

## CAPITOL X

=====

C O N C L U S I O N S

## 10.1 RAÓ DE SER D'AQUESTA TESI

D'alguna manera, quan es va presentar el tema d'aquesta Tesi, allà l'any 1978, per tal que fos aprovat, s'endevinava el sentit pragmàtic que es vessa tot al llarg dels anteriors nou Capítols.

El desenvolupament de la professió ens ha portat (a l'autor i als col·legues amb qui ha col·laborat) davant d'una sèrie de treballs, sempre dins del món de les estructures, on ens trobàvem totalment desemparats, quant a suport teòric es refereix.

Els casos amb estructures de cables, tensades o pneumàtiques amb lona, etc. que havíem afrontat, se'ns escapaven per manca d'una base teòrica que tractés aquest tema des del començament.

Naturalment, però, ens en vam sortir.

Sempre, al tècnic, davant un camp d'insuperable dificultat teòrica, li queda la solució d'assimilar aquests problemes a d'altres que ja coneix i que, per tant, li donaran la sortida a l'atzucac en què es troba.

Tanmateix, aquest fet produeix un neguit, si més no, dins l'ànim investigador de l'individu. No es pot romandre tranquil quan hem vist coartades les nostres possibilitats per culpa del desconeixement.

Cal saber !

I aquesta ha estat la raó de ser d'aquesta Tesi. Hem volgut partir de la base elemental d'un cert tipus d'estructures: Estructures de Barres, totalment articulades, amb grans Deformacions. Així, des del Capítol I fins al Capítol IX hem anat aprofundint fins a demostrar la viabilitat d'un Càlcul i d'un Disseny que fins ara ens era inabordable directament.

Naturalment, de tot aquest treball, se n'ha de poder treure alguna conclusió important que sigui, de fet, l'essència de la Tesi. És a dir, sigui la Tesi en si mateixa. I heus-la aquí:

#### 10.2 TESI

El conjunt d'aquests estudis desenvolupats a través de nou capítols ens permet establir la següent:

#### T E S I :

TOTA ESTRUCTURA DE BARRES; TOTALMENT ARTICULADES, AMB GRANS DEFORMACIONS POT SER CALCULADA (I PER TANT DISSENYADA) A TRAVÉS D'UN PROCÉS ITERATIU QUE ENS DURÀ A L'ESTAT REAL D'EQUILIBRI AMB QUALSEVOL DEFORMACIÓ.

LA RAPIDESA I PRECISIÓ DEL MÈTODE ITERATIU, ÉS A DIR, LA SEVA CONVERGÈNCIA, ESTARAN EN FUNCIÓ DEL TIPUS DE RIGIDESA DE L'ESTRUCTURA I DEL CONTROL DE LA DEFORMACIÓ APLICAT A CADA ITERACIÓ.

AQUESTA RIGIDESA DE L'ESTRUCTURA DEPENDRÀ D'UNS VALORS PROPIS DE CADA BARRA, QUE ANOMENEM RIGIDESA LINE-

AL I RIGIDESES TRANSVERSALS , QUE SÓN A L'ENSEMS FUNCIO DE L'ESTAT DE TENSIONS PROPI DE L'ESTRUCTURA A CADA ITERACIÓ.

### 10.3 UTILITAT

Aquesta Tesi, tal com s'ha comentat vàries vegades al llarg del seu desenvolupament, vol ser una eina de treball pels professionals, tècnics, etc. que exerceixen les seves funcions dins el camp de les estructures molt deformables.

Ara bé, com tota eina complexa, la seva utilització precisa un aprenentatge. Aprenentatge que podem diferenciar en dos apartats: aprenentatge d'ús i aprenentatge d'aplicació.

El primer d'ells, l'aprenentatge d'ús és ben senzill per tot aquell que estigui avesat a tractar amb programes d'ordinador escrits en FORTRAN.

Caldrà, tanmateix, adaptar aquest programa TEP32 a la capacitat de memòria pròpia de l'ordinador amb el qual es vulgui processar el problema concret, així com algunes instruccions que fan el tractament d'arxius. Aquesta feina, però, és inevitable quan es canvia d'ordinador i, d'altra banda, molt senzilla de realitzar.

No obstant, quant a l'aprenentatge d'aplicació la cosa ja no és tan immediata. Al Capítol IX s'han mostrat uns casos d'aplicació típics; tanmateix, a cada cas serà el criteri del dissenyador o calculista qui crearà el procés a seguir per tal de dur a terme una aplicació determinada. D'ell dependrà el model de Malla Unitària

escollit, els esforços o deformacions aplicats a l'hora de cercar les distintes formes, la deformació màxima permesa a cada iteració, etc. etc.

Aquest serà, doncs, un aprenentatge d'experiència. Quant més s'utilitzi el programa, més se'l coneixerà i, per tant, més útil sens tornarà.

Al mateix temps, tal com ja ho hem deixat entreveure altres vegades, s'aniran descobrint nous camps d'aplicació de la teoria i pràctica exposades en aquesta Tesi.

#### 10.4 MODIFICACIONS

És evident que a través d'una familiarització amb l'eina, (programa TEP32), aquesta podrà ser modificada en funció de l'ús al qual és destinada.

Havent muntat el programa TEP32 a base d'una sèrie de subrutines, se'ns obre la possibilitat, tant de modificar-lo com d'afegir-n'hi altres de noves.

La possibilitat d'utilització de Plotters, terminals amb Pantalles Gràfiques, etc. (instruments dels quals no ha disposat l'autor d'aquesta Tesi) obren tot un món nou al procés d'iteració utilitzat.

Des de la modificació dels paràmetres propis de l'estructura, durant el càlcul, en funció dels gràfics que se'ns mostraran a cada volta, fins a la utilització d'aquells aparells abans esmentats com a entrada de dades, passant per altres possibilitats que ara se'ns escapen de la imaginació, trobariem un repertori de noves possibilitats que, sense dubte, incidiran en la manera de dissenyar i calcular aquest tipus d'estructures que

han estat el 'leit motiv' d'aquest treball. I encara, que és més important, ens donaran la clau per a obrir un niu de possibilitats fins ara tancades al projectista que no disposava d'un entorn tècnic ni d'investigació, tan migrat al nostre país.

#### 10.5 FUTUR

No voldriem acabar aquesta Tesi sense deixar de fer una visió al futur. Naturalment, el que ara seguirà no és una premonició, sinó un desig.

Voldriem que aquesta Tesi, a part del seu funcionament com a eina, ja comentat, fos el revulsiu, el punt d'arrancada per altres estudis teòrics sobre el camp de les estructures molt deformables.

No sabem si aquest futur vindrà a través de les tècniques dels Elements Finites, si serà a través de nous mètodes d'assimilació d'estructures superficials o volumètriques a estructures de barres, si serà a través d'estudis en plasticitat que substituiran a la Hiperelasticitat definida al Capítol I d'aquesta Tesi, o qualsevol altra possibilitat.

Tanmateix, del que sí està convençut l'autor d'aquesta Tesi és de que aquest no serà un treball per a ser arxivat, sinó que s'ha de transformar en el revulsiu necessari per tal de desenvolupar una tasca d'investigació tecnològica o teòrica, tant se val, que, com a la majoria dels camps, està adormida a casa nostra.

És per això que des d'aquí, des d'aquestes darreres ratlles fem el ferm propòsit de no aturar-nos i de

seguir treballant, així com d'intentar per tots els mitjans, crear el brou de cultiu necessari per tal de no trobar-nos sols en aquest treball.

Tant de bó que això fos així.

Barcelona, abril de 1981

.....  
.....

CAPITOL XIV A R I S

## 11.1 CONTINGUT

En aquest capítol hi volem recollir tota una informació que d'alguna manera no forma part del cos teòric que és aquesta Tesi.

Tanmateix, per tal com puntualitza una sèrie d'extrems, aclareix el perquè i el com ha estat fet aquest treball, aporta més informació, etc. hem cregut convenient de recollir tot aquest material dins aquest pseudo-capítol onzè.

Així doncs, a les pàgines següents hi trobem, sense cap estructura rígida d'exposició, una sèrie d'agraïments, a persones i entitats, un recull dels ordinadors que han estat el suport numèric d'aquesta Tesi, el tipus de bibliografia que ha estat utilitzat, formant el que podria ser considerat com l'anex d'aquesta Tesi.

Al moment de donar per acabada aquesta Tesi Doctoral és quasi imprescindible tornar la vista enrera per tal de veure com ha arribat a ser possible aquest treball.

Es fa realment difícil recordar tots els moments importants, a nivell de decisió, de superació d'atzucacs, de consecució de fites teòriques, etc. que han anat marcant aquest període. Per tant, també es fa una mica difícil recordar totes aquestes persones que han tingut, sense eufemismes, una participació totalment transcendent durant el desenvolupament de la Tesi.

Tanmateix, això no ha de ser excusa que em faci estalviar el meu agraïment vers ells. A aquells que no nombri, vagin les meves més sinceres disculpes i la meva gratitud augmentada, per tal de reparar el meu oblit.

En primer lloc voldria fer esment del meu apreciat company, en Francesc Albardané i Llorens, ja que va ser ell, anys enllà, qui em va fer entrar en contacte amb el món de les estructures lleugeres, món al qual mai no se m'havia ocorregut de treballar.

Al professor Kazuo Ishii, de la Universitat Politècnica de Yokohama (Japó) li haig d'agrair, a part de la seva col.laboració personal durant l'estiu de l'any 1979, l'haver estat, mitjançant els seus treballs i publicacions, el model de desenvolupament teòric del meu treball.

No podria oblidar, per llarga i totalment imprescindible, l'ajut prestat per l'equip del Centre de Càlcul del Col·legi Oficial d'Arquitectes de Catalunya. Ells han posat, amb una amabilitat que no es pot pagar, a la meva disposició hores de treball i el seu ordinador, eina sense la qual hagués estat impossible de tirar endavant, en



absolut, res del que ha estat fet.

Al meu pare, per la seva col.laboració en la revisió de tots els textos escrits. Feina anònima, però de gran importància per tal com evita errors que farien més difícil la lectura d'aquells textos.

Als companys de despatx els agraeixo la paciència que han tingut suportant amb comprensió els meus neguits, estats d'ànim variables i mals humors deguts a la tensió que comporta desenvolupar un treball de creació durant gairebé tres anys.

Per últim, però primer en importància, el meu reconeixement al Tutor d'aquesta Tesi per l'ajut, atenció, ànims i suport donats en tot allò que m'ha calgut durant l'elaboració de la Tesi.

A tots ells, i als que m'oblido: Gràcies.

El suport tècnic d'ordinador utilitzat per tal de dur a terme aquesta Tesi Doctoral, ha estat, per ordre cronològic, el següent:

FACOM 230 - BOS 2

Centre de Càlcul de la Universitat Politècnica de Barcelona

HITAC 8800 / 8700 OS-7

Computer Centre the University of Tokyo

NOVA 840 Data General

Col.legi Oficial d'Arquitectes de Catalunya

VAX 11 / 780 Digital Equipment Corporation

Col.legi Oficial d'Arquitectes de Catalunya

Atesa la mateixa essència d'aquesta Tesi, és a dir, tenint en compte que hem desenvolupat un estudi que pràcticament parteix de zero, ha estat una mica difícil de trobar una bibliografia que ens documentés el tema que hem tractat.

Tanmateix, mentiríem si afirméssim que no hem consultat molts llibres, els quals, si més no, ens van ajudar a decidir com plantejar i desenvolupar un estudi teòric des de la base.

Al mateix temps, tal com hem repetit manta vegades al llarg de la Tesi, aquesta, a pesar de ser una Tesi teòrica, està pensada per a incidir en el camp de les estructures lleugeres. I és precisament d'aquest camp d'on hem tret la majoria dels títols de bibliografia que hem utilitzat.

Així doncs, fets aquests aclariments, passem a ressenyar aquests títols:

"TENSOSTRUTTURE E SISTEMI RETICOLARI SPAZIALI"  
P. Matildi ; C. Foti ; A. Sollazzo (Italsider)

"REULL DE PONENCIES" del International Symposium  
on Air Suported Structures (Venècia, Juny 1977)

"REULL DE PONENCIES" del Internationales Symposi-  
um: Weitgespannte Flächentragwerke (Stuttgart,  
1976) SFB64

- "ARQUITECTURA NEUMATICA", Roger N. Dent (Blume)
- "FREI OTTO: ESTRUCTURAS", Conrad Roland (GG)
- "THE WORK OF FREI OTTO", Ludwig Glaeser (The Museum of Modern Art, New York)
- "ZODIAC 21 : LIGHT STRUCTURES" (Revista ZODIAC)
- "CUBIERTAS COLGANTES", Frei Otto (Labor)
- "IL1, IL2, IL3, ..., IL16" Autores diversos.  
(Institut für Leichte Flächentragwerke)
- "TIPOS ESTRUCTURALES SUSPENDIDOS DE CABLES",  
Amalio J. Rivas Zaragüeta (Tesi Doctoral)
- "CATALOGO GENERAL", Tycsa (Empresa Comercial)
- "CONSTRUZIONI METALLICHE", V. Zignoli (Utet)
- "DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO", Bresler,  
Lin, Scalzi (México)
- "THEORY OF STRUCTURES", G.M.Mills, (McMillan&Co)
- "DISEÑO ESTRUCTURAL EN ARQUITECTURA", M.Salvadori,  
M.Levy (Cecsa)
- "RAZON Y SER DE LOS TIPOS ESTRUCTURALES", E.Torro-  
ja, (IETCC)