizar, sino también, y si cabe con más relevancia, por las informaciones que nos da de cara a una ejecución final lo más eficaz posible, pues nos aporta el conocimiento de lo que vamos a hacer, de qué forma, con que limitaciones y porque; además de indicarnos cuales son las revisiones y/o pruebas imprescindibles o más convenientes a realizar.

Cada lista de comprobación además de ser un elemento de control de cada partida a ejecutar, sirve además para poder detectar y evitar errores posteriores en esta u otra partida, sirve también para, al descubrir patologías, errores o deficiencias, volvamos a consultarlas y detectemos la posible causa de las mismas, pudiendo así dar una mejor y más pronta solución a cada problema.

Debemos obligarnos más, como profesionales que somos, a realizar una, aún más, exhaustiva labor de vigilancia y control de todo aquello cuanto hagamos, como hemos dicho, partiendo desde la base de un proyecto, hasta la realización física del mismo, sin omitir detalle, sin dejar de controlar lo que debemos, sin revisar cualquier documento, sin pedir a quién fuera necesario todo aquel impreso, justificación o cualquier cosa que creamos oportuna en cada momento.



BIBLIOGRAFÍA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. AAVV, *Código técnico de la edificación*, Madrid, Tecnos, 2010.
2. AAVV, Instrucción de hormigón estructural, EHE 08, Ministerio de Fomento, 2010.
3. AAVV, *Ejecución de trabajos geotécnicos especiales*, Madrid, AENOR, 2001.
4. URBAN BROTONS, Pascual, *Construcción de estructuras. Hormigón armado, Detalles constructivos y perspectivas*, San Vicente, Alicante, Ecu, 2004.
5. URBAN BROTONS, Pascual, *Construcción de estructuras. Hormigón armado, Adaptado a las instrucciones EHE, EFHE y NCSE-02*, San Vicente, Alicante, Ecu, 2004.
6. BIOSCA G. DE TEJADA, Ferran. *Aplicaciones del jet grouting en la mejora de suelos*. Rodio Cimentaciones Especiales, S.A.
7. COMPANY GIRONÉS, Rafael, Todo lo que hay que saber sobre el código técnico de la edificación, Garceta Grupo Editorial, 2011.
8. JIMÉNEZ MONTOYA, Pedro. *Hormigón armado*. Gustavo Gili. 2010
9. JIMÉNEZ SALAS, José Antonio. *Geotecnia y Cimientos. Tomo I. Propiedades de los suelos y de las rocas*. Rueda. 2000.
10. JIMÉNEZ SALAS, José Antonio. *Geotecnia y Cimientos. Tomo III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia*. Rueda. 2000.
11. JIMÉNEZ SALAS, José Antonio. *Geotecnia y Cimientos. Tomo II. Mecánica del suelo y de las rocas*. Rueda. 1995.
12. CALAVERA RUIZ, José. *Cálculo de estructuras de cimentación*. Madrid, INTEMAC, 2000.
13. CALAVERA RUIZ, José. *Muros de contención y muros de sótano*, INTEMAC, 2001.
14. CALAVERA RUIZ, José. *Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado*. Instituto Nacional de Tecnología. 2005.
15. CALAVERA RUIZ, José. *Manual de detalles constructivos de obras de hormigón armado*. INTEMAC. 1993.
16. CALAVERA RUIZ, José. *Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón: en masa, armado y pretensado, de acuerdo con la EHE-08 y EC-2*. INTEMAC. 2008.
17. AAVV, *Mecánica del suelo y cimentaciones*. Fundación escuela de la edificación. 1986.



PROYECTO FINAL DE CARRERA: DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE CIMENTACIONES PARA INGENIEROS DE EDIFICACIÓN.

DIRECCIONES PÁGINAS WEB CONSULTADAS.

1. <http://rbconspiro.wordpress.com/2010/04/17/microcementos-para-lechadas-de-inyeccion/>
2. <http://www.archiexpo.es/fabricante-arquitectura-design/inyeccion-3811.html>
3. <http://www.geora.es/aplicaciones-inyecciones.php>
4. <http://vgatec.blogspot.com/2011/04/inyecciones-de-compactacion.html>
5. http://www.tablestacas.es/index_es.php
6. <http://www.publidis.net/webs/exemples/mecanotubo/tablestacas.htm>
7. http://www.acindar.com.ar/prod_12_Tablestacas.asp?menu=13
8. http://www.carreteros.org/normativa/pg3/articulos/6/v/a_673c.htm
9. <http://www.peikko.es>
10. <http://www.temas-estudio.com>
11. <http://www.todoarquitectura.com>
12. <http://www.arqhys.com/>
13. <http://www.udc.es>
14. <http://detallesconstructivos.cype.es/CSL.html>
15. <http://www.carreteros.org/normativa/ehe/apartados/59a.htm>