

1. INTRODUCCIÓ I MOTIVACIONS

2. OBJECTIUS I ABAST

### **3. ESTAT DE L'ART**

4. METODOLOGIA

4.1. INTRODUCCIÓ. ADAPTACIÓ DEL MÈTODE DELPHI

4.2. APLICACIÓ DEL SISTEMA D'AVALUACIÓ DE LA QUALITAT DELS PROJECTES D'URBANITZACIÓ

5. ELABORACIÓ I RESULTATS

5.1. ELABORACIÓ DEL QÜESTIONARI A PARTIR DEL LLISTAT DE PARÀMETRES

5.2. OBTENCIÓ DEL PES ESPECÍFIC DELS PARÀMETRES

5.3. DEFINICIÓ DEL FULL D'AVALUACIÓ DE PROJECTES

5.4. RESULTATS

6. CONCLUSIONS

7. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

8. AGRAÏMENTS

ANNEXES

### 3. ESTAT DE L'ART

Durant l'elaboració de la present tesina s'ha recopilat informació sobre estat l'estudi sobre quina és la situació actual en l'àmbit de la qualitat de projectes d'enginyeria civil, per tal de mostrar quina és la realitat en que ens trobem.

Si ens centrem en l'estudi de l'objectiu principal de la present tesina, que és la valoració quantitativa d'un projecte d'enginyeria civil, no s'ha trobat documentació bibliogràfica específic al respecte.

Aquest fet justifica plenament la raó de d'ésser d'aquesta tesina, que compta per tant amb el valor afegit de ser pionera al seu àmbit, i que podrà servir com a referència en futures feines d'investigació dins d'aquest camp.

En canvi si ampliem el camp de recerca, fixant-nos en el concepte més genèric de control de qualitat de projectes, es troben moltes referències centrades sobretot en procediments de seguiment del procés de realització del projecte, amb l'objectiu principal d'aconseguir "l'assegurament de la qualitat".

A continuació s'adjunten les més interessants de cara al desenvolupament de la present tesina.

Com explica detalladament Gutiérrez (2000), els mecanismes de control existents a Catalunya que tenen com a finalitat "assegurar" la qualitat dels projectes d'enginyeria civil, són els següents:

➤ **L'aplicació de la norma ISO 9001:**

És un sistema que poc a poc es va imposant en el mercat però que comporta un esforç important. De moment la implantació d'aquest sistema es restringeix majoritàriament a les grans empreses d'àmbit internacional per què per les petites i mitjanes empreses els suposa un esforç massa gran i els seus clients no ho exigeixen.

➤ **L'auditoria de qualitat:**

No és un sistema d'avaluació de la qualitat de projectes en sí mateix sinó que és un sistema de control sobre els procediments del sistema de qualitat. I la seva aplicació està estretament lligada al control de la ISO 9001. Per tant a banda de ser poc habitual, es restringeix a l'àmbit de les grans empreses.

➤ **La revisió de disseny:**

És una revisió tècnica dels documents que integren el projecte per una empresa diferent de la que ha elaborat el projecte. És un tipus de revisió que tot i poder-se fer seguint un procés definit no té un model estàndard d'aplicació doncs cada empresa estableix el seu procés. I curiosament el cas més comú d'aplicació és el de realitzar la revisió sense procés definit.

➤ **La supervisió d'un projecte:**

És un control de qualitat del procés d'elaboració del projecte realitzat per una empresa externa que està orientat a obres de gran volum o importància.

És interessant comentar que la conclusió que s'obté al respecte, és que mentre que per les grans empreses el futur passa inexorablement per la implantació de la ISO 9001, per les petites i mitjanes empreses l'únic tipus de control possible és la revisió de disseny, que actualment s'està aplicant de forma aïllada i sense una sistemàtica d'implantació definida.

Heredia (1999), també descriu quins procediments existeixen i es fan servir actualment, incidint en conceptes com són "el pla de garantia de qualitat", "el pla de control de qualitat", "l'auditoria de projectes" i "d'altres revisions de projectes tècnics", que es resumeixen a continuació:

**Pla de Garantia de la Qualitat en la fase de "definició" del Projecte**

La fase de "definició" correspon a la redacció dels projectes tècnics bàsic i d'execució, que també pot refundre's en només un. El Pla d'Assegurament de la Qualitat haurà de contenir les bases i criteris a seguir per projectar. Aquestes bases i criteris poden conformar un document que ampliant, l'especificació de les "característiques substitutives de la Qualitat Veritable", explícit de forma inequívoca tant les implantacions –layouts- del que s'ha de projectar i construir, com les característiques essencials de tots i cadascun dels sistemes que componen l'obra o Projecte a construir.

Aquestes característiques essencials hauran d'incloure tots els criteris de disseny i de càlcul, així com explicitar aquells detalls de construcció/instal·lació que, per ésser d'autèntica importància, no s'hauran de deixar a la lliure interpretació.

Aquest document de “bases i criteris de disseny/projecte” definirà l'especificació de qualitat al seu sentit de “característiques substitutives” de la qualitat veritable. Haurà d'estar complementada amb una especificació que defineixi l'abast que ha de contenir el projecte tècnic, en quant al seu grau de detall i terminació; aquesta especificació té per objecte que no quedi res per definir; ni a l'execució d'obres civils ni d'instal·lacions.

Si no es definís com ha de ser tot el que constitueix el projecte/Obra, faltarien les claus per a establir la Qualitat, així com el Cost de l'obra, i també s'incidiria en el termini de construcció. S'ha de tenir en compte que el projecte tècnic té la seva continuació en la pròpia execució de la construcció.

Evidentment, el Pla d'Assegurament de la Qualitat haurà de contenir també les accions de control a efectuar durant aquesta fase de definició del Projecte que la redacció del projecte tècnic. A tal fi s'haurà de preveure que aquest control es realitzi per una entitat independent del projectista.

El patró de comparació per a efectuar el control haurà de ser el document de “bases i criteris de disseny/projecte” complementat amb les “regles de l'art” de projectar i amb les especificacions d'abastament. El control haurà de centrar-se en que el projecte d'execució sigui complert i no tingui indefinicions que deixin parts de la construcció sense incloure ni definir adequadament; també incidirà en els aspectes de correcta constructibilitat.

Per últim, el control del projecte també hauria de realitzar les feines d'enginyeria de valor, que consisteixen en proposar solucions alternatives amb la mateixa funcionalitat i un cost més baix. La finalitat del control de qualitat en aquesta fase és aconseguir que l'obra compleixi amb tota l'especificació de qualitat que satisfaci a l'usuari.

### **Pla de control de qualitat de la definició del projecte: Projecte Tècnic**

La major part dels defectes que s'observen en construcció –falta de qualitat- provenen d'errors i/o indefinicions als documents que integren el projecte tècnic, en qualsevol de les seves dues etapes, projecte bàsic i d'execució.

El primer pas a donar per a la constitució del Pla de Control de Qualitat del Projecte Tècnic és el de realitzar una bona especificació o definició de les característiques de la “qualitat veritable”. Aquestes darreres seran les que han de recollir-se en un primer document tècnic, bastant més ampli que el tradicional avantprojecte (que ara molts denominen projecte bàsic).

Aquest primer document, que podria anomenar-se “especificació inicial de configuració del projecte”, conjuntament amb un altre que contingues les “Bases i Criteris de Disseny del Projecte”, conformarien el primer patró de comparació o “especificació” a la que ha de conformar el projecte tècnic en qualsevol de les seves etapes de redacció.

En aquest últim document, com a criteris de disseny s’haurien d’incloure tots els Reglaments, Normes i Instruccions que siguin aplicables a la redacció del projecte; tot ell, conjuntament amb les “regles de l’art” de cada tecnologia, al seu punt de coneixement més actual, constitueix el patró de comparació per a la obtenció de qualitat; evidentment, sense oblidar que el projecte tècnic, al constituir la definició del que s’ha de construir, no pot deixar res sense la definició precisa.

Qualsevol oblit tindrà una incidència immediata sobre la qualitat i el cost de l’obra. Així, el control de la qualitat del projecte tècnic, realitzat mitjançant la seva revisió o auditoria, serà la de verificar la qualitat de la conformitat amb l’especificació composta pels document citats: “especificació inicial de configuració del projecte” i “bases i criteris de disseny del projecte”, complementats amb l’adequació a les “regles de l’art” de l’Arquitectura i l’Enginyeria.

Actuant d’aquesta manera es transcendeix del concepte de qualitat, inclòs de l’establert per la Unió Europea a la seva Directiva de Productes, que només indica com a criteris essencials per a obtenir la qualitat, els que segueixen i que serien per tant, els únics que conformarien la “especificació” de comparació.

Aquests requisits, al meu entendre insuficients, són:

### 1. RESISTÈNCIA MECÀNICA I ESTABILITAT

Les obres s’hauran de projectar i construir de forma que les càrregues a que puguin veure’s sotmeses durant la seva construcció i utilització no provoquin cap dels següents resultats:

- a) esfondrament total o parcial de l’obra
- b) deformacions importants de grau inadmissible
- c) deteriorament d’altres parts de l’obra, dels accessoris o de l’equip instal·lat, com a conseqüència d’una deformació important dels elements sostenidors

d) danys per accident de conseqüències desproporcionades respecte la causa original

## 2. SEGURETAT EN CAS D'INCENDI

Les obres hauran de projectar-se i construir-se de forma que en cas d'incendi:

- a) la capacitat de sustentació de l'obra es mantingui durant un període de temps determinat
- b) l'aparició i la prolongació del foc i el fum dins l'obra estiguin limitats
- c) la propagació del foc a obres veïnes estigui limitada
- d) els ocupants puguin abandonar l'obra o ser rescatats per altres mitjans
- e) es tingui en compte la seguretat dels equips de rescat

## 3. HIGIENE, SALUT I MEDI AMBIENT

Les obres hauran de projectar-se i construir-se de forma que no suposin un amenaça per a la higiene o per a la salut dels ocupants o veïns, en particular com a conseqüència de qualsevol d'aquestes circumstàncies:

- a) fuites de gas tòxic
- b) presència de partícules o gasos perillosos a l'aire
- c) emissió de radiacions perilloses
- d) contaminació o enverinament de l'aigua o del sòl
- e) defecte d'evacuació d'aigües residuals, fums i residus sòlids o líquids
- f) presència d'humitat a llocs de l'obra o superfícies interiors de la mateixa

#### 4. SEGURETAT D'UTILITZACIÓ

Les obres s'han de projectar i construir de forma que la seva utilització o el seu funcionament no suposi riscos inadmissibles d'accidents com relliscades, caigudes, col·lisions, cremades, electrocució o ferides originades per explosió.

#### 5. PROTECCIÓ CONTRA EL SOROLL

Les obres s'han de projectar i construir de forma que el soroll percebut pels ocupants i les persones que es trobin a les proximitats es mantingui a un nivell que no posi en perill la seva salut i els permeti dormir, descansar i treballar en condicions satisfactòries.

#### 6. ESTALVI D'ENERGIA I AÏLLAMENT TÈRMIC

Les obres i els seus sistemes de calefacció, refrigeració i ventilació s'hauran de projectar i construir de forma que la quantitat d'energia necessària per a la seva utilització sigui moderada, donades les condicions climàtiques del lloc i dels seus ocupants.

Als sis requisits anteriors que fan referència, encara que no exclusivament, a productes (materials, equips, instal·lacions...), poden afegir-se els següents que es refereixen fonamentalment al Projecte:

#### 7. COMODITAT

La concepció de l'obra, el seu disseny i execució han de ser tals que els usuaris es trobin còmodes a la mateixa, sense tenir que realitzar esforços físics, desplaçaments, etc. Innecessaris i sense que existeixin barreres arquitectòniques per a persones minusvàlides temporal o permanentment.

#### 8. ECONOMIA

L'obra ha d'entrar dins d'un cost raonable, tant de primer establiment com de conservació.

#### 9. ESTÈTICA I ADEQUACIÓ AMBIENTAL

L'obra ha de ser bella i ha d'integrar-se harmònicament al seu entorn. No ha de perjudicar a les construccions veïnes ni degradar la qualitat de vida del medi que l'integra.

## **Auditoria del Projecte Tècnic**

Aquesta Auditoria o Revisió externa mai s'ha de confondre amb la comprovació que sempre ha de fer el projectista.

Intenta que terceres parts, de nivell tècnic igual o major que el que té l'equip projectista, verifiquin tots els aspectes del projecte tècnic relacionats amb la qualitat, la seguretat i el cost, assegurant que, a més, no existeixen indefinicions –buits- que condueixin a la resolució de detalls de construcció a la pròpia obra.

Aquest “pla de control de qualitat”, que és en el que consisteix la Auditoria o Revisió del projecte tècnic, ha d'especificar-se en un document. La seva execució es pot realitzar de dos formes: una, amb el projecte tècnic acabat i presentat pel seu projectista com un “producte acabat”; aquesta forma d'actuar donarà lloc a consumir un termini complementari que, sens dubte, allargarà la fase del procés del Projecte corresponent a la seva definició.

Realitzar la Revisió amb el projecte tècnic acabat és millor que no fer-la, però és preferible la segona forma, que consisteix en la revisió continua, segons s'avança en la redacció del projecte, mètode que utilitza el temps amb major eficàcia. A tots dos casos, l'Equip extern de Revisió, haurà de redactar els informes corresponents.

Encara que la revisió haurà d'afectar tots els documents d'un projecte tècnic, al nostre judici, s'ha de posar èmfasi a la revisió de les memòries i els seus annexes de càlcul així com a la dels plànols.

Al respecte, no s'ha d'oblidar, a efectes pràctics, que els únics documents del projecte tècnic que s'utilitzen en obra per construir són els plànols i que en ells s'haurà de consignar, mitjançant dibuixos o notes escrites, tot el que sigui pertinent per a disposar de definicions completes, tant de conjunt com de detalls constructius, qualitat de materials, procediments especials de construcció, etc.

En la meua opinió, l'únic document, que encara que sigui necessari, no s'ha d'utilitzar per construir, és el Pressupost, tant al que conté d'unitats d'obra ni als amidaments de les mateixes.

De nou s'adverteix que les revisions dels projectes tècnics s'han de realitzar per tècnics amb la qualificació precisa, que comporta que, com a mínim, el seu nivell sigui el mateix que el de les persones que formen l'equip redactor del projecte tècnic.



També que el procés de Revisió/Auditoria és i s'ha de prendre com a un control necessari per assegurar que l'especificació de la construcció, que és el que significa el projecte tècnic, sigui el millor possible.

Només quan això és així, la fase següent, el control de qualitat adquireix tot el seu sentit, ja que aquesta, només és un control de conformitat amb l'especificat al projecte tècnic.

Els diferents aspectes als que s'ha de referir la Revisió/Auditoria, son:

a) **Memòria justificativa**, que en general haurà de formar part del projecte bàsic (si existeix). Aquesta memòria haurà de contenir la justificació del concepte global del projecte tècnic, que haurà de conformar-se amb els documents "especificació inicial de configuració del Projecte", i "bases i criteris de disseny". També haurà de justificar totes les solucions adoptades, citant les que segueixen els criteris ja establerts, o bé d'aquells que no ho estiguessin.

Molts professionals realitzen "Memòries descriptives" a les que es limiten a escriure la descripció dels plànols, fet que al meu parer, no té gaire interès, precisament per que el projecte ha de contenir plànols complets, i aquests es poden llegir.

b) **Annexes de càlcul a la Memòria**, en els que s'han de comprovar les bases de partida (o de càlcul), així com la Reglamentació i Normes que s'hagin aplicat.

Amb respecte a la utilització de Normes, Instruccions i Reglaments, recordo que la utilització de Reglaments és obligatòria, però no així les Normes i Instruccions.

Aquestes poden no utilitzar-se però en tal cas, a l'Annex corresponent s'haurà de justificar per que no s'utilitzen així com el perquè s'adopta un criteri diferent. Si aquest fos el cas, el responsable legal del projecte tècnic ha de ser conscient de la responsabilitat que assumeix, que és completa. Cas en que sembla lògic i justificat no utilitzar les Normes i Instruccions, és quan aquestes han quedat teòricament obsoletes per l'avanç de la Tecnologia corresponent.

Detallant una mica més, es poden indicar els següents aspectes per a la seva comprovació:

1. Annex de càlcul de fonaments i estructura.
    - Documentació geotècnica
    - Càlculs estructurals
  
  2. Annexes de càlcul d'instal·lacions elèctriques.
    - Càlcul de càrregues (potències)
    - Instal·lacions d'Alta Tensió (A.T.)
    - Instal·lacions de Baixa Tensió (B.T.)
    - Instal·lacions d'enllumenat
    - Instal·lacions especials
    - Instal·lacions de telefonia
    - Instal·lacions per a xarxes informàtiques
  
  3. Annexes de càlcul d'instal·lacions d'automatització del projecte.
  
  4. Annexes de càlcul d'instal·lacions de climatització
  
  5. Annexes de càlcul de lampisteria
  
  6. D'altres instal·lacions
  
  7. Verificació del compliment de recomanacions efectuades per Protecció Civil de cada municipi (Bombers)
- c) **Especificacions i/o Plecs de Prescripcions Tècniques** per a materials i/o execució als que s'haurà de comprovar la seva adequació a cada projecte concret, evitant l'ús de documents genèrics sense adaptar el cas específic.

d) **Plànols**, que donat que constitueixen el document més important per a l'execució, han de ser objecte d'una atenció especial.

Les comprovacions mínimes han de ser:

- 1) que als aspectes generals, els plànols reflecteixin les determinacions de les Memòries justificatives i dels seus Annexes de càlcul.
- 2) en aspectes formals, que els plànols estan realitzats en formats normalitzats, preferentment unificats en una o dues mides, amb simbologia normalitzada i escales adequades.
- 3) que existeix la corresponent coordinació i coherència entre els plànols generals i de detall dels diferents subsistemes del Projecte, així com que no es produeixin interferències entre subsistemes.
- 4) que als plànols estan adequadament tractades les àrees d'interfase entre subsistemes, així com que queda clarament definit a quin subsistema s'assigna cada interfase.
- 5) que els detalls constructius, a més de definir amb exactitud i sense imprecisió cada unitat constructiva, mostren la relació entre diferents unitats.
- 6) que els plànols contenen, en notes, un resum de la part substantiva de cada especificació aplicable al tema del plànol.
- 7) quan s'utilitzen sistemes/procediments constructius protegits per propietat, donar detalls generals i exigir l'entrega de plànols finals o de "taller", que s'hauran d'aprovar oportunament. En aquest cas, pels detalls, s'hauran de preveure solucions tipus, que s'adaptaran posteriorment al sistema realment utilitzat.

d) **Amidaments**, que donat que constitueixen el document més important per a l'execució, han de ser objecte d'una atenció especial.

- 1) Els amidaments han de ser complets; si és possible no s'utilitzarà el sistema de "partida alçada", excepte els casos que estigui recolzada per un pressupost –estimació de cost- complementari i detallat, que pugui ser una pre-oferta o oferta d'un subministrador.

2) que es refereixen a tots els subsistemes del projecte.

### **Altres revisions de projecte tècnic**

Temes d'importància que s'han de comprovar en un projecte tècnic, són tots els relacionats amb el medi ambient. Són molts els projectes han de contenir un Estudi d'Impacte Ambiental –EIA-. Quan l'EIA existeixi, o bé quan sigui precís, totes les dades i conclusions del projecte tècnic s'hauran de comprovar amb aquesta finalitat.

Per altra banda, també cal sotmetre els projectes tècnics a una revisió/auditoria específica, quan per a la construcció s'hagin especificat materials i/o sistemes constructius avançats i/o nous, sobre els que no es disposi de suficients dades experimentals en quant al seu comportament. Aquesta revisió haurà de realitzar-se per autèntics especialistes en cada tema, amb l'objectiu que tingui valor de referència.

En definitiva, es descriuen diferents eines que s'utilitzen actualment a les fases corresponents al disseny i la redacció, i que ens permeten “assegurar” o “garantir” la qualitat del procés d'elaboració del projecte tècnic, però en cap cas s'avalua la qualitat d'aquests projectes.

Un aspecte important dins l'actualitat del control de projectes són les entitats/oficines que realitzen aquest control/revisió. Sobre aquest punt, i més concretament sobre la reticència que suscita la seva existència entre els professionals de l'àmbit dels projectes d'enginyeria, Calavera (1999), escriu el següent:

### **Control de projectes**

L'oposició que a vegades apareix al Control de Projecte és sorprenent en un país que des de fa dècades té establertes les Oficines de Supervisió en els Organismes Públics, la missió dels quals és precisament realitzar el Control dels Projectes per Arquitectes i Enginyers diferents d'aquells que els han realitzat.

És forçós confessar que les Oficines de Supervisió al llarg del segle han estat objecte en general d'una gran escassetat de mitjans i que la seva tasca, amb notables i honoroses excepcions, ha estat més una tasca burocràtica, més cenyida als aspectes formals i econòmics que a una autèntica revisió tècnica del Projecte, per que anava justa de mitjans, tot i l'enorme responsabilitat penal que pot representar.

Tanmateix, la recent revisió de la Llei de Contractes de l'Estat i la seva substitució per la nova Llei de Contractació de les Administracions Públiques és evident que forçarà a l'Administració a reaccionar dotant d'un sistema eficaç als Supervisors per que puguin acceptar la responsabilitat que la nova legislació els atorga.

Finalment i per concloure amb el repàs de la situació actual, és obligat destacar la publicació al Butlletí Oficial de l'Estat -BOE- del 24/04/2002, de la UNE 157 001 "Norma Sobre Proyectos", amb el títol "Criterios generales para la elaboración de proyectos".

Aquesta Norma sobre projectes, es redacta per donar resposta a una sèrie de necessitats i amb un objecte i camp d'aplicació que es descriuen a continuació:

### **Introducció**

El creixent número de projectes, destinats a la materialització del seu objecte, o a la seva autorització o registre administratiu, porta cada cop més a la necessitat d'establir una garantia, i això tant pel promotor del projecte, com pel responsable de la seva materialització, o les administracions implicades i els usuaris finals, de que el projecte és adequat a l'ús a que està destinat.

La consecució d'aquesta garantia porta a l'acreditació d'entitats que, tenint entre els seus objectius donar una garantia de la qualitat dels projectes que es visin, decideixin utilitzar aquesta norma per certificar que un projecte és conforme a ella.

### **Objecte i camp d'aplicació**

Aquesta norma té per objecte establir les consideracions generals que permetin precisar les característiques que han de satisfer els projectes de productes, obres i edificis (exclosos habitatges), instal·lacions (incloses instal·lacions d'habitatges), serveis o suports lògics (software), per a que siguin conformes a la finalitat a que estan destinats.

No és objecte d'aquesta norma determinar els mètodes i processos específics d'elaboració del Projecte ni la materialització del seu objecte, aspectes que poden estar contemplats a d'altres normes.

El major o menor desenvolupament dels aspectes indicats a aquesta Norma dependrà del tipus de Projecte que es tracti i del seu destí, que vindran determinats a les diferents normes que puguin complementar aquesta.

Com es pot veure, aquesta Norma respon sobretot a unes necessitats administratives per tal que els projectes que s'han d'aprovar per part de diferents organismes i administracions, segueixin unes directrius clares, i per tant representa un avanç en aquest àmbit, sense incidir directament en la qualitat final del projecte.

#### Síntesi de l'ESTAT DE L'ART

---

Els procediments que existeixen actualment a Catalunya per a controlar la qualitat dels projectes d'enginyeria civil són la norma ISO 9001, les auditories de qualitat, la revisió de disseny, la supervisió de projectes i els Plans d'assegurament de la qualitat (associat al concepte de qualitat total).

Els organismes públics per la seva banda, tenen oficines de supervisió per realitzar control de projectes, però la realitat és que la seva feina és més aviat burocràtica i centrada en aspectes formals, que no pas una autèntica revisió del projecte.

Finalment, acaba de publicar-se una Norma UNE amb el títol "Criterios generales para la elaboración de proyectos", que té com a principal objectiu resoldre necessitats administratives, sense incidir directament en la qualitat del projecte.

Amb tot això veiem que existeixen diferents procediments de control de qualitat del procés de redacció de projectes, però no n'hi ha cap que controli la qualitat del producte resultant, és a dir el projecte, que és l'objectiu de la present tesina, l'avaluació de la qualitat dels projectes.