



Programa d'Intensificació en REHABILITACIÓ D'ESTRUCTURES

PROGRAMA DE CURS

OCTUBRE 2012

ROBERT BRUFAU I NIUBO, Doctor Arquitecte
B.O.M.A., S.L.P.



INTRODUCCIÓ

L'objectiu d'aquest text és proporcionar-li a l'Arquitecte la major quantitat possible de informació i coneixements per desenvolupar amb garanties qualsevol Projecte de consolidació o reforç estructural que pogués escometre en el exercici de la seva professió, prestant una atenció especial a les intervencions basades en l'ús de l'acer.

El contingut del text pretén ser un recorregut per les diferents tècniques de intervenció en rehabilitació d'edificatòria i està recolzat pel treball professional continuat de l'equip d'Arquitectes B.O.M.A. (Brufau, Obiol, Moya i Associats) amb una amplia experiència en aquest tipus de intervencions que ve avalada per la seva implicació continuada a la docència universitària a les Escoles Tècniques Superiors d'Arquitectura de Barcelona i del Vallés, ambdues de la Universitat Politècnica de Catalunya (U.P.C.).

El material –textos, esquemes o fotografies- que s'exposa és el mateix que l'autor utilitza en els seus cursos, ja sigui a l'Escola d'Arquitectura del Vallés, ja en els cursos de reciclatge de l'Escola Sert del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya, o a les pròpies sessions de formació continuada impartides pel conjunt d'Arquitectes i enginyers de B.O.M.A.

.....

CONTINGUT BÀSIC DEL TEXT

En línies generals, aquest document pretén preparar al lector per que pugui desenvolupar la seva activitat professional en el camp de la rehabilitació, considerant prioritari el recorregut per una sèrie de etapes amb una línia d'actuació coherent que les coordini:

- Establiment d'una metodologia per la recollida de informació de la realitat de l'obra prèvia a la intervenció.
- Coneixement de les dades necessàries per establir les característiques dels diferents materials estructurals trobats.
- Comprensió del procés constructiu previ a les comprovacions de càlcul dels elements existents, amb vistes a definir la capacitat resistent de l'estructura a conservar.
- Verificació de la capacitat de l'estructura consolidada per absorbir els nous usos, segons el Projecte funcional i dins dels marges raonables que defineixen les Normatives en vigor.
- Domini de les tècniques suficients per la redacció del Projecte de intervenció estructural, segons els requisits de tot tipus i tenint en compte el contingut de les anteriors etapes.
- Obtenció de raonaments per la redacció de Informes i Dictàmens sobre l'estat de les realitats prèvies a la intervenció, en els que ha de quedar definida la possibilitat, o no, de que la rehabilitació pugui portar a terme correctament.



PROGRAMA DE CURS

MÒDUL 1: PLANTEJAMENTS BÀSICS. CONEIXEMENTS DELS MATERIALS I TÈCNiques DE CADA MOMENT HISTÒRIC. L'INTERPRETACIÓ DE LES PATOLOGIES. EL LLENGUATGE DE LES ESQUERDES. EL COMPORTAMENT DELS MURS. ALGUNS EXEMPLES I CASOS CONCRETS D'INTERVENCIONS.

TEMA 1: PLANTEJAMENTS BÀSICS A CONSIDERAR PER LA REHABILITACIÓ D'EDIFICATÒRIA.

- 1.1. INTRODUCCIÓ A LA CONSOLIDACIÓ ESTRUCTURAL D'EDIFICIS.
- 1.2. PROCÉS DE COMPROVACIÓ D'UNA ESTRUCTURA.
 - 1.2.1. Fase inicial de recollida de dades.
 - Coneixement històric de l'edifici.
 - Obtenció de la geometria general de l'obra.
 - Obtenció de la geometria específica de tots els elements resistents.
 - Quantificació de les deformacions.
 - Coneixement de l'estat real de coneixement de diferents elements.
 - Estimació de la resistència real dels diferents materials
 - Detecció de possibles patologies en els materials.
 - Anàlisi de l'estat de les construcció pròximes de la zona.
 - La redacció d'un Protocol amb el procés d'anàlisi a dur a terme.
 - L'elaboració del Pla de Cales, una estratègia necessària.
 - 1.2.2. Fase intermèdia de l'obtenció d'esforços assumibles per l'estructura existent.
 - 1.2.3. Resultat del procés.
 - La diagnosi: Emissió dels pertinents Informes i Dictàmens.
- 1.3. LA COMPROVACIÓ ESTRUCTURAL D'EDIFICIS EXISTENTS SEGONS ELS CRITERIS DEL CODI TÈCNIC.
 - 1.3.1. L'avaluació quantitativa de la seva estructura.
 - 1.3.2. L'avaluació qualitativa de la seva estructura.
- 1.4. LA VIDA ÚTIL D'UN EDIFICI.
- 1.5. LA DURABILITAT DE L'ESTRUCTURA RESULTANT COM CRITERI BÀSIC AL PLANTEJAR LA REHABILITACIÓ



1.6. EL RENDIMENT D'UNA SUCCESSIÓ DE REFORÇOS.



TEMA 2: ELS MATERIALS PREEXISTENTS.

- 2.1. INTRODUCCIÓ AL TEMA
- 2.2. ELS MATERIALS PETRIS i CERÀMICS EN LES SEVES DIVERSES VARIANTS.
 - 2.2.1. La lògica de la construcció basada en la identificació dels esforços de compressió.
 - 2.2.2. Els materials estructurals i la construcció pètria.
 - 2.2.3. Evolució històrica de les estructures pètries.
 - Plantejaments bàsics a les arquitectures clàssiques.
 - Coneixement del nucli central i del traçat de la línia de pressions.
 - Comprensió del comportament elàstic dels cossos.
 - Enunciats del principi de la inversió catenàrica.
 - Profundització en un exemple: L'arc.
 - 2.2.4. Característiques resistents i criteris d'acceptació dels principals productes pètris i ceràmics.
- 2.3. LA FUSTA.
 - 2.3.1. Evolució històrica de l'ús estructural de la fusta.
 - 2.3.2. Classificació bàsica de la fusta.
 - 2.3.3. Comportament mecànic de la fusta.
 - 2.3.4. Propietats resistents de la fusta.
 - 2.3.5. Criteris d'acceptació de la fusta estructural existent.
- 2.4. EL FERRO i L'ACER.
 - 2.4.1. Evolució històrica de l'ús estructural dels materials ferrosos.
 - 2.4.2. Principals productes derivats del ferro.
 - 2.4.3. La intervenció en edificis amb estructura metàl·lica.
 - 2.4.4. Els acers actuals. Les seves característiques resistents.
 - 2.4.5. Criteris d'acceptació de l'acer estructural existent.
- 2.5. EL CAS PARTICULAR DE LA FUNDICIÓ.
 - 2.5.1. Introducció al material.
 - 2.5.2. Evolució històrica de l'ús de la fundició.
 - 2.5.3. La intervenció en edificis amb elements de fundició.
 - 2.5.4. Comprovació i acceptació dels pilars de fundició.
 - 2.5.5. Introducció al reforç de pilars de fundició.
 - Un cas real de reforç de quatre pilars de fundició.
- 2.6. EL FORMIGÓ.
 - 2.6.1. Els orígens del formigó.
 - 2.6.2. Evolució històrica de l'ús estructural del formigó.
 - 2.6.3. Comprovació i acceptació dels elements de formigó.



- Alguns mètodes i eines d'ajuda.

ANNEX: DESCRIPCIÓ DE PERFILS ESPECIALS I D'ARMADURES, SEGONS ÈPOQUES

TEMA 3: INTERPRETACIÓ DEL CONJUNT D'ELEMENTS ESTRUCTURALS AMB PRESENCIA HABITUAL EN UN PROCÉS DE REHABILITACIÓ

- 3.1. INTRODUCCIÓ AL TEMA.
- 3.2. ELS MURS PORTANTS
 - 3.2.1. Organització de les estructures muràries.
 - 3.2.2. Esquema estructural i materials bàsics.
 - 3.2.3. Diferents tipus de mur.
 - 3.2.3.1. Classificació en funció del material emprat.
 - 3.2.3.2. Diferenciació a partir del seu plantejament geomètric.
 - 3.2.3.3. La consideració del seu aparell.
- 3.3. LES COLUMNES I ELS MATXONS
- 3.4. ELEMENTS ESTRUCTURALS QUE TREBALLEN PER LA FORMA
 - 3.4.1. Arcs.
 - 3.4.2. Voltes.
 - 3.4.3. Cúpules.
 - 3.4.4. Altres geometries que treballen per la forma.
- 3.5. LAS BIGUES
- 3.6. ELS SOSTRES EN EL SEU CONTEXT TIPOLÒGIC
 - 3.6.1. Estructures muràries.
 - 3.6.1.1. Estructures muràries amb sostres plans unidireccionals.
 - 3.6.1.2. Estructures muràries amb sostres de volta.
 - 3.6.2. Estructures aporticadas.
 - 3.6.3. Estructures amb comportament tridimensional.
 - 3.6.3.1. Estructures amb sostres horitzontals bidireccionals.
 - 3.6.3.2. Malles espacials.
- 3.7. ELS TIRANTS I ALTRES ELEMENTS TRACCIONATS



TEMA 4: OPERACIONS DE CONSOLIDACIÓ DE MURS FRACTURATS

- 4.1. LA DISCONTINUITAT DEL MURS.
- 4.2. EL LLENGUATGE DE LES ESQUERDES.
 - 4.2.1. Alguns aspectes sobre la interpretació de les esquerdes.
 - Esquerdes provocades per les tensions normals de tracció.
 - Esquerdes i aixafaments provocats per les tensions normals de compressió.
 - Esquerdes provocades per les tensions tangencials.
 - Esquerdes provocades per comportaments torsors.
- 4.3. LA REPARACIÓ D'ESQUERDES I FISSURES.
 - Diferents tècniques de grapat i de tancament de la discontinuïtat.
 - Aspectes varis a tenir en compte per un millor ajustament de les tècniques de grapat.
- 4.4. EL COSIT ENTRE MURS PERPENDICULARS SENSE CONNEXIÓ.
 - Factors que influiran en l'ajustament de la solució idònia.
- 4.5. L'ESTABILITZACIÓ DE MURS PORTANTS AFECTATS PER ASSENTAMENTS.
- 4.6. LA TÈCNICA DE L'ESCANEJAT PER COMPENDRE EL COMPORTAMENT DELS MURS

ANNEX: TEORIA CLÀSSICA DE RECOLZAMENT PER FACILITAR LA INTERPRETACIÓ D'ESQUERDES i FISSURES.

- les tensions combinades.
- El cercle de Mohr d'un punt.
- les tensions principals de cada punt.
- les direccions principals de cada punt.
- l'efecte de zunxat com tècnica de millora de la capacitat portant.
- les línies isostàtiques o de trajectòria de les tensions principals.



MÒDUL 2: TÈCNiques DE REFORÇ DE PILARS, BIGUES I FORJATS

TEMA 5: TÈCNiques DE REFORÇ DE PILARS.

- 5.1. INTRODUCCIÓ A LA NECESSITAT DEL REFORÇ
 - El treball dels pilars a flexocompressió simple o esviada.
 - La importància de la consideració d'una possible inestabilitat per pandeig.
 - La teoria clàssica i el nou Codi Tècnic pel càlcul de pilars.
- 5.2. LA MILLORA DE LA CAPACITAT PORTANT D'UN PILAR
 - 5.2.1. Per increment de la càrrega de càlcul de l pilar:
 - 5.2.2. Per la necessitat d'adaptació de l'edifici a diverses Normatives d'obligada aplicació.
 - 5.2.3. Per deficiències del material del pilar.
 - 5.2.4. Per un càlcul previ incorrecte de l'estructura o del propi pilar.
 - 5.2.5. Per manipulació de la geometria de l'edifici.
 - 5.2.6. Per conservar la seguretat davant fenòmens possibles de inestabilitat.
 - 5.2.7. Per causes alienes a la pròpia estructura.
- 5.3. LA REPARACIÓ DE PILARS DANYATS
- 5.4. TÈCNiques DE REFORÇ: POSSIBILITAT DE SUBSTITUCIÓ INTEGRAL D'UN PILAR
- 5.5. REFORÇ PER ADDICIÓ DE MATERIAL QUE ES SOLIDARITZA AMB L'EXISTENT
- 5.6. REFORÇ PER INCORPORACIÓ D'UN PILAR NOU MÉS FIABLE QUE ES JUXTAPOSA A L'EXISTENT
- 5.7. DIFERENTS FORMES DE REFORÇ PER ZUNXAT
 - a) Zunxat mitjançant aportació d'una camisa de formigó armat que embolica el pilar inicial.
 - b) Zunxat mitjançant aportació d'una camisa de fibres de carboni que embolica el pilar inicial.
 - c) Zunxat mitjançant l'aportació d'una camisa metàl·lica que enfaixa el pilar inicial de manera contínua.
 - d) Zunxat mitjançant l'aportació d'anells metàl·lics que enfaixen el pilar inicial de manera discontinua.
 - e) Zunxat mitjançant l'aportació de perfils LPN a les quatre cantonades dels pilars.
 - f) Zunxat unidireccional d'un matxó per incorporació de pilars metàl·lics adossats.



- 5.8. TRACTAMENT DE PILARS METÀL·LICS DE SECCIÓ TANCADA TUBULAR
- 5.9. PRECAUCIONS CONSTRUCTIVES A LO LLARG DEL PROCÉS DE ENTRADA EN CÀRREGA DEL PILAR REFORÇAT.

ANNEX: L'EFECTE POISSON, UNA TEORIA CLÀSSICA NECESSÀRIA PER UNA CORRECTA COMPRESIÓ DELS REFORÇOS PER ZUNXAT.

TEMA 6: TÈCNiques DE REFORC DE BIGUES.

- 6.1. INTRODUCCIÓ AL TEMA.
 - Plantejaments bàsics dels pòrtics.
 - Configuració de les bigues segons la seva geometria i el material constitutiu.
 - Distintes estratègies de intervenció.
- 6.2. LA MILLORA DE LA CAPACITAT PORTANT D'UNA BIGA.
 - 6.2.1. Per increment de la càrrega de càlcul que ha de suportar la biga.
 - 6.2.2. Per la necessitat d'adaptació de l'edifici a diverses Normatives d'obligada aplicació.
 - 6.2.3. Per deficiències del material constituent de la biga.
 - 6.2.4. Per un càlcul previ incorrecte de l'estructura o d'una biga concreta.
 - 6.2.5. Per manipulació de la geometria de l'edifici que afecta a una determinada biga.
 - 6.2.6. Per conservar la seguretat davant fenòmens possibles de inestabilitat.
 - 6.2.7. Per causes alienes a la pròpia estructura.
- 6.3. SISTEMES DE SUBSTITUCIÓ FUNCIONAL DE L'ELEMENT
- 6.4. REPARACIÓ DE BIGUES ROBLONADES
- 6.5. RECONVERSIÓ D'UNA BIGA MONOMATERIAL EN BIGA MIXTA.
 - 6.5.1. Algunes consideracions pràctiques que fan referència a aquest tipus de intervenció.
 - 6.5.2. Incorporació de fibres de carboni a la secció existent.
- 6.6. RECONVERSIÓ D'UNA BIGA MONOMATERIAL EN BIGA MIXTA, AMB DESCONSIDERACIÓ FINAL DEL MATERIAL INICIAL.
- 6.7. TÈCNiques DE MILLORA DE LA BIGA PER ADDICIÓ DE PECES METÀL·LIQUES ACOBLADES.
 - 6.6.1. Acer sobre bigues d'acer.
 - 6.6.2. Acer sobre bigues de fusta.
 - 6.6.3. Acer sobre bigues de formigó armat.
 - 6.6.4. Acer sobre bigues de fàbrica.



- 6.8. POSSIBLES TÈCNIQUES DE REFORÇ MITJANÇANT POSTENSAT.
- 6.9. LA INTRODUCCIÓ DE MECANISMES EXTERNS DE SUBTENSAT. EL CAS CONCRET DELS MECANISMES DE FINK.

ANNEX: BREU INTRODUCCIÓ A LES FORCES RASANTS QUE HA D'ABSORBIR CADA CONNECTOR.

- Càlcul tensional a la flexió simple.
- Concepte de força rasant.
- Càlcul analític de les tensions tangencials en flexió simple.
- Disseny dels connectors. La seva disposició òptima.

TEMA 7: TÈCNIQUES DE REFORC DE FORJATS.

- 7.1. INTRODUCCIÓ AL TEMA
- 7.2. TIPOLOGIES I MODELS DE FORJATS HABITUALS AMB ELS QUE TREBALLAR EN UN PROCÉS DE REHABILITACIÓ.
 - Forjat de biguetes, autoportants o semirresistents.
 - Forjat de plaques, armades o pretensades.
 - Forjat de lloses formigonades "in situ".
- 7.3. LA SUBSTITUCIÓ FUNCIONAL LOCAL D'ALGUN TRAM DE FORJAT EN SITUACIÓ PRECÀRIA
- 7.4. SISTEMES DE SUBSTITUCIÓ FUNCIONAL DELS FORJATS.
 - 7.4.1. Intervencions de substitució integral, amb retirada de les biguetes danyades.
 - 7.4.2. Intervencions de substitució funcional, sense retirar les biguetes danyades, que restaran inactives.
 - 7.4.3. Intervencions de substitució funcional amb nous elements disposats sota les biguetes danyades, que restaran inactives.
 - 7.4.4. Intervencions de complement funcional mitjançant la tècnica de trencallum, sense retirar les biguetes danyades, que restaran parcialment actives.
 - 7.4.5. Disposició de perfils perpendiculars a la bigueria sota dels caps de recolzament, per millorar les unions.
 - 7.4.6. Reconversió d'un forjat monomaterial en forjat mixt.
- 7.5. TÈCNIQUES DE MILLORA D'UN FORJAT PER ADDICIÓ DE PECES METÀL·LIQUES ACOBLADES.
 - 7.5.1. Diferents opcions, amb aportació de peces metàl·liques acoblades, pel reforç de la bigueria de fusta.
 - 7.5.1.1. Acoblament de perfil·leria metàl·lica complementaria, adossada per sota a cada biga de fusta.
 - 7.5.1.2. Acoblament de perfil·leria metàl·lica complementaria, adossada a les cares laterals de cada biga de fusta.
 - 7.5.1.3. Acoblament de perfil·leria metàl·lica adossada lateralment pel reforç exclusiu dels caps en mal estat.
 - 7.5.2. Diferents opcions de reforç de bigueria metàl·lica, per aportació de platines o perfils.



- 7.5.2.1. Acoblament de platines o perfils d'acer complementaris, adossats per sota a cada bigueta metàl·lica.
- 7.5.2.2. Acoblament de platines o perfils d'acer complementaris, adossats lateralment a la bigueta metàl·lica.
- 7.5.3. Diferents opcions de reforç de bigueria de formigó mitjançant acoblament de peces metàl·liques.
 - 7.5.3.1. Acoblament de perfils metàl·lics complementaris, adossats per sota a cada bigueta de formigó.
 - 7.5.3.2. Acoblament de platines o perfils metàl·lics complementaris, adossats lateralment a cada nervi de formigó.
 - 7.5.3.3. Acoblament de platines metàl·liques, adossades superiorment sobre la capa de compressió del forjat.
- 7.6. ALTRES TÈCNiques DE MILLORA DEL FORJAT.
 - 7.6.1. Alternatives de reforç per forjats amb bigueria de fusta.
 - 7.6.1.1. Acoblament de fibres de carboni en entalles longitudinals.
 - 7.6.1.2. Substitució local dels caps en mal estat, mitjançant aportació de nous trams laterals de fusta.
 - 7.6.1.3. Substitució local dels caps en mal estat, mitjançant aportació local de morters especials i barnilles metàl·liques o de polièster.
 - 7.6.1.4. Aprofitament de l'actual forjat com encofrat perdut d'una nova llosa de formigó armat.
 - 7.6.1.5. Conversió de biguetes isostàtiques en biguetes contínues.
 - 7.6.1.6. Disposició de tornapuntes per reduir els moments flectors positius màxims de les biguetes.
 - 7.6.1.7. Disposició de mecanismes de postensat extern.
 - 7.6.1.8. Disposició de barres transversals en forjats amb biguetes sol·licitades a flexió simple disimètrica.
 - 7.6.2. Alternatives de reforç per forjats amb bigueria metàl·lica.
 - 7.6.2.1. Disposició de mecanismes de postensat extern.
 - 7.6.2.2. Buidat dels sinus dels revoltos i aportació de formigó armat com material embolicador .
 - 7.6.2.3. Desdoblament d'una bigueta lesionada.
 - 7.6.3. Alternatives de reforç per forjats amb biguetes, plaques o nervis de formigó armat o pretensat.
- 7.7. PRECAUCIONS CONSTRUCTIVES AL LLARG DEL PROCÉS DE EXECUCIÓ DELS REFORÇOS DE FORJATS.
- 7.8. MILLORA DEL MONOLITISME DELS FORJATS AMB ELS MURS.
- 7.9. DIFERENTS TÈCNiques PER PRACTICAR OBERTURES EN UN FORJAT EXISTENT.
 - En el cas de forjats unidireccionals.
 - En el cas de forjats nervats reticulars.



ANNEX 1: REFORÇ DE SOSTRES DE FUSTA, AFEGINT UNA CAPA DE COMPRESSIÓ DE FORMIGÓ ARMAT CONNECTADA AMB PECES METÀL·LIQUES.

- Solucions constructives de reforç de sostres amb bigueria de fusta.
- Treball previ de investigació “in situ”.
- Anàlisi de la capacitat resistent de l'estructura existent.
- Elecció del sistema de reforç més adequat.

ANNEX 2: PATOLOGIA CONSISTENT EN LA CAIGUDA DE REVOLTONS DELS VELL SOSTRES

MÒDUL 3: REFORÇ DE FONAMENTACIONS, APEUAMENTS DE TOT TIPUS I TÈCNIQUES D'ESTABILITZACIÓ DURANT EL PROCÉS CONSTRUCTIU.

TEMA 8: TÈCNIQUES DE REFORÇ DE FONAMENTACIONS EXISTENTS

8.1. TIPOLOGIES DE FONAMENTS PRESUMIBLES EN OBRES DE REHABILITACIÓ.

- 8.1.1. Fonamentació per sabates superficials.
- 8.1.2. Fonamentació per pous semiprofunds
- 8.1.3. Fonamentació per rases.
- 8.1.4. Fonamentació per llosa contínua.
- 8.1.5. Fonamentació per pilotatge.

8.2. TÈCNIQUES D'AMPLIACIÓ DE LA BASE DE SABATES AÏLLADES.

- Diferents estratègies de intervenció. Aspectes constructius que condicionaran la intervenció.
 - Preparació de la textura de les cares laterals de la sabata.
 - Incorporació de connectors horitzontals a les cares laterals.
 - Inclinació de les cares laterals, per repicat.
 - Recalçament inferior de la sabata pels seus quatre costats.
 - Aconseguir l'efecte de zunxat perimetral.

8.3. TÈCNIQUES DE REFORÇ DE LA BASE DE SABATES CORREGUDES SOTA MURS.

- Diferents estratègies de intervenció.
 - Micropilotatge sistemàtic de la fonamentació correguda.
 - Increment de l'amplada de la base del fonament corregut, mitjançant l'acoblament de dos jàsseres paral·leles
 - Increment de l'amplada de la base combinado amb la disposició de bigues centradores.
 - Disposició de pous tangencials i bigues centradores.
 - Recalçament, continu o discontinu de la sabata correguda.



- 8.4. CANVI RADICAL DEL MECANISME DE TRANSMISSIÓ DE CÀRREGUES AL TERRENY: LA TÈCNICA DEL MICROPILOTATGE.
- 8.5. TÈCNiques DE MILLORA DEL TERRENY PER INJECCIÓ DE MATERIALS ADEQUATS. LA TÈCNICA DEL JET-GROUTING.
- 8.6. CONTROLS PER L'ENTRADA EN CÀRREGA DE LA NOVA FONAMENTACIÓ.
- 8.7. TÈCNiques D'ESTABILITZACIÓ I REFORÇ PER MURS DE CONTENCIÓ INTERNS AMB MAL COMPORTAMENT RESISTENT.
- 8.8. UTILITZACIÓ OCASIONAL DE TÈCNiques DE TABLESTACAT
- 8.9. PLANTEJAMENTS ESTRUCTURALS DAVANT LA CONSTRUCCIÓ DE NOUS SOTERRANIS SOTA D'EDIFICIS EXISTENTS.

ANNEX: DIFERENTS EXEMPLES DE CONSTRUCCIÓ DE PLANTES SUBTERRÀNIES SOTA UN D'EDIFICI EXISTENT.

TEMA 9: TÈCNiques D'APEUAMENT D'ELEMENTS VERTICALS PORTANTS.

- 9.1. GENERALITATS SOBRE LA UTILITZACIÓ DE L'ACER PER LA REALITZACIÓ D'APEUAMENTS A L'EDIFICACIÓ.
- 9.2. INCIDÈNCIA DEL CODI TÈCNIC PER LA PRÀCTICA DE L'APEUAMENT EN D'EDIFICACIONS EXISTENTS AMB ESTRUCTURA MURÀRIA.
 - 9.2.1. En lo concernent al mòdul d'elasticitat.
 - 9.2.2. En lo concernent a la resistència característica a compressió.
 - 9.2.3. En lo concernent a la resistència característica a tracció.
 - 9.2.4. En lo concernent a la resistència característica a flexió.
 - 9.2.5. En lo concernent a la resistència característica a tallant.
 - 9.2.6. En lo concernent a la deformabilitat de la fàbrica.
 - 9.2.7. En lo concernent a la secció de càlcul a considerar.
 - 9.2.8. En lo concernent a la resistència de càlcul de la fàbrica a considerar.
- 9.3. CONSIDERACIONS PRÈVIES AL INICI DE TOT PROCÉS D'APEUAMENT D'UNA PORCIÓ DE MUR.
 - 9.3.1. Procés bàsic d'anàlisi
- 9.4. RESOLUCIÓ D'APEUAMENTS SIMPLS, SENSE PILARS INTERMEDIS.
 - 9.4.1. Factors variables a considerar:



- 9.4.1.1. Influència de la amplitud de la obertura.
- 9.4.1.2. Influència de l'espessor del mur.
- 9.4.1.3. Influència del tipus de material bàsic constitutiu del mur.
- 9.4.1.4. Influència de la intensitat de la càrrega rebuda pel mur.
- 9.4.1.5. Influència de la capacitat resistent a compressió del material del mur a la planta d'apeuament.
- 9.4.1.6. Influència de l'estat de conservació general del mur.
- 9.4.1.7. Influència de la posició de l'obertura respecte a la geometria dels murs en planta.
- 9.4.1.8. Influència de les opcions geomètriques de l'estructura d'apeuament.
- 9.4.1.9. Influència de l'acabat arquitectònic final de l'estructura d'apeuament.
- 9.4.2. Dos exercicis de càlcul d'apeuaments simples.
- 9.4.3. El cas particular de la ampliació d'una obertura.
- 9.5. TÈCNiques AMB PREFLEXIÓ DE LA BIGA D'APEUAMENT
- 9.6. RESOLUCIÓ D'APEUAMENTS LINEALS DE MURS DE CÀRREGA, AMB INTRODUCCIÓ DE NOUS PILARS INTERMEDIS.
- 9.7. RESOLUCIÓ D'APEUAMENTS SIMPLS DE MURS DE CÀRREGA, AMB INTRODUCCIÓ DE NOUS PILARS EN ELS EXTREMS.
- 9.8. DIFERENTS TÈCNiques D'APEUAMENT D'UN PILAR PUNTUAL.
 - Algunes consideracions a tenir en compte per apeuar un pilar puntual.
- 9.8.1. Introducció opcional de nous pilars interiors en els extrems de la biga d'apeuament.
- 9.8.2. Encamisat dels pilars existents per facilitar la transmissió de la seva càrrega axil a l'estructura d'apeuament.
- 9.8.3. Encamisat dels pilars existents per rebre l'estructura d'apeuament.
- 9.8.4. Aplicació de tècniques de subtensat per l'apeuament d'un pilar.
- 9.9. APEUAMENT DE PILARS MÚLTIPLES EN UNA ÚNICA PLANTA.

TEMA 10: INTERVENCIONS PROVISIONALS TENDENTS A MILLORAR L'ESTABILITAT DE L'EDIFICI DURANT EL SEU PROCÉS DE REHABILITACIÓ.

- 10.1. GENERALITATS SOBRE LA UTILITZACIÓ DE L'ACER PER LA REALITZACIÓ D'OPERACIONS D'ESTABILITZACIÓ PROVISIONAL.
- 10.2. CONSIDERACIONS PRÈVIES PEL CÀLCUL D'ELEMENTS D'APUNTALAMENT PROVISIONAL
- 10.3. APUNTALAMENT VERTICAL DELS FORJATS.
 - Diferents formes d'apuntament.



- Diferents factors que intervenen a l'elecció de l'apuntament idoni.
 - El paper dels vells envans a l'estabilitat dels forjats.
- 10.4. APUNTALAMENT VERTICAL DE BIGUES.
- Tipus de puntals adequats.
 - Tècniques d'apuntament de bigues.
- 10.5. APUNTALAMENT VERTICAL DE FAÇANES.
- 10.6. CRITERIS DE CàLCUL DELS APUNTALAMENTS VERTICALS.
- 10.7. UTILITZACIÓ DE TORRES i CINTRES.
- 10.8. APUNTALAMENTS HORIZONTALS, CODALS I ENTIBACIONS.
- Entibació de dos murs subterranis paral·lels.
 - Acodalaments de cantonada.
 - Diferents tècniques d'apuntament horitzontal dels murs mitjaners.
 - Consideracions de tipus tèrmic en el disseny dels apuntaments a la intempèrie.
 - Exposició d'un cas concret d'apuntament horitzontal.
- 10.9. CRITERIS DE CàLCUL DELS APUNTALAMENTS HORIZONTALS ENTRE MURS MITJANERS O DE CONTENCIÓ.
- 10.10. APUNTALAMENTS EN D'EDIFICIS QUE ES BUIDEN CONSERVANT LES FAÇANES.
- Apuntament extern mitjançant estructura metàl·lica.
 - Disposició de grans puntals perpendicularment a les façanes a conservar.
 - Disposició d'un anell perimetral per l'interior del solar buit.
 - Apuntament exterior contra les construccions veïnes pròximes.
 - Conservació de la primera crugia perimetral.
- 10.11. CRITERIS DE CàLCUL DELS APUNTALAMENTS ENTRE FAÇANES EDIFICIS QUE ES BUIDEN.
- 10.12. TÈCNiques D'OPTIMITZACIÓ DE LES UNIONS ENTRE LES FAÇANES QUE ES CONSERVEN I LA NOVA ESTRUCTURA.
- 10.13. TÈCNiques DE CONTRAFORT PER ESTABILITZAR ELEMENTS VERTICALS QUE HAN INICIAT UN PROCÉS DE BOLCADA.
- Exposició d'un interessant cas d'apuntament davant un procés de bolcada.
- 10.14. INTRODUCCIÓ DE BARRES HORIZONTALS D'ACER PER ESTABILITZAR LES FAÇANES DES DE L'EXTERIOR.
- 10.15. INTRODUCCIÓ D'ANELLS DE TRACCIÓ PER ESTABILITZAR CÚPULES
- 10.16. ESTABILITZACIÓ D'EDIFICIS PER APORTACIÓ DE CREUS METÀL·LIQUES DE GRAN POTÈNCIA QUE COBREIXEN AMPLIES ZONES DE FAÇANA