

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica i Edificació

Títol:

**Metodologia BIM: anàlisi i implementació en projectes
arquitectònics**

Document: Resum del treball

Alumne: Albert Pinto Mora

Tutor: Joaquim Gallart Figueras

Departament: Arquitectura i enginyeria de la construcció

Àrea: Construccions arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Juny 2022

RESUM DEL TREBALL FINAL DE GRAU

El BIM (Building Information Modeling) és una metodologia de treball col·laborativa per la creació i gestió de projectes de construcció, basada en la centralització d'informació en un model digital, per tal de fer ús de totes aquestes dades durant tot el cicle de vida de l'edifici, essencialment. Aquest **model 3D** i aquesta **centralització de dades** ens permet gestionar d'una forma molt més eficient l'execució del projecte, i per tant ens atorga un benefici econòmic i de temps.

Durant el cicle de vida de l'edifici es desenvolupen diferents fases de treball, les quals en el sector BIM anomenem dimensions. Aquestes són les següents: **1D CONCEPTE** Establir bases de treball, procediments organitzacionals... – **2D CROQUIS** Establir flux de treball i planteig del projecte – **3D MODELAT** requisits paramètrics i especials, coordinació de les diferents disciplines, control de qualitat i viabilitat constructiva i la preparació de la documentació gràfica – **4D PLANIFICACIÓ DE L'OBRA** dimensió temporal, planning d'obra – **5D COST** estimació i control de costos – **6D SOSTENIBILITAT** ecoeficiència, certificacions, simulacions energètiques... – **7D MANTENIMENT** allargar i mantenir la qualitat del projecte.

Amb l'execució d'aquest treball es té la intenció d'elaborar una anàlisi de tot el procediment, general en totes les dimensions, centrant-nos especialment en les dimensions 3, 4 i 5, i en el BEP, on s'hi especificaran problemes habituals en la realització de les mateixes, possibles solucions, comparació de programes a utilitzar (en el cas de les dimensions)... Tota la informació necessària s'obtindrà a partir de reportatges a treballadors usuaris de BIM (basant-se així en la seva experiència professional i per tant afrontant a dificultats reals), de pàgines web d'interès i de llibres escrits per professionals. Un cop definida la metodologia i estudiat els seus errors més usuals, s'estudiarà quin és el motiu de la difícil implantació d'aquesta a Espanya, i quines són les solucions de cara al futur.

Com a resultats d'aquest anàlisi, s'ha arribat a conèixer el perquè no s'ha implementat encara la metodologia a Espanya igual que en altres països com per exemple a la Xina, i per tant s'han pogut treure conclusions i possibles solucions per tal de remeiar-ho. També s'han trobat una gran diversitat de possibles millores durant les fases d'execució de la metodologia (incloent les diferents dimensions, el BEP, i aspectes generals), que la correcció de les mateixes beneficiarien encara més l'eficiència i estalvi en les execucions de projectes. I per últim, s'ha estudiat els diferents softwares més utilitzats en el sector, i s'han pogut treure conclusions generals de quines especialitats dominen cada un.

A continuació s'exposaran a mode de resum les causes de la dificultat en la implantació de la metodologia a Espanya:

En primer lloc, a Espanya s'exigeix la **metodologia BIM** en obra pública, per tant, es fa un esforç per canviar la metodologia de treball en obra, però no es planteja modificar la contractació d'aquesta. Si es pretén treballar d'una manera diferent durant el procés de vida d'un edifici, s'han d'adoptar les condicions dels contractes. Seria necessari per tant, una rectificació en la distribució dels honoraris, ja que, tant els redactors del projecte, com els modeladors, com qualsevol agent que treballa durant l'inici del projecte, hauria de cobrar per la realització del mateix molt abans i no proporcional al temps de l'execució material de l'obra. Per tant, s'hauria d'executar una planificació del temps que es tardarà en realitzar tot el projecte, on s'hi pugui treure en tants per cents la distribució del treball de cada agent. I relacionat amb els honoraris, actuals treballadors del sector es queixen de que les institucions públiques que liciten projectes no paguen la resolució dels mateixos concorde amb el nivell de LOD (nivell de definició gràfic del model), i sovint aquest preu es troba per sota.

També suposa un gran problema el desconeixement del que és realment la **metodologia BIM**. A grans trets la gent que no s'ha interessat per part pròpia de conèixer exactament el BIM, el coneixen com un model 3D de l'edifici i poc més. Per tant, la majoria de promotors que no coneixen realment com funciona, ni quins objectius tenen, no s'hi interessen a saber quins avantatges pot aportar aquesta metodologia de treball, i per tant, no tenen intenció d'aplicar-la. També va de la mà el pensament ja interioritzat de la majoria de promotors i constructores, el qual es continuar treballant seguint la mateixa metodologia de treball que duent fent tota la vida. Aquest fet caldria solucionar-lo, intentant aplicar la **metodologia BIM** en les obres privades per tal que a tots aquests agents de la construcció se'ls hi doni a conèixer què és realment el **BIM** i tots els avantatges que suposen;

Un altre gran inconvenient és la mentalitat de la gent que hi treballa en el sector. És molt important que tots els agents implicats en una obra BIM tinguin coneixença dels objectius i intencions que es tenen amb l'aplicació d'aquesta metodologia en aquella obra específica, per tal de transmetre-la al client. En totes les obres es donaran les mateixes avantatges, però és molt important que es tinguin clares les finalitats de la metodologia per part dels treballadors i per part del client, i que aquestes siguin comunes entre tots.

També és rellevant que es formi el BIM des de les universitats, ja que si a un estudiant se li explica tot el procés de la construcció a partir de la metodologia, un cop finalitzi el curs no li suposarà cap canvi de mentalitat ni esforç a l'entrar en aquest sector laboral, ja que és la manera en la qual esta acostumat a treballar. I un altre punt important es promoure tots els tipus de cursos relacionats amb el BIM, ja que la formació és necessària inclús per a aquells que ja tenen experiència en el món laboral.

En la meua opinió, també caldria conscienciar a promotors i constructores de la importància que suposa el BIM, i contrastar-ho amb exemples d'obres realitzades que hagin suposat unes millores

reals (inclús crear un document “tipus” guia BIM obert per a tothom, on s’hi especifiquin avantatges del seus usos constatat en diferents obres reals). D’aquesta manera es podria canviar la mentalitat generalitzada en la construcció i que pel seu propi interès comencin a fer ús del **BIM**, ja que tots els empresaris, al cap i a la fi, busquen el màxim benefici als seus projectes, i si aquesta metodologia els hi atorga aquesta possibilitat l’aprofitaran.

En segon lloc, s’exposaran alguns dels inconvenients que s’han trobat en l’execució i ús del BEP i de les diferents **dimensions del BIM**.

El Pla d’Execució BIM és un document contractual on s’hi especifiquen tots els requisits per a l’aplicació de la metodologia, especificacions per al modelat, organització interna... el qual actualment és un document correcte de gran utilitat, però sorgeixen problemes per la manera d’utilitzar-lo i entendre’l. És clar que en la **metodologia BIM** la majoria de la feina es fa en oficina, que serà allà on sorgiran i es resoldran tots els problemes, en vers de sorgir durant l’execució de l’obra. Per tant, els honoraris haurien de ser majors al principi de l’obra, durant la redacció del projecte i el modelat d’aquesta, ja que és quan els professionals dedicaran moltes més hores.

Existeix un mite el qual és que el **BEP** és un document viu el qual es pot modificar durant el transcurs del projecte. Això no és sempre possible, ja que el **BEP** es tracta d’un document contractual, i si aquest contempla modificacions mai es podria fer un preu tancat, de mode que aquest “mite” només és possible quan es contracta a preu obert. Per tant, existeix un cert desconeixement sobre què és realment el **BEP** i per a què serveix, ja que en ell s’organitzarà i s’estructurarà la **metodologia BIM**, però no deixa de ser un document contractual.

En quant a les dimensions, s’exposaran les incidències trobades en les dimensions 3, 4 i 5. Per tant, començarem amb la fase de treball 3D. Les dificultats durant el modelat de l’edifici són els més abundants, la qual cosa és lògica, ja que és la dimensió que més temps de treball suposa, i pot generar molts problemes ja siguin de softwares, indefinicions en el model per part del client, falta de participació per part de la constructora durant el procés del modelat... Les dues incidències més importants a ser corregides són, en primer lloc que els models no estan suficientment preparats per ser mesurats, ja que es sol gastar bastant temps i diners en la modificació dels models per tal de poder extreure els mesurament d’una forma correcta. I en segon lloc, que es sol donar la importància més gran al model, quant aquest no és l’únic important per la gestió de l’obra, de fet el més important són les dades que tinguem introduïdes en els elements del model, ja que aquestes són les que ens atorgaran beneficis més endavant. Les solucions a aquestes disjuntives són la necessitat de que els diferents agents que intervinguin en el projecte estiguin des de el minut 0 de la seva redacció, i la correcta definició del LOD i LID del nivell prèviament a començar el modelat de l’edificació. S’ha

proposat la possibilitat de crear una bases de dades, on aquestes puguin ser permeables quan són informacions usuals en els projectes (com ara preus, materials...).

En quan a la quarta dimensió de la metodologia, em trobat un únic però gran problema, el qual és la no utilització del model durant l'execució de l'obra. Sovint les necessitats de les constructores són molt més grans que el que realment es modela per tal de fer ús del model a obra, i per tant, suposa un desús d'aquest per a l'execució de l'obra. Una de les raons d'aquest esdeveniment és que les constructores intervenen tard al projecte, és a dir, haurien d'estar des d'un inici per tal d'aconseguir una major coordinació entre constructora i modeladors. Un cop modelat el projecte amb l'ajuda de la constructora, es podran treure plànols d'interferències, detalls de la construcció...

I per acabar, a la cinquena dimensió, no existeixen una gran diversitat de problemes que siguin usuals, ja que si el **3D** ha sigut modelat correctament, l'extracció dels amidaments es fa de forma directe sense cap tipus de problema. L'única incidència que s'ha trobat és la duplicació de famílies quan els elements són de dues disciplines diferents, com per exemple un sanitari. La solució proposada per a la seva correcció es modelar aquells elements en la disciplina d'arquitectura, i en el d'instal·lacions modificar els diferents elements per convertir-lo en **MEP**.

Per finalitzar les conclusions, s'ha realitzat un estudi dels diferents programaris més utilitzats en l'àmbit del **BIM**. Cap a dir que segons el consultat amb els professionals de l'àmbit, no es troben molts problemes usuals en els diferents softwares, no perquè no hi siguin, sinó perquè tots els programes estan perfectament preparats per a aplicar **BIM** (uns més que altres) permetent fer mil utilitats, i que tots els problemes que sorgeixin en els softwares es poden arreglar a l'oficina. Per tant m'he basat en definir els usos de cada programa, conèixer quins són els més utilitzats i donar motius a aquest fet.

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica i Edificació

Títol:

**Metodologia BIM: anàlisi i implementació en projectes
arquitectònics**

Document: Memòria

Alumne: Albert Pinto Mora

Tutor: Joaquim Gallart Figueras

Departament: Arquitectura i enginyeria de la construcció

Àrea: Construccions arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Juny 2022

INDEX

1	INTRODUCCIÓ – METODOLOGIA BIM	- 3 -
1.1	DEFINICIÓ DEL TREBALL	- 3 -
1.2	MOTIVACIONS PER A LA REALITZACIÓ DE L'ESTUDI	- 3 -
1.3	OBJECTIUS	- 4 -
2	DEFINICIÓ DE LA METODOLOGIA BIM	- 4 -
2.1	CONCEPTE "BIM"	- 4 -
2.2	ELS AGENTS DEL BIM	- 5 -
2.2.1	FASES DE DESENVOLUPAMENT	- 6 -
2.2.2	NORMATIVA D'APLICACIÓ A CATALUNYA	- 8 -
3	LÍNIA DEL TEMPS DE LA METODOLOGIA BIM	- 10 -
3.1	HISTÒRIA DE LA METODOLOGIA BIM	- 10 -
3.1.1	EL MODEL VIRTUAL SEGONS EASTMAN	- 11 -
3.1.2	EL SOFTWARE ALLPLAN	- 11 -
3.2	ACTUALITAT DE LA METODOLOGIA BIM	- 12 -
3.2.1	IMPLANTACIÓ DE LA METODOLOGIA BIM A CATALUNYA	- 13 -
3.2.2	EXEMPLE PARADIGMÀTIC D'APLICACIÓ DE LA FILOSOFIA	- 15 -
4	ABAST DEL BIM: LES DIMENSIONS	- 15 -
4.1	DIMENSIÓ 1D	- 15 -
4.1.1	CONTRACTACIÓ IPD	- 15 -
4.1.1	SOFTWARES DE DISSENY I ESBOSSOS DIITALS	- 17 -
4.2	IMPLANTACIÓ BIM: EL BEP	- 17 -
4.2.1	ESTRUCTURACIÓ DE LA INFORMACIÓ DELS MODELS	- 18 -
4.2.2	GESTIÓ DE LA INFORMACIÓ I EL SEU INTERCANVI	- 20 -
4.2.3	ASSEGURAMENT DE LA QUALITAT DE LA INFORMACIÓ	- 22 -
4.2.4	DEFINICIÓ DEL PERSONAL I ROLS	- 23 -
4.3	DIMENSIÓ 2D	- 23 -
4.4	DIMENSIÓ 3D	- 24 -
4.4.1	EL PROCÉS DEL MODELAT	- 24 -
4.4.2	MODELAT DE LA METADATA	- 26 -
4.5	DIMENSIÓ 4D	- 29 -
4.5.1	PLANIFICACIÓ DE L'OBRA	- 29 -
4.6	DIMENSIÓ 5D	- 29 -
4.6.1	AVANTATGES D'UTILITZAR BIM PER AMIDAMENTS I PRESSUPOSTOS	- 30 -
4.7	DIMENSIÓ 6D	- 33 -
4.8	DIMENSIÓ 7D	- 35 -
4.8.1	FACILITY MANAGEMENT	- 36 -
5	SOFTWARES BIM	- 36 -
5.1.1	AUTODESK REVIT	- 36 -
5.1.2	AUTODESK CIVIL 3D	- 39 -
5.1.3	GRAPHISOFT ARCHICAD	- 41 -
5.1.1	AUTODESK NAVISWORKS	- 41 -

5.1.2	BENTLEY SYNCHRO	- 42 -
5.1.3	PRESTO IFC = OPEN-IFC + COST-IFC	- 43 -
5.1.4	TCQ	- 45 -
5.1.5	USBIM.FACILITY	- 46 -
5.1.6	AUTODESK INSIGHT 360	- 47 -
6	CONCLUSIONS FINALS: VALOR AFEGIT I INCOVENIENTS DEL BIM	- 49 -
6.1	DIFICULTATS EN IMPLEMENTAR EL BIM	- 50 -
6.2	ASPECTES A MILLORAR DE CARA AL FUTUR	- 51 -
6.2.1	PLA D'EXECUCIÓ BIM (PEB)	- 51 -
6.2.2	DIMENSIÓ 1D	- 54 -
6.2.3	DIMENSIÓ 3D	- 56 -
6.2.4	DIMENSIÓ 4D	- 59 -
6.2.5	DIMENSIÓ 5D	- 59 -
6.2.6	DIMENSIÓ 6D	- 61 -
6.3	MILLORS SOFTWARE PER A CADA ÚS	- 61 -
6.4	AVANTATGES I DESAVANTAGES DEL BIM	- 64 -
6.4.1	AVANTATGES DEL BIM	- 64 -
6.4.2	DESAVANTATGES DEL BIM	- 66 -
7	REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	- 69 -
7.1	WEBGRAFIA	- 69 -
7.2	LLIBRES	- 72 -
7.3	REVISTES	- 73 -
7.4	CONFERÈNCIES REBUILD MADRID	- 73 -
7.5	ENTREVISTES PERSONALS	- 73 -
8	ANNEXOS	- 74 -
8.1	INVITACIÓ REBUDA PER ASSITIR AL REBUILD DE MADRID	- 74 -
8.2	CAPTURES D'E-MAILS	- 74 -
8.3	APUNTS REALITZATS IN-SITU	- 74 -

1 INTRODUCCIÓ – METODOLOGIA BIM

1.1 DEFINICIÓ DEL TREBALL

El BIM (Building Information Modeling) és una metodologia de treball col·laborativa per la creació i gestió de projectes de construcció, basada en la centralització d'informació en un model digital, per tal de fer ús de totes aquestes dades durant tot el cicle de vida de l'edifici, essencialment.

Aquest treball consta primerament en definir la **metodologia BIM**, explicant què és, com funciona, la seva actualitat... i seguidament es desenvoluparà una anàlisi de totes les fases de la metodologia BIM, anomenades dimensions; **1D CONCEPTE** Establir bases de treball, procediments organitzacionals... – **2D CROQUIS** Establir flux de treball i planteig del projecte – **3D MODELAT** requisits paramètrics i especials, coordinació de les diferents disciplines, control de qualitat i viabilitat constructiva i la preparació de la documentació gràfica – **4D PLANIFICACIÓ DE L'OBRA** dimensió temporal, planning d'obra – **5D COST** estimació i control de costos – **6D SOSTENIBILITAT** ecoeficiència, certificacions, simulacions energètiques... – **7D MANTENIMENT** allargar i mantenir la qualitat del projecte.

Es té la intenció d'elaborar una anàlisi de tot el procediment, general en totes les dimensions i en el BEP, centrant-nos especialment en les dimensions 3, 4 i 5, on s'hi especificaran problemes habituals en la realització de les mateixes, possibles solucions, comparació de programes a utilitzar... Tota la informació necessària s'obtindrà a partir de reportatges a treballadors usuaris de BIM, basant-se així en la seva experiència professional i per tant afrontant a dificultats reals. També s'estudiarà quin és el motiu de la difícil implantació de la metodologia a Espanya, i quines són les solucions de cara al futur.

1.2 MOTIVACIONS PER A LA REALITZACIÓ DE L'ESTUDI

Al llarg del grau ens han donat consciència del **BIM**, i s'ha fet una introducció sobre ella, la qual em va interessar des d'un primer moment i vaig buscar més per al meu compte. Seguidament, vaig fer un curs promogut per la mateixa Universitat de Girona (UdG) de metodologia BIM, i ara estic treballant a una empresa on, d'entre altres coses, es treballa en edificacions i obra civil aplicant la metodologia BIM, ja que són obres d'àmbit públic.

A mesura que he coincidit amb gent de l'àmbit, me n'he anat interessant més per al tema, fins a arribar a parlar amb ells sobre com es treballa, i preguntar si es presenten molts problemes a

l'hora d'aplicar el BIM. La seva resposta és que òbviament hi ha problemes els quals podrien tenir solució i altres sense, o que fins ara no se n'ha trobat.

És per aquest motiu que he decidit elaborar **un TFG a manera d'anàlisi** d'aquesta metodologia de treball. A part de l'interès en descobrir aquest món en detall, considero que es una forma de treballar que dona molts beneficis a la construcció en general, i que de segur que en un futur és farà ús de la mateixa en pràcticament totes les obres, esdevenint per tant en la metodologia habitual de treball.

1.3 OBJECTIUS

Aquest treball té com a objectiu analitzar la **metodologia BIM** per l'elaboració de projectes d'obra pública com privada. Es pretén treure conclusions, avantatges, desavantatges i, si es pot, mesures correctores, amb la finalitat d'agilitzar el procediment. En aquest sentit, la recerca analitzarà i proposarà les millors eines/aplicacions a utilitzar en cada una de les dimensions (àmbit d'aplicació, preu, facilitat de formació...) efectuant comparacions entre elles, així com l'estudi i posada a la pràctica de les prescripcions incloses en el BEC, en el cas de l'obra pública, anàlisi de tots els problemes que es poden presentar durant el transcurs de l'obra i a poder ser la seva solució... En definitiva, es recomana elaborar una guia extensa orientada als professionals per implementar la **metodologia BIM.**

També inclou motius d'interès propi, com ara endinsar-me en la metodologia BIM per tal de d'aprendre tot el possible sobre ella i conèixer en detall tots els seus secrets, que només s'aconsegueixen endevinar gràcies a l'experiència laboral.

2 DEFINICIÓ DE LA METODOLOGIA BIM

2.1 CONCEPTE "BIM"

El Building Information Modeling (BIM) és una metodologia de treball, la qual, en termes molt generals, ens permet una **gestió de les obres de construcció basades en l'ús d'un model tridimensional virtual relacionat amb bases de dades.** El BIM permet produir i emmagatzemar tota la informació necessària per operar en les diferents fases del cicle de vida de les construccions en els camps de l'edificació i l'enginyeria civil.

Aquest sistema **ens permet executar una obra abans que sigui construïda en la realitat**, i amb la construcció de l'obra no ens referim únicament en la física que suposa aquesta (suposaria el model 3D virtual), sinó en tot el procés de construcció d'aquesta. Aquest aspecte ens permet anticipar-nos en la majoria dels inconvenients i problemes que ens podem trobar durant l'execució d'una obra d'edificació o obra civil, i d'aquesta manera aconseguir que quan s'executi realment

tinguem tots els problemes resolts, amb una execució molt més eficient, amb un control de preu molt més ajustat i segur, un major control de qualitat... també ens permet que tots els agents que apareixen en l'obra (arquitectes, arquitectes tècnics, enginyers, constructora o constructores, promotor, client...) **puguin treballar conjuntament de manera col·laborativa** a partir del model i de les bases de dades, prenen decisions i acords entre tots ells de la manera més efectiva possible per tal d'aconseguir una execució de l'obra molt més eficient.

Els models BIM s'obtenen a partir de la creació d'objectes amb els seus propis atributs que representen els elements constructius físics a gestionar o controlar. Els objectes BIM de les maquetes virtuals poden estar connectats a un o diferents registres de bases de dades i permeten emmagatzemar informació dels espais construïts, elements, materials, mitjans i recursos implicats en la seva gestió. Tot el relacionat amb el modelatge 3D de l'obra o edifici s'especifica en **l'apartat 7. DIMENSIÓ 3D.**

2.2 ELS AGENTS DEL BIM

L'entorn de treball BIM suposa, com en tots els treballs, l'assignació de funcions a persones concretes amb unes habilitats o coneixements específics per a la seva intervenció en un projecte sota diferents perspectives. Depenent de l'envergadura d'un projecte, **la relació persones-rol pot ser diferent i en cada cas s'ha d'adoptar la configuració més eficient** de l'equip que hi participa. En algunes ocasions, una mateixa persona pot assumir més d'un rol. En d'altres, cal un nivell d'especialització alt i un determinat rol és dut a terme per un especialista en els coneixements d'aquell rol.

Un rol no determina obligatòriament el perfil professional que l'ha d'assumir, sinó que especifica, com s'ha dit, funcions i habilitats que cal compatibilitzar amb els perfils tècnics i professionals dels participants en un projecte.

Un mateix rol pot tenir noms diversos, però es vincula amb funcions a escala d'organització i/o a nivell de projecte, i s'acompanya d'una descripció de les habilitats o coneixements desitjables.

Tot seguit es dona una relació i explicació dels diferents rols possibles:

Agent	Descripció
BIM Director	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estableix la implementació del BIM en l'àmbit estratègic, vinculant-la amb el model de negoci de l'empresa i amb el funcionament intern d'aquesta. ➤ Dirigeix les tasques de recerca i planificació de futures implementacions. ➤ Redacta el Pla estratègic d'implementació del BIM en el projecte. ➤ (...)
BIM Manager	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Implementa el BIM a nivell estratègic, vinculant-lo amb el model de negoci de l'empresa i amb el funcionament intern d'aquesta. ➤ Duu a terme tasques de recerca i planificació de futures implementacions. ➤ Es coordina amb el Gestor / Responsable del Departament per tal d'assolir els objectius establerts per ell.

Agent	Descripció
BIM Design Coordinator	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (...) ➤ Lidera el desenvolupament del PEB en la fase de redacció del projecte. El redacta en col·laboració amb tots els coordinadors de cada equip. ➤ Coordina les operacions relatives al BIM entre les disciplines que participen en la fase de redacció del projecte. ➤ Especifica els controls de qualitat que cal efectuar en aquesta fase i en fa el seguiment.
BIM Construction Coordinator	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (...) ➤ Lidera el desenvolupament del PEB en la fase d'execució del projecte. ➤ Contribueix, si és possible, a la redacció del PEB de la fase de disseny per tal de millorar la usabilitat dels models de disseny com a base per al model constructiu. ➤ Coordina la creació del model constructiu i la informació que es desenvolupi durant la construcció.
BIM Facility Coordinator	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (...) ➤ Lidera el desenvolupament del PEB en la fase d' explotació del projecte. ➤ Facilita el cicle de vida del projecte, integrant processos i compartint bases de dades digitals. ➤ Participa, si és possible, en el disseny dels requisits per a la redacció del projecte.
BIM Discipline Coordinator	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (...) ➤ Coordina el treball del seu equip amb el de la resta de disciplines o lots de contractació. ➤ Avalua i administra els models generats per l'equip de treball que desenvolupa una disciplina concreta. ➤ Desenvolupa els controls de qualitat interns.
BIM Quality Checker	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (...) ➤ Realitza una inspecció de qualitat del model pel que fa a la seva estructura de dades, pel que fa als criteris de topologia, taxonomia i metadades com a condició indispensable per a posteriors controls de qualitat. ➤ Realitza una inspecció de la qualitat del projecte pel que fa als criteris que estableix el PEB, entre els quals hi ha la revisió de la coordinació espacial, el compliment del programa o el control de costos.
BIM Facilitator	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (...) ➤ La seva funció és la d'assistir altres professionals, que no estan familiaritzats amb l' ús d' eines del BIM, perquè siguin capaços d' extreure informació de models d' informació. ➤ Prepara els models perquè puguin ser visualitzats còmodament in situ per part de caps d' obra, promotors, directius, etc. ➤ (...)

2.2.1 FASES DE DESENVOLUPAMENT

El **Building Information Modeling (BIM)** engloba tot el procés de l'edifici, des del disseny conceptual de l'edifici, fins a la seva desconstrucció. És per això que aquest es distribueix en diferents fases de treball, segons el desenvolupament de l'edifici; aquestes fases dins del BIM les anomenem **dimensions**, i trobem les set següents:

- **D1 Concepte**, establiment de les bases per als projectes col·laboratius, com el Mandat BIM que va realitzar Catalunya.

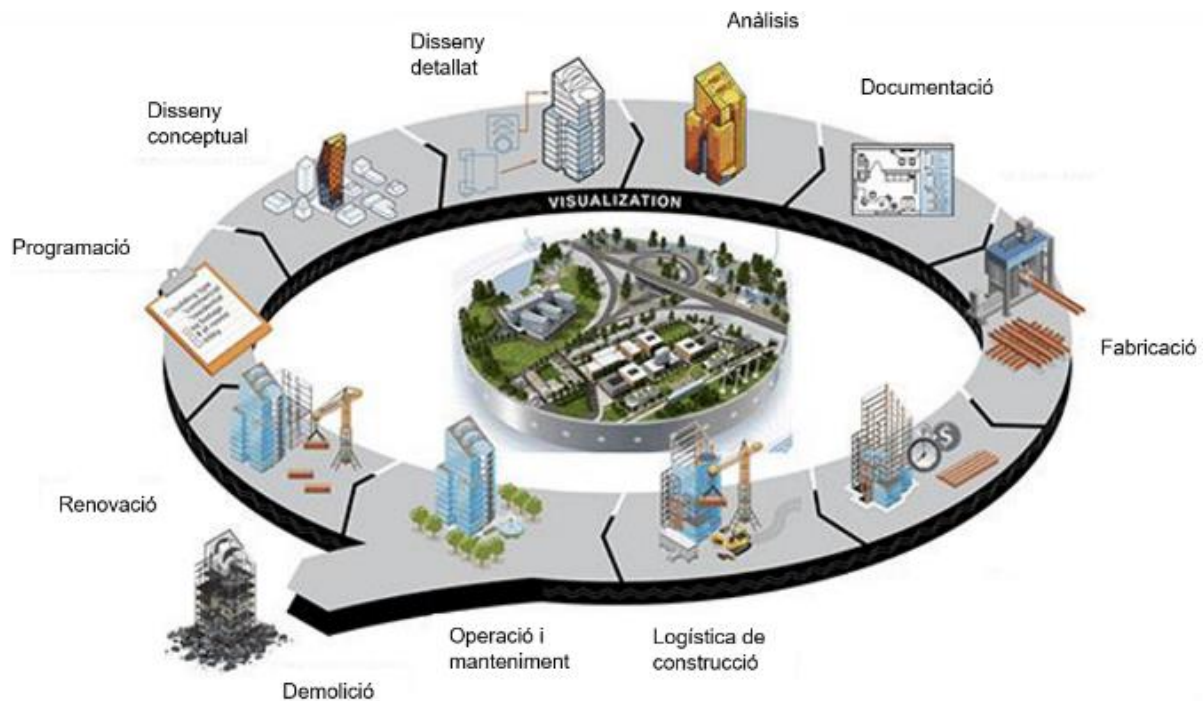


Figura 1. Font: <https://www.darco.com.mx>

- **2D Redacció del projecte**, establir el flux de treball i els procediments organitzacionals (plantilles) al voltant de BIM de les diferents àrees de treball implicades.
- **3D Modelatge**, requisits paramètrics i espacials per a la construcció del bessó digital de l'element amb el programari elegit. Coordinació de les diferents disciplines (arquitectura, estructura i instal·lacions), control de qualitat i viabilitat constructiva i la preparació de la documentació per a la comercialització.
- **4D Planificació**, fa referència a la dimensió temporal amb l'objectiu d'establir els terminis d'execució i aconseguir que es compleixin. Sovint té en compte la logística d'obra, planificant què i quan es necessiten els mitjans auxiliars, definint el temps, durada i la fase determinada d'utilització. La utilitat del **4D** és el seu dinamisme i la capacitat d'anticipar-se als possibles conflictes, clash detection, que puguin sorgir en obra, per ser esmenats en la fase de disseny, on el cost és notablement inferior que en la fase d'execució.
- **5D Costos**, l'estimació i control de costos afecta sobre la rendibilitat del projecte. En la cinquena dimensió BIM, es generen pressupostos, es realitzen els estudis de viabilitat econòmica, es gestionen les ofertes i contractacions, així com el relacionat amb el retorn de la inversió i beneficis en general.
- **6D Sostenibilitat Energètica**. Fa referència a tot el relacionat amb ecoeficiència, certificacions en sostenibilitat (Leed, Breeam, Passivhaus...), simulacions sobre el comportament energètic, o l'anomenat BIM verd.

- **7D Seguiment/ Manteniment.** Defineix la guia per allargar i mantenir la qualitat del projecte un cop construït, inclou el referent a les inspeccions, reparacions, etc. Per als propietaris és una de les dimensions BIM més important, ja que repercuteix en la seva utilitat i la gestió dels costos de conservació. Ha de documentar tot el necessari per a la gestió de l'espai i el seu manteniment. Aquí l'objectiu és saber què, quan i quant.

És necessari complir totes aquestes fases de treball per tal d'assolir tots els beneficis que atorga la metodologia. Per desgràcia, actualment no es fa servir totes les dimensions explicades anteriorment, sinó que com es podrà observar en el gràfic de la figura 2, basat en una anàlisi a Mèxic, els usos que es fan servir del BIM són:

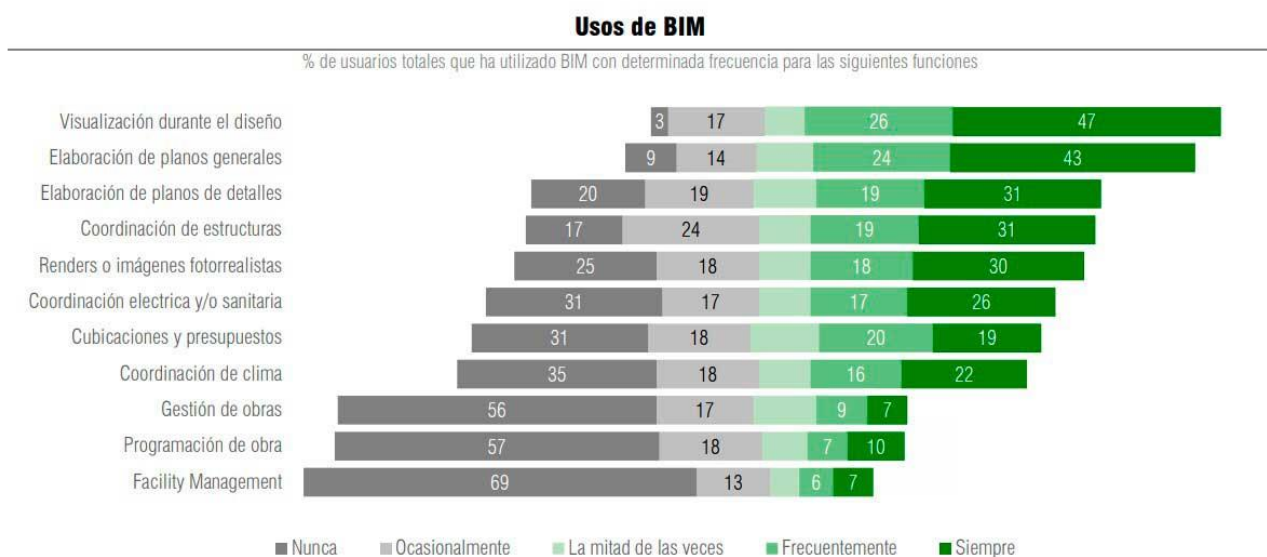


Figura 2. Font: <https://www.buildbim.cl/>

2.2.2 NORMATIVA D'APLICACIÓ A CATALUNYA

A continuació es presenta la **normativa d'aplicació per a la metodologia BIM dins de Catalunya** durant els anteriors anys, atenent que si hi ha interposició de diferents aspectes entre normatives, sempre regirà la normativa més actual. També s'hi exposen manuals i guies a seguir que depenent de l'organisme per al qual es treballi s'hauran de regir com si es tractessin de normativa.

Acord del 24 de maig del 2016

Acord del Govern pel qual es crea la Comissió interdepartamental per a la implantació d'una metodologia de treball virtual en tres dimensions Building Information Modeling (BIM) a l'obra pública i a les obres d'edificació promogudes per l'Administració de la Generalitat de Catalunya i el seu sector públic.

Acord del 11 d'octubre del 2016

Acord del Govern pel qual es modifica la composició de la Comissió Interdepartamental per a la implantació d'una metodologia de treball virtual en tres dimensions Building Information Modeling (BIM) a l'obra pública i a les obres d'edificació promogudes per l'Administració de la Generalitat de Catalunya i es seu sector públic.

Acord del 11 de desembre del 2018 (TES/188/2019)

Acord del Govern pel qual es determinen els contractes en què s'ha d'aplicar la metodologia de treball col·laborativa i virtual en tres dimensions anomenada Building Information Modeling (BIM) i la forma i les condicions per fer-ho.

És actualment l'acord més significatiu pel que fa a aquesta metodologia, ja que per ella s'ha d'aplicar de forma obligatòria a tots els contractes d'obra civil i d'edificació, de concessió d'obres i de concursos de projectes, que tenen per objecte obres de primer establiment, rehabilitació o restauració, promoguts per l'Administració de la Generalitat de Catalunya i el seu sector públic que tinguin un valor estimat igual o superior a l'establert pels contractes subjectes a regulació harmonitzada, segons la legislació de contractes del sector públic, i s'estén a tots els contractes relatius o vinculats a les obres a què es refereixen aquests contractes.

També es pacta que els departaments i els ens del sector públic de la Generalitat de Catalunya podran exigir la utilització de la metodologia BIM en contractes d'obres, de concessió d'obres o concursos de projectes o en els contractes relatius o vinculats a aquests, independentment del valor estimat del contracte, si el corresponent òrgan de contractació ho considera pertinent, entre altres supòsits quan per la singularitat de les obres la utilització de la metodologia BIM pugui generar majors rendiments.

DOCUMENTACIÓ DE REFERÈNCIA

Manual BIM – Infraestructures

Té com a propòsit facilitar unes directrius obertes i compartides de manera que, durant el procés d'adopció de la metodologia BIM per part d'Infraestructures de la Generalitat de Catalunya (en endavant Infraestructures.cat), permetin avaluar la consistència dels resultats obtinguts gràcies a l'ús de processos desenvolupats en un entorn col·laboratiu, basats en models BIM constituïts per objectes, i la participació dels diferents agents que intervenen en cadascun dels diversos tipus i fases dels contractes gestionats

Guia implementació BIM -ITEC

La Comissió Construïm el Futur1 (CCF) va publicar el juny de 2017 un document titulat "Introducció de processos col·laboratius en la Construcció - 88 passos cap al BIM", que definia un camí de transició del sector fent-lo evolucionar cap a una forma de treball molt més sostenible, amb major eficiència tècnica, econòmica, i utilitzant les millors capacitats dels equips de treball involucrats en la creació de nous actius.

3 LÍNIA DEL TEMPS DE LA METODOLOGIA BIM

3.1 HISTÒRIA DE LA METODOLOGIA BIM

Existeixen diversos punts de vista sobre l'origen d'aquest concepte. Empreses pioneres en l'aplicació del concepte BIM va ser Graphisoft, d'Hongria, que el va implementar amb el nom Virtual Building (Edifici Virtual) des de 1984 en el seu programa **ArchiCAD**, com també **VectorWorks** el 1985 (anteriorment **MiniCAD** de Diehl Graphsoft) reconeguts per ser els primers programaris CAD per a computadora personal capaços de crear tant dibuixos en 2D com 3D com també la incorporació de llenguatge capaç de produir reports;

L'any 1955, a l'**Institut de Tecnologia de Massachusetts** d'Estats Units de Nord Amèrica, es va desenvolupar el sistema gràfic SAGE (Semi Automatic Ground Environment), utilitzat per la força aèria perquè permetia processar dades i transformar-les en gràfics, de manera que es podia visualitzar la informació adquirida pel radar o altres mitjans d'adquisició de dades de posició. Aquest sistema no és considerat un programa de disseny assistit per computador, però ja permetia la visualització de gràfics en una pantalla.

L'any 1963 es desenvolupa **Sketchpad**, el primer programa per a ordinador, que seria el predecessor dels programes **CAD**, com a resultat de la tesi doctoral d'Iván Edward Sutherland. Aquest programa ja posseïa característiques dels programes **CAD** actuals, fins i tot permetia la realització de dibuixos en 3D.

Autodesk va començar utilitzar el concepte BIM des del 2002 quan va comprar la companyia texana **Revit Technology Corporation** per 133 milions de dòlars, mentre que altres postulen que va ser el professor Charles M. Eastman, del Georgia Tech Institute of Technology, el primer a difondre el concepte de model d'informació d'edificació, com un sinònim de BIM, a inicis dels setanta en nombrosos llibres i articles acadèmics. Aquesta capacitat avui és oferta per diferents proveïdors tecnològics com: Bocad, Tekla, Nemetschek, Sigma Design, Autodesk, StruCad de AceCad Software, Bentley Systems, AVEVA Solutions, Graphisoft, ACCA software, sds/2 per Design Data (líder en enginyeria de detall), CADDetails, Dlubal Software, Esri, entre d'altres.

El 1978 es va presentar la primera versió de **SigmaGraphics**, desenvolupat per **Sigma Design International**, d'Alexandria, Luisiana, el qual posteriorment es va anomenar ARRIS CAD l'any 1984: un entorn completament dedicat a l'arquitectura i la construcció. Aquest programari originalment va ser desplegat per a entorns multifuncionals com ara UNIX/XENIX i actualment treballa sota sistemes operatius de Windows.

Per tant, **Charles Alexander Eastman** va ser el fundador del BIM. Una primera descripció del model virtual de l'edifici va ser proposada en una famosa publicació del 1974 de Charles M. Eastman sobre una investigació desenvolupada a la Universitat Carnegie-Mellon a Pittsburgh

(EUA), titulada «*An outline of the building description system*». Va començar així la investigació del BIM, il·lustrant un sistema descriptiu de l'edifici obtingut amb l'agregació d'elements gràfics 3D capaços de contenir informació de tipus geomètric, tipus de material...

3.1.1 EL MODEL VIRTUAL SEGONS EASTMAN

En el llibre especificat anteriorment (***An outline of the building description system***) es troba la definició que va aportar per al model virtual d'un edifici:

«Molts dels costos de disseny, realització i funcionament de les construccions deriven pel fet que es recorre als dibuixos per reportar anotacions de l'edifici. Com a alternativa, aquest document proposa un disseny d'un sistema informàtic útil per emmagatzemar i manipular la informació de projecte en un detall que permet el disseny, la construcció i l'anàlisi operativa. Un edifici es considera com la composició espacial d'un conjunt de peces. El sistema, denominat Sistema Descriptiu de l'Edifici (BDS) es caracteritza per:

1. *Ser un mitjà per facilitar la inserció gràfica de formes i elements arbitràriament complexos.*
2. *Ser un llenguatge gràfic interactiu per canviar i configurar la disposició dels elements.*
3. *Tenir capacitats gràfiques en format paper per produir perspectiva o dibuixos ortogràfics d'alta qualitat.*
4. *Tenir una funció per a la classificació i l'esquematzació, per classificar la base de dades per als atributs (tipus de material, proveïdor o compondre un conjunt de dades per a l'anàlisi).»*

Per tant, defineix el modelatge BIM com a un llenguatge gràfic interactiu on es pot identificar elements 3D, els quals formen el total de l'edifici, on aquests elements presenten una base de dades les quals aportaran informació sobre el projecte.

3.1.2 EL SOFTWARE ALLPLAN

Allplan és un programari BIM de disseny assistit per computadora 2D/3D paramètric per a arquitectura i enginyeria (BIM), desenvolupat per l'empresa ALLPLAN del Grup NEMETSCHEK. Funciona sota el sistema operatiu Windows, tot i que va néixer sota plataforma Unix.

Inicialment, el programari era una solució interna d'un despatx de Munic, Alemanya, liderat pel professor **Nemetschek** que posteriorment es va anar millorant i adaptant

al que tenim avui dia. Un programari BIM per



Figura X. Font: <https://www.bimcommunity>.

a Arquitectura, Enginyeria i Constructores.

El 1981, va ser fundada la societat **Nemetschek Programmsystem GmbH**, dedicada a la comercialització del programari, mentre que el desenvolupament de programes seguia a càrrec de l'oficina d'estudis tècnics de **Georg Nemetschek**. El producte principal, **Allplan**, un sistema de CAD per a arquitectes i enginyers, va sortir al mercat el 1984. Aquest programari permet la planificació tridimensional d'edificis.

Aquest programari va ser l'inici del modelatge d'edificacions en 3D, i per tant, suposa un primer pas en el desenvolupament de la metodologia BIM.

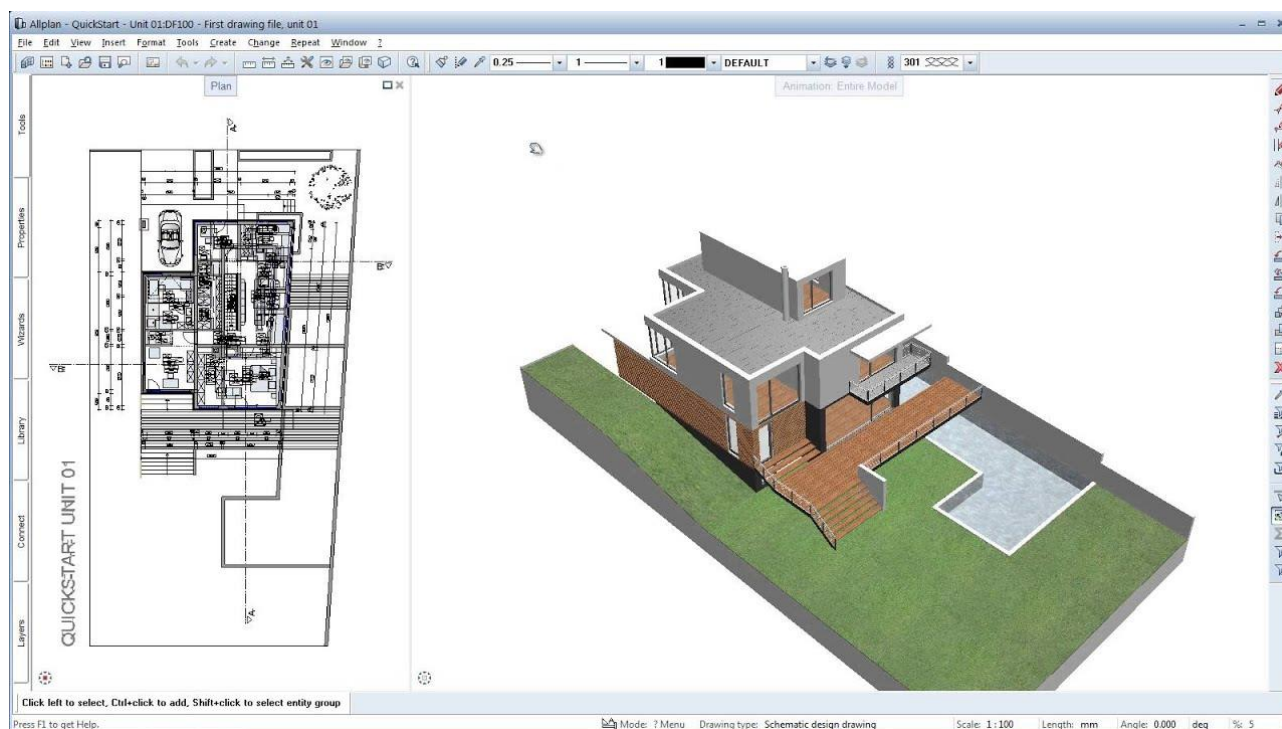


Figura 3. Font: <https://www.youtube.com/watch?v=mHXyTWC5x9Y/>

3.2 ACTUALITAT DE LA METODOLOGIA BIM

Durant l'última dècada, la metodologia BIM s'ha implantat de forma progressiva en diferents països, sent per a alguns d'ells **objectiu prioritari de les seves Administracions Públiques**, les quals han imposat o valorat el seu ús en obra pública, seguint la recomanació de la **Directiva Europea de Contractació Pública 2014/24/UE**.

En vista de tots els avantatges que ofereix la metodologia BIM, la Unió Europea ha vingut treballant la legislació en matèria d'obres d'infraestructura. Algunes fites importants han estat:

1. **Directiva 24/2014**. Un text legal concernent a tot l'Espai Econòmic Europeu que regula les contractacions públiques. En ell es permet l'exigència de certs sistemes electrònics i eines de gestió de dades per a l'execució d'obres finançades amb pressupostos públics.

2. **Llei sobre Contractes del Sector Públic.** Promulgada el 2017 va suposar la transposició de l'anterior Directiva Europea en favor de les lleis espanyoles. En altres paraules, se li atorga a Espanya la potestat de regir en aquesta matèria. Aquí es va reafirmar el que s'ha exposat en el text anterior per donar plena legalitat als requeriments d'eines digitals en la gestió d'obres d'interès públic.
3. **Manual per a la introducció de la metodologia BIM** per part del sector públic europeu. També va ser presentat el 2017. És una clara demostració de les intencions de seguir impulsant la utilització de la tecnologia en matèria de construcció per millorar l'accés a la informació sobre projectes de gran envergadura.

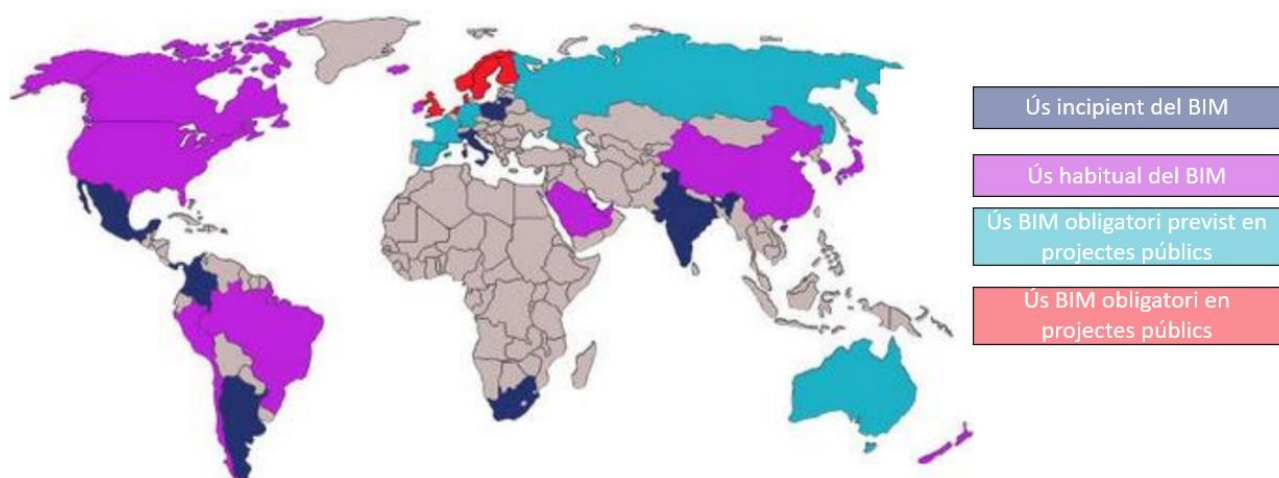


Figura 4. Font: <https://www.buildingsmart.es/bim/>

En l'anterior fotografia adjunta (figura 4) es pot observar l'estat de la implantació del BIM a nivell mundial.

Mentre que a Espanya estem a mig camí cap a l'obligatorietat del BIM en projectes públics, la situació és una mica diferent de la resta d'Europa. Als països nòrdics com Dinamarca, Noruega i Finlàndia, a més del Regne Unit, això ja és una realitat. De fet, aquest últim és potser el líder de la regió i ve impulsant des del 2011 la construcció de ferrocarrils a través d'aquesta tecnologia. Això ha significat un auge en els projectes viaris que s'ha estès a altres branques de la construcció.

3.2.1 IMPLANTACIÓ DE LA METODOLOGIA BIM A CATALUNYA

En vista de la intenció d'implementar BIM de forma obligatòria, el sector públic espanyol ha posat en marxa projectes que ajuden a difondre la metodologia i fomentar-ne l'ús. Un dels més representatius és la **Comissió Interministerial BIM**, la presidència actual de la qual està en mans del Ministeri de Transport, Mobilitat i Agenda Urbana.

A continuació adjuntem un gràfic on es representa en tants per cents, la distribució de licitacions BIM en la comunitat autònoma l'any 2020:

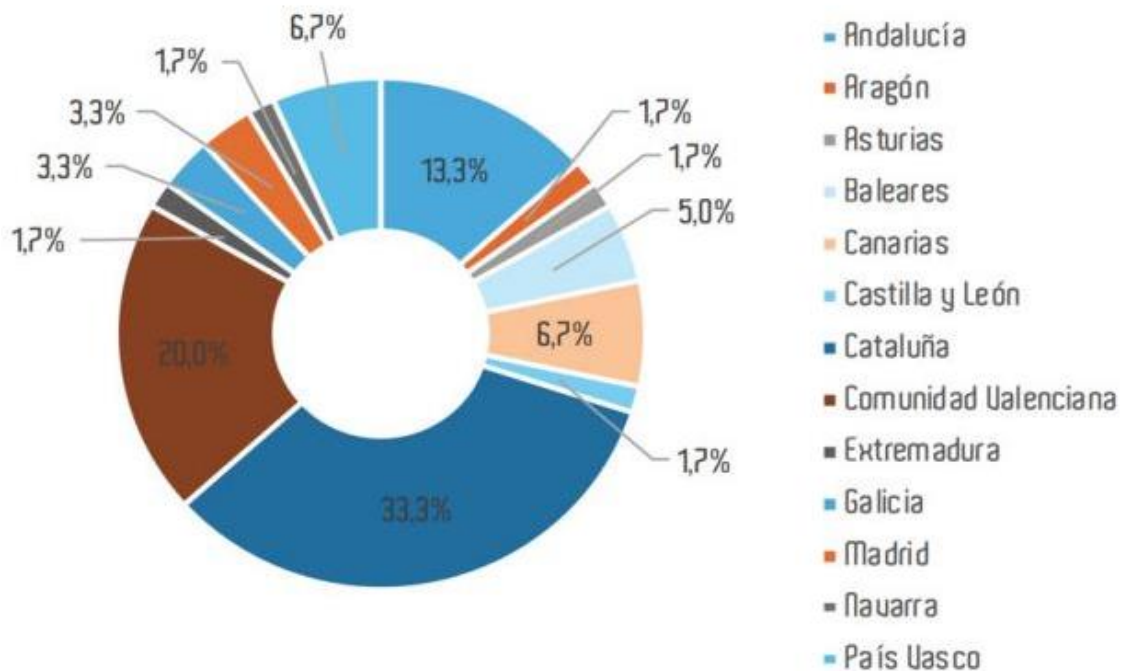


Figura 5. Font: <https://blog.fundacionla>

Tot i que encara no és de caràcter obligatori a tot el territori espanyol, el BIM està entre les recomanacions de les Administracions tant nacionals com regionals. Tot i això, des de 2019 és un requisit per a licitacions públiques d'edificació i infraestructures.

Pel que fa a Comunitats Autònomes, hi ha una excepció notable: **Catalunya**. En aquest cas, des de la publicació de l'**Acord del 11 de desembre del 2018 (TES/188/2019)**, **tots els concursos públics d'obres civils i infraestructures que superin els 5.5 milions d'euros han d'incloure, obligatòriament, la tecnologia BIM**. Per regular en aquesta matèria, l'Institut de Tecnologia de la Construcció va crear la Comissió Construïm el Futur i va desenvolupar un manual amb 88 passos per facilitar el procés a les empreses.

En el marc d'organismes cal destacar l'Administració d'Infraestructures Ferroviàries, Aeroports Espanyols i Navegació Aèria, Renfe, Correus, Ports de l'Estat i Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana. Tots ells exigeixen BIM per rebre ofertes en els concursos d'obres de la seva competència.

3.2.2 EXEMPLE PARADIGMÀTIC D'APLICACIÓ DE LA FILOSOFIA

A la Xina s'han elaborat una gran diversitat d'edificacions amb la metodologia BIM, i s'ha convertit en un dels països amb major difusió d'aquest. Des del 2016 el nivell del seu ús per part d'arquitectes i sobretot empreses xineses s'ha incrementat.

El nombre d'arquitectes que han iniciat a utilitzar aquesta metodologia en una gran part dels seus projectes va augmentar en un 89% i entre les empreses en un 108%. El govern central xinès s'ha mostrat especialment atret pel **Building Information Modeling**, sobretot per l'eficiència que ofereix. Seguint atentament l'exemple de Regne Unit, Estats Units i altres nacions, van decidir beneficiar-se d'aquestes experiències, tot i que aquesta no és encara obligatòria, però si se n'està recomanant l'ús.

La companyia xinesa de construcció sostenible **Broad Group** va aconseguir una altre repte impossible, la construcció d'un hotel de 30 pisos d'altura en 360 hores. Van obtenir aquest tret gràcies a la metodologia BIM, ja que mentre modelaven el projecte, enviaven a fabricar els mòduls industrialitzats per tal de construir l'edifici. Poder representar l'edifici poden anticipar tots els problemes i interferències possibles, i per tant, els hi permet crear mòduls de forjats els quals incorporen acabats de paviments, fals sostre i les instal·lacions passades, els quals s'uniran entre sí formant l'edifici.

4 ABAST DEL BIM: LES DIMENSIONS

4.1 DIMENSIÓ 1D

En aquesta primera dimensió es duen a terme tasques referents a la investigació, implementació, concepte del disseny de la obra, estimacions de superfície, volumetria i costos, el pla d'execució... en definitiva es compona la idea del projecte.

4.1.1 CONTRACTACIÓ IPD

La necessitat d'una definició del producte completa des de la fase de planificació, així com un cost que s'ajusti al pressupost objectiu, sense desviacions ni sobre costos, ha valorat el model americà de contractació anomenat "**Integrated Project Delivery**" (IPD).

Els tipus de contracte IPD és un contracte multipart en el qual s'integren els principals agents del Projecte. En la seva aplicació més comuna s'incorpora a la propietat, l'Arquitecte i Contractista permetent una col·laboració efectiva des de la fase inicial de disseny fins al lliurament de l'actiu.

Partint d'un conjunt de requisits oposats per part del promotor on, entre altres aspectes, es detallen els requeriments de disseny previs a la conceptualització de l'arquitecte, les parts

determinen el “Target Cost” que servirà de límit en la gestió diària del contracte. Aquest Target Cost, no pot ser superat en cap de les fases del contracte, és desenvolupat per al personal del contractista sobre els dissenys que constantment genera el personal de l'arquitecte.

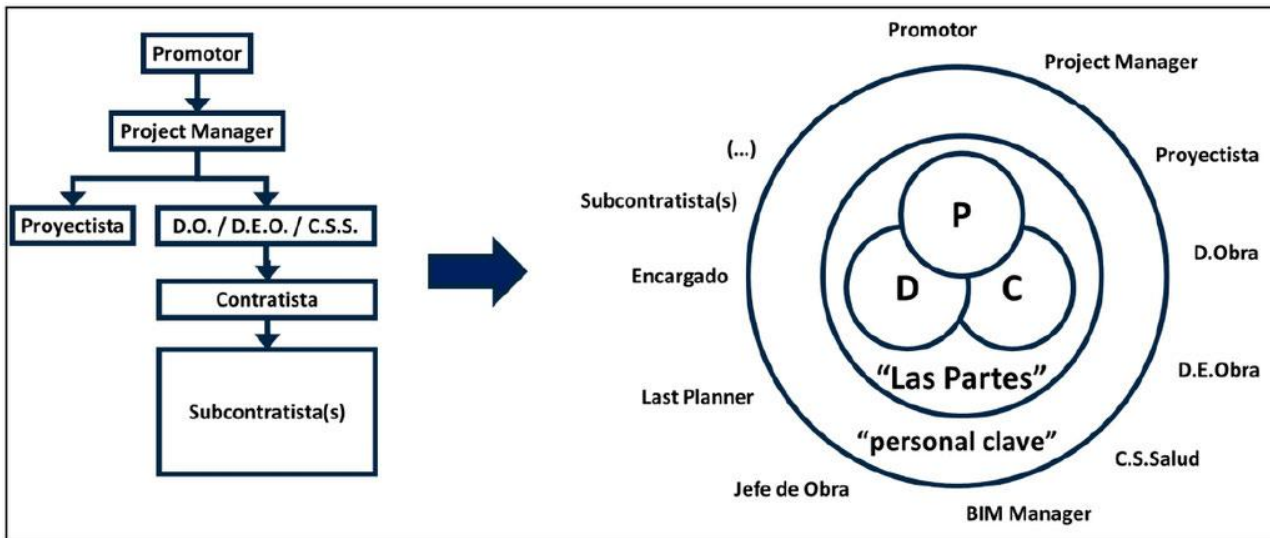


Figura 6. Font: <https://www.leanconstruc>

Els contractes **IPD** ens permeten integrar d'una manera més eficaç la metodologia BIM, ja que tant l'arquitecte com el contractista treballen de manera conjunta i col·laborativa des de fases inicials del projecte. En un altre tipus de contractes, el començament de la fase executiva sol suposar un obstacle en el flux del projecte amb la transferència del model entre l'arquitecte i el contractista. Tanmateix, la redacció d'un únic BEP, com a document adjunt al contracte IPD, ajuda a determinar el procediment de treball durant tot el Cicle de Vida del Projecte, integrant tots els agents implicats, els sistemes d'informació i els programaris.

L'enginyeria de valor aportada tant per l'arquitecte com pel contractista durant la fase de planificació i disseny suposa que el model executiu contingui un nombre elevat de requeriments d'informació, moltes vegades ja amb la informació de proveïdors.

RELACIONS ENTRE ELS USOS BIM

Previ a explicar diferents problemes en la metodologia BIM, previs a la redacció del projecte, és necessari definir les relacions entre els usos BIM amb les fases del cicle de vida de l'edifici d'un actiu, els agents responsables, els tipus de models i els nivells de desenvolupament LOD.

TABLA 3. RELACIONES ENTRE LOS USOS DEL BIM																													
ETAPAS		PLANIFICACIÓN					DISEÑO										CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN							
RESPONSABLE		PROPIEDAD ó ESTUDIO ARQUITECTURA/INGENIERÍA					ESTUDIO ARQUITECTURA/INGENIERÍA										CONSTRUCTORA					PROPIETARIO ó CONCESIONARIO							
USOS BIM	NÚMERO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
		MODELO TERRENO EXISTENTE	MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	PLANIFICACIÓN DE FASES	DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS	ANÁLISIS DE UBICACIÓN	REVISIÓN DEL DISEÑO	MODELO DE DISEÑO	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	ANÁLISIS ENERGÉTICO	ANÁLISIS ILUMINACIÓN	ANÁLISIS HVAC	EVALUACIÓN SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL (LEED)	VALIDACIÓN DE CÓDIGO	OTROS ANÁLISIS DE INGENIERÍA	GENERACIÓN DE PLANOS	COORDINACIÓN INTERDISCIPLINAR 3D	PLANIFICACIÓN ÁREA DE OBRA	DISEÑO CONJUNTOS CONSTRUCTIVOS. VR	FABRICACIÓN DIGITAL	REPLANTEO DIGITAL	CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN	MODELO AS BUILT	MODELO FACILITY MANAGEMENT	PLAN DE MANTENIMIENTO DEL ACTIVO	ANÁLISIS RENDIMIENTO DEL ACTIVO	GESTIÓN DE ACTIVOS	GESTIÓN DE ESPACIOS Y SEGUIMIENTO	PLAN DE EMERGENCIAS
	TIPO DE MODELO	PIM (PROJECT INFORMATION MODEL)																						AIM (ASSET INFORMATION MODEL)					
	MODELOS BIM	MODELO PROYECTO ANTEPROYECTO	MODELO PROYECTO BÁSICO					MODELO PROYECTO CONSTRUCTIVO					MODELO AS BUILT					MODELO FM (FACILITY MANAGEMENT)											
	FASES DE CICLO DE VIDA DEL ACTIVO	ESTRATEGIA 5%	ESTUDIO PREVIO 15%	ANTEPROYECTO 30%		PROYECTO BÁSICO 60%			PROYECTO CONSTRUCTIVO 90%			CONSTRUCCIÓN DEL ACTIVO		TRASPASO Y PUESTA EN MARCHA		OPERACIÓN													
		0	1	2		3			4			5		6		7													
	NIVEL DE DESARROLLO (LOD)	0	1	2		3			4			5		6		7													

Figura 7. Font: <https://especialista3d.c>

4.1.1 SOFTWARES DE DISSENY I ESBOSOS DIITALS

En aquesta dimensió es faran els esbossos per tal de presentar una proposta de projecte al client, i aquests es poden fer en softwares molt avançats, com ara dibuixos digitals directament elaborats en tables, que es poden importar a programes com ara AutoCAD o Revit.

Aquests softwares ens permeten avançar molt més ràpid durant aquesta fase, ja que no farem un primer dibuix a mà, que després s'haurà de digitalitzar manualment, si no l'estarem elaborant des d'un primer moment.

4.2 IMPLANTACIÓ BIM: EL BEP

El pla d'execució BIM (BEP-BIM Execution Plan) **és el document principal, que governarà el desenvolupament de la metodologia BIM**, on s'especifica informació general del contracte, procés general de desenvolupament del contracte, definició dels usos BIM que es faran ús, indicacions de nomenclatures y estructuració, com es realitzarà l'intercanvi d'informació...

Aquest document va ser proposat per primera vegada el 2009, com a resultat de la tesi doctoral de Chitwan Saluja, qui es refereix al BEP com a "**document que defineix de forma global els**

detalls d'implementació de la metodologia BIM a través de tot el projecte". En aquest pla, es col·loquen els objectius, la manera en què es volen assolir els mateixos, i amb qui es compta per aconseguir-ho. Per a la realització de treball segons la metodologia BIM, es requereix guiar-se en un manual d'estàndards BIM. Com a base per a la realització d'estàndards BIM es pot "recolzar en guies i estàndards BIM institucionals. A Espanya, es té la guia en castellà d'aquest tipus: la Guia d'Usuaris BIM, gràcies al projecte de la iniciativa uBIM en col·laboració amb BUILDING SMART", (Saragossa, Mórea, 2016).

A continuació s'exposen els continguts bàsics que ha de contemplar el BEP.

4.2.1 ESTRUCTURACIÓ DE LA INFORMACIÓ DELS MODELS

FLUX DE TREBALL

Un dels objectius més importants durant la redacció del BEP és definir un marc de treball que garanteixi la implementació de les més noves tècniques de disseny i construcció en projectes d'edificació i obra civil. Per tal de definir aquest marc de treball s'haurà de:

Definir l'organització del model, el qual estarà format per diferents disciplines (p.e. arquitectura, estructura i instal·lacions) amb les referències externes de CAD necessàries per comprovar les noves obres amb les dades existents que es tenen en 2D. A més es sol fer un fitxer per la coordinació general a on s'elaboraran les diferents vistes necessàries. També s'haurà de definir les coordenades de referència en el BEP, definir els nivells de model de les plantes, els elements del model, definir la identificació dels elements (codis BIM, Navisworks Code...), nomenclatures dels arxius, quins servidors FTP que es faran ús per emmagatzemar els arxius...

COORDENADES GEOGRÀFIQUES

S'ha de definir les coordenades relatives per al correcte modelat de l'obra, fent ús d'un punt real d'aquesta. Aquest es denomina punt de coordenades, i representa un punt conegut del món físic que coincidiria amb el punt indicat de l'edifici i del qual es buscaran les coordenades corresponents.

Aquest punt esdevé important, ja que amb la situació de l'edifici i orientació del mateix es podran calcular aspectes energètics, consums... a part, si les diferents disciplines de treball no estan perfectament geolocalitzades, en unir aquestes es superposaran entre elles o es col·locaran allà on no toca.

DEFINICIÓ DELS NIVELLS I ELEMENTS DEL MODEL

També és important definir i concretar correctament els nivells del model, ja que a partir d'aquests es modelarà. No hi ha una norma bàsica que especifiqui com han de ser aquests nivells, si sobre cota forjat o sobre cota paviment, per tant, es necessari determinar la cota d'aquests, a poder ser amb una imatge per aclarir la definició dels mateixos. I òbviament definir quants nivells existiran i quina denominació portaran.

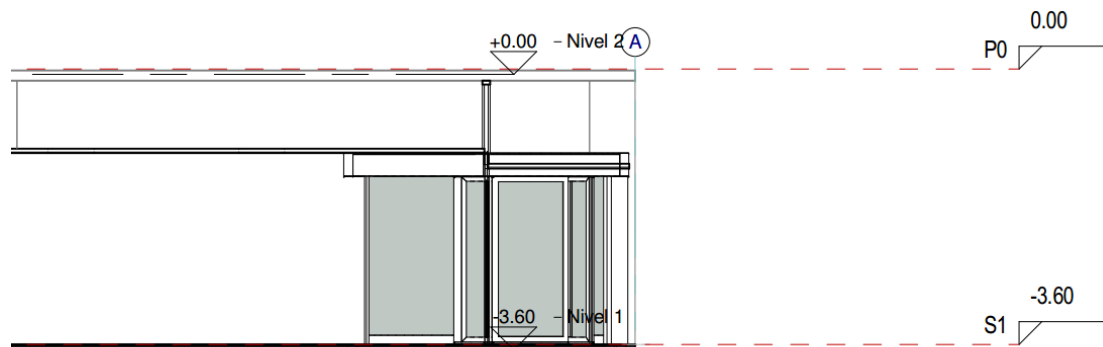


Figura 8. Font pròpia.

Per garantir tant la correcta gestió de la informació del model virtual en obra i posteriorment en fase de manteniment, així com la traçabilitat i la interoperabilitat de la informació en el seu intercanvi entre agents i fases del contracte, els elements hauran de tenir una sèrie de dades. Un exemple és el següent:

Famílies i tipus: Seran descriptives dels elements sense afegir dades que no aportin valor. Com a criteri general en "Família" es fa esment al conjunt d'elements amb característiques similars, i a "Tipus" es fa referència a grandària i / o característica diferenciadora.

Igualment, els elements han de complir:

- Estar col·locats correctament al nivell al què corresponen. En el cas que tinguin més d'un nivell estaran associats al menor.
- Podrà haver elements repetits en els models d'instal·lacions per així poder allotjar altres elements. Aquests elements tindran el codi 00.00.00.00 i no es visualitzaran en els altres arxius de Revit quan es referencien.

També és important especificar quins camps d'informació hauràn de portar introduïts els elements per a la consecució de l'As-built. Un exemple és el següent:

Codi BIM: Tot element que s'utilitzi per a la generació del model virtual haurà associar-se a una funció específica, de manera que faciliti la seva vinculació a les activitats de posada en obra, contractació, recompte i mesurament o pressupost. El codi a introduir s'introduirà en el model REVIT mitjançant el CODI DE MUNTATGE.

Navisworks Code: És un codi que s'ha fet en funció dels conjunts d'unitats d'obra a un nivell general per poder seleccionar parts del model de forma separada al Navisworks.

Sovint en un annex, s'haurà d'incorporar una taula d'elements on s'indica que tipus d'elements han de tenir quins camps, així com el LOD esperat necessari per a fase de manteniment. En aquesta taula també s'indiquen els elements a modelar a la columna "A utilitzar en el projecte".

ESTRUCTURA JERÀRQUICA INTERNA DELS ARXIUS

És important seguir una jerarquia interna per a tots els modeladors. Per exemple, el sistema IFC per a Naviswork marca al importar un fitxer la següent jerarquia:

NIVELL 1	• Nom fitxer
NIVELL 2	• Edifici a modelar
NIVELL 3	• Part de l'edifici a modelar

4.2.2 GESTIÓ DE LA INFORMACIÓ I EL SEU INTERCANVI

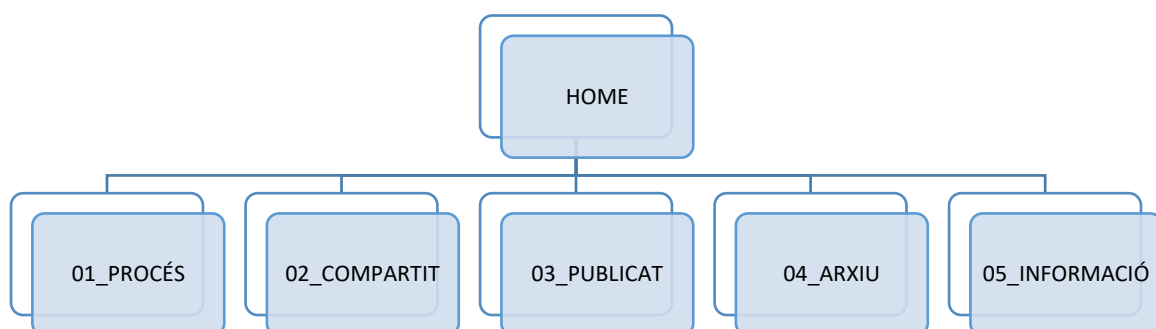
MARC DE TREBALL COL-LABORATIU

S'ha d'especificar com estarà format el sistema BIM, per exemple:



Un **FTP** és un protocol que s'utilitza per transferir tota mena d'arxius entre equips connectats a una xarxa, per exemple Internet. Els comptes de FTP són el mitjà estàndard per gestionar el contingut allotjat en un servidor web: enviar arxius, descarregar-los, crear directoris, esborrar fitxers, etc. Infraestructures compta amb un FTP propi, del qual es pot fer ús per als projectes BIM.

També es pot crear carpetes dins d'aquest entorn, per les quals s'aniran movent els arxius a mesura que vagin avançant el procés de validació. Per exemple:



NOMENCLATURES DELS ARXIUS

S'ha d'especificar les nomenclatures dels arxius. Un exemple dels criteris a seguir per organitzar els diferents arxius:

CARPETA BIM		FITXERS
00	Informació	- Tot tipus de fitxers que serveixin de base per al Sistema BIM.
01	Coordinació	- Fitxers IFC - Fitxers Navisworks - BEP - Informes de col·lisions i coordinació
02	Model	- Fitxers de Revit - Informes de modelatge
03	Planificació	- Fitxers 4D - Informes d'enllaçat 4D
04	Amidaments	- Taules d'amidaments
05	As built	- Fitxers editables d'aquesta carpeta BIM i que siguin les darreres versions.

REUNIONS DE COORDINACIÓ

Per la realització de les obres s'haurà de proposar diverses reunions o sessions de treball, algunes d'elles específiques i altres a realitzar.

En la següent taula es presenta un exemple de reunions que sorgeixen per dur a terme durant el projecte com a proposta inicial:

TIPUS DE REUNIÓ	DESCRIPCIÓ	FREQÜÈNCIA	ASSISTENTS
FASE DE CONSTRUCCIÓ			
Llançament	Presentació del treball a realitzar: tasques, responsabilitats, fluxos i temps. Es prenen les decisions estratègiques. Reunió on es refereix al desenvolupament del disseny de l'avanç de l'obra. Les sol·licituds de canvi seran recollides per ser aprovat per la D.O.	Única	- Propietat - Responsable de la D.O. - BIM Manager - Cap d'Obra
Coordinació	Es validaran canvis amb la D.O, la propietat i l'empresa constructora. Es comprovarà que el model compleix els requisits del contracte.	Mensual	- BIM Manager - Responsable de la D.O. - Cap d'Obra - Propietat
Formació	Formació d'aquells punts que són necessàries per al desenvolupament del treball en metodologia BIM (problemes de gestió, comú entorn de les dades, coordinació 3D)	A definir segons el progrés del projecte	- BIM Manager - BIM modeladors - Cap d'Obra - Subcontractistes

TIPUS DE REUNIÓ	DESCRIPCIÓ	FREQÜÈNCIA	ASSISTENTS
Tancament	Presentació del model complet acabat.	Única	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de la propietat - Responsable de la D.O. - BIM Manager - Cap d'Obra

4.2.3 ASSEGURAMENT DE LA QUALITAT DE LA INFORMACIÓ

S'ha d'especificar quins controls de qualitat es duran a terme i amb quina periodicitat, per tal d'assegurar la qualitat de la informació del model. A continuació s'exposa una taula amb exemples de protocols, tipus de controls de qualitat i altres:

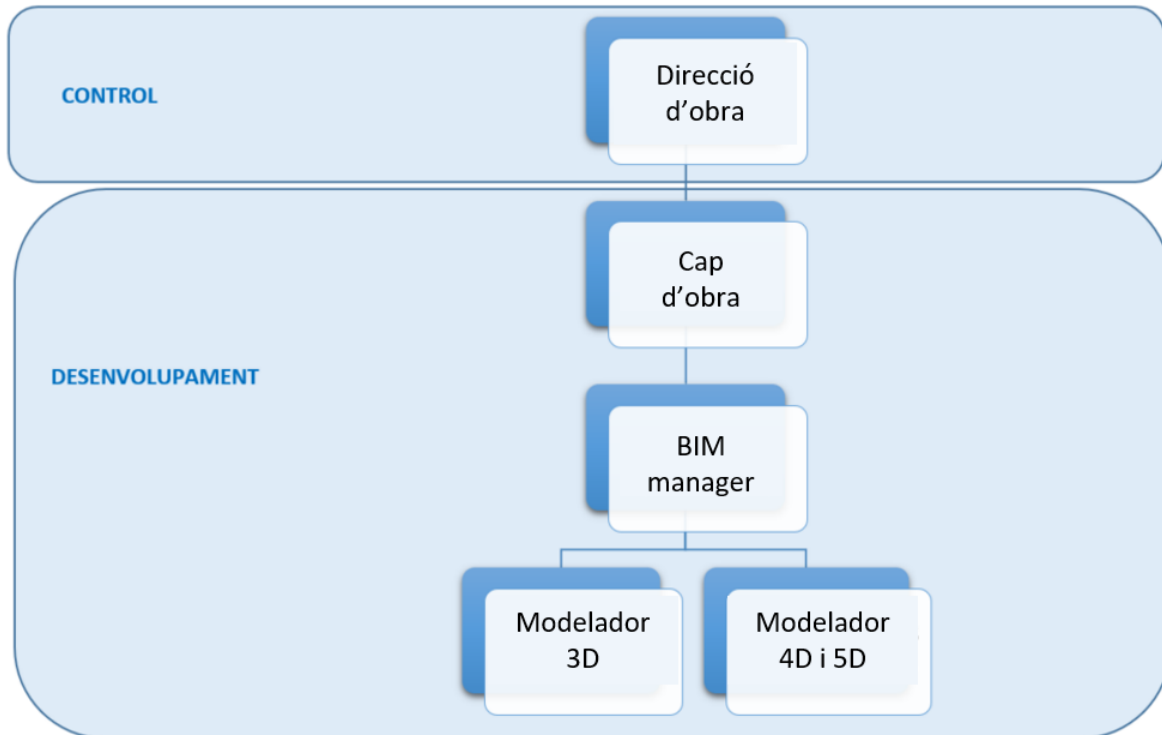
Protocol	Tipus de Control	Estàndard	Responsable	Freqüència mínima
Modeling Criteria	Control de geometria	intern A documentar en l'informe de modelatge	Modelador	diària
	Control de metadata			
	Control de Quantificació			
Generic Quality Control in Revit Programari	Control de geometria	intern A documentar en l'informe de modelatge	BIM Manager	setmanal
	Control de metadata			
	Control Classificació			
Generic Quality Control in IFC	Control de geometria	intern A documentar en l'informe de modelatge	BIM Manager	Setmanal i en cada tancament de disciplina
	Control de metadata			
	Control Classificació			
	Control de quantificació			
	Control Interoperabilitat			
	Anàlisi interferències			

També es realitzen altres tipus de controls de qualitat com ara al **IFC**. El control de qualitat de l'arxiu IFC serà el que determine la qualitat final del model, així com si compleix amb els estàndards mínims previstos per al seu aprofitament com a model de preconstrucció i en fase de manteniment. S'ha de verificar a través del format d'exportació IFC que totes les dades i elements tenen el format requerit per la propietat, per corregir-los a través del model en el cas que no sigui així.

Un altre exemple és **l'estudi de col·lisions** entre elements, com ara entre estructura i instal·lacions.

4.2.4 DEFINICIÓ DEL PERSONAL I ROLS

S'haurà d'especificar l'organigrama que formarà l'equip BIM, com per exemple:



Igual que els rols que es trobaran en l'equip amb la seva responsabilitat, com ara:

- **BIM DIRECTOR:** Responsable de les comunicacions i decisions estratègiques a nivell BIM amb la part de Control del projecte.
- **BIM MANAGER:** Serà l'encarregat de dissenyar el funcionament BIM en aquest projecte, i comprovar que es compleix.
- **MODELADOR 3D:** S'encarregaran de fer els canvis 3D del model existent.
- **MODELADOR 4D i 5D:** Responsable de l'enllaç del model amb la planificació per visualitzar l'evolució constructiva del model i encarregat de que es puguin extreure dades de quantificació del model.

4.3 DIMENSÍO 2D

En la segona dimensió es desenvolupa completament el projecte, produint plànols 2D com a bases, documentació variada necessària prèviament al començament del modelatge (com per exemple el BEP), implementació de la programació, parametrització, comunicacions... desenvolupament del projecte i estudis de sostenibilitat com ara l'estudi del cicle de vida de l'edifici o sistemes constructius de l'edifici.

Un cop analitzada al complet de la **metodologia BIM** i desenvolupat diferents entrevistes amb professionals dins de l'àmbit, no s'ha trobat cap problema o incidents usuals durant l'execució de la dimensió esmentada, probablement pel fet que es molt semblant a la metodologia tradicional, i per tant, és un treball on tots els professionals estan degudament especialitzats.

4.4 DIMENSÍO 3D

En aquesta dimensió trobem el desenvolupament de tot el modelatge de l'obra amb l'ajuda de softwares. És la part de la **metodologia BIM** més coneguda, de fet es sol confondre la metodologia BIM amb el modelat 3D, per aquells que no coneixen en detall l'àmbit, i per tant, la més complexa i extensa de totes les dimensions.

També és una dimensió on s'hi troben involucrats pràcticament tots els agents de l'obra, els modeladors BIM, agents BIM, direcció facultativa i totes les constructores i subcontractats, ja que hauran d'estar tots d'acord en com modelar l'obra, atenent a per exemple per on passar instal·lacions i com, s'hi s'ha de moure qualsevol element...

Aquest modelat haurà de seguir les premisses indicades en el PEB quant a metodologia de treball, i a les premisses indicades en el projecte.

4.4.1 EL PROCÉS DEL MODELAT

QUÈ VOL DIR MODELAR?

Segons el diccionari de la llengua catalana, modelar *significa* “Donar forma amb argila, cera o una altra matèria plàstica a una figura o a un ornament que després hom ha d'executar en una matèria dura.” En metodologia BIM, modelar

obté un altre significat, el qual seria preconstruir una edificació digitalment. Segons definició, el concepte 3D només contempla el modelat de l'edifici, però en realitat la dimensió 3D contempla moltes més coses a part de formar un edifici.

Per tant, podríem dir que modelar un edifici usant la **metodologia BIM** no és només donar-li forma i imatge,



Figura 9. Font: <https://www.areabim.com/>

sinó que incorpora moltes més coses (abans, durant i després d'aquest procés), com ara la **metadata**. Informació que serà molt útil en les següents fases.

A l'hora de crear un model virtual, es treballa aplicant les diferents **disciplines de treball**, (arquitectura, estructura instal·lacions), de manera simultània. Aquestes disciplines es desenvolupen contra un únic arxiu anomenat model central, de manera sincronitzada. Podent, cada tècnic designat visualitzar l'evolució en cada un dels arxius locals. Per tant, modelar cada disciplina es un món diferent. En aquest apartat, explicarem trets característics i significants sobre el modelat general de l'edifici, per tal de detectar problemes i treure'n conclusions.

DIFERENTS ETAPES DEL MODEL

A l'hora d'entregar el model, es sol distribuir en diferents fases:

- **Modelat del projecte.** És el primer model, amb el qual s'iniciaran les obres de l'edifici. Contemplarà totes les disciplines de l'obra, el nivell de detall pactat amb els clients, incorporarà tota la metadata referenciada en el BEP... És el procés on s'hi dedicarà més temps, i sovint, hi treballen diferents modeladors BIM.

Per tal que aquest sigui el més correcte i útil possible, no hi haurien de participar només els modeladors i BIM manager, sinó que tots els agents implicats com ara la constructora, ha de posar el seu gra de sorra per tal d'evitar problemes en el model que esdevinguin a la realitat de l'execució.

Aquest model hauria d'estar preparat per ser utilitzat durant el procés de les obres, i per tant, dur preparat **plànols d'interacció** entre elements on puguin sorgir problemes en obra, com ara cimentació amb les instal·lacions de sanejament.

- **Model "As built".** Aquest model és el que s'entrega al client un cop acabades les obres, i com ve expressa el seu nom, és el model de l'obra acabada, on trobarem tots allò que s'hagi construït.

Per tant, això indica modificacions durant l'obra del model 3D. Si la metodologia BIM es fes 100% perfecte, aquestes modificacions haurien d'haver sorgit durant el modelatge d'aquest, gràcies a la coordinació de la constructora i el modelador des del minut 0 de projecte; per desgràcia, això no succeeix encara a Espanya, i per tant, les empreses BIM es veuen obligades a modificar el modelat durant l'execució de l'obra. A vegades, és convenient efectuar un **làser 3D** per tal d'aconseguir un núvol de punts i així localitzar tots els elements exactament al lloc on han sigut construïts.

Com va especificar **Aitor Otero Olmos** durant el REBUILD, no cal incorporar el model "As built" en el llibre de l'edifici, però és un modelat necessari per seguir amb la cadena de la metodologia BIM, i poder seguir el manteniment de l'edifici amb el model.

- **Facility Model.** Es tracta del model 3D modificat per tal de ser d'especial utilitat durant l'ús i manteniment de l'edifici, pel qual s'assegurarà i es gestionarà el millor funcionament de l'immoble i dels seus serveis associats.

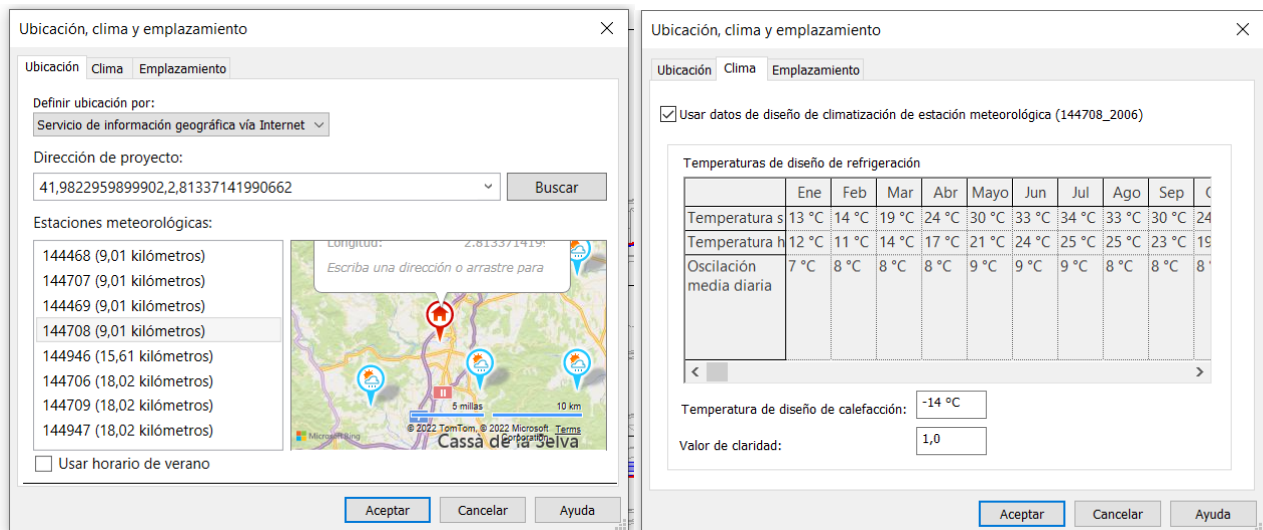
Està directament relacionat amb l'agent **Facility Manager** el qual assegura i gestiona el millor funcionament dels immobles i els seus serveis associats, mitjançant la integració de persones, espais, processos i les tecnologies pròpies dels immobles.

4.4.2 MODELAT DE LA METADATA

La importància d'aquesta dimensió, no ve donada només pel modelat de l'edifici, sinó per tota la informació que ha d'obtenir el model. Aquesta metadata es resumeix en els següents apartats:

METADATA GEOGRÀFICA

La georeferència en el model en la seva situació real és una informació molt valuosa per al projecte, ja que gràcies a la informació que ens donarà per exemple el software de Revit (explicat més endavant) es podrà construir tenint en compte aspectes com direcció del sol, ombres, temperatures mitjanes anuals, temperatures màximes i mínimes... a part d'efectuar anàlisis energètics. Especificar la ubicació geogràfica del 'habitatge ens proporciona directament la següent informació, la qual podrà ser utilitzada per efectuar altres informes i càlculs:



Ubicación, clima y emplazamiento

Ubicación | Clima | Emplazamiento

Definir ubicación por:

Dirección de proyecto:

Estaciones meteorológicas:

- 144468 (9,01 kilómetros)
- 144707 (9,01 kilómetros)
- 144469 (9,01 kilómetros)
- 144708 (9,01 kilómetros)
- 144946 (15,61 kilómetros)
- 144706 (18,02 kilómetros)
- 144709 (18,02 kilómetros)
- 144947 (18,02 kilómetros)

Usar horario de verano

Ubicación, clima y emplazamiento

Ubicación | Clima | Emplazamiento

Usar datos de diseño de climatización de estación meteorológica (144708_2006)

Temperaturas de diseño de refrigeración

	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura s	13 °C	14 °C	19 °C	24 °C	30 °C	33 °C	34 °C	33 °C	30 °C	24	19	13
Temperatura h	12 °C	11 °C	14 °C	17 °C	21 °C	24 °C	25 °C	25 °C	23 °C	19	14	12
Oscilación media diaria	7 °C	8 °C	8 °C	8 °C	9 °C	9 °C	9 °C	8 °C	8 °C	8	7	7

Temperatura de diseño de calefacción:

Valor de claridad:

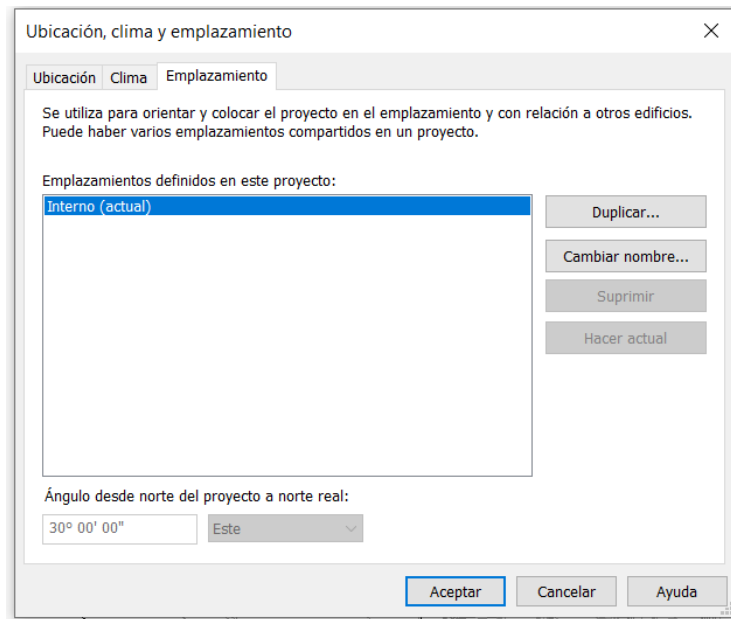


Figura 10,11 i 12. Font pròpia.

També és un aspecte molt important a fer bé, ja que si es treballa amb diferents disciplines de treball, i aquestes no es troben exactament amb el mateix punt geogràfic, a l'hora d'unir-les no es trobaran en les seves posicions reals, i per tant, suposaria un gran problema de modelat.

METADATA DELS ELEMENTS

Cada un dels tipus de les famílies usades als **models 3D** contenen **informació parametritzada** (fabricant, el tipus, la descripció i el cost...), la qual, a partir de determinades eines i funcions es poden extreure i extrapolar.

Sovint el client demana una sèrie d'informació per als elements que componen els edificis, i aquestes especificacions hauran de constar en els annexos del **BEP**. De manera que el modelador, a l'hora d'anar col·locant les famílies, haurà d'editar els paràmetres de cada una d'elles per tal que hi figuri la metadata adient. Un cop modelat es poden crear taules de planificació (en el cas del software Revit), on s'hi ordenarà tota la informació de cada família element per element, i seguidament exportar-les.

Un clar exemple de informació agrupada en una taula de planificació de Revit per als elements d'una família és el següent:

<Cantidades de mobiliario>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Código de montaje	Descripción de montaje	Recuento	Descripción de unidad	Tipo	Descripción	Fabricante	Modelo	URL	Comentarios	
		6	1_ Low back	1_ Low back						
		6	2_Armpads	2_Armpads						
		6	4 or 7_Fixed height column with	4 or 7_Fixed height colu						
		6	7_5 star base	7_5 star base						
		2	11_cart_utility_polymer_3-shelf	11_cart_utility_polymer_	3424-88 Three Shelf Ut	Rubbermaid Commerci	FG342488 BLA	http://www.rubb		
		2	1452259658599-Massage tabl	1452259658599-Massa						
		1	1573342064019 JH	1573342064019 JH						
		4	Armario dormitorio	1600 x 570 x 2100mm						
		4	Armario dormitorio	2200 x 570 x 2100mm 2						
		1	Biblioteca con montantes	350 x 1200 x 2000 mm						
		4	Cama-Cuadrad	1346 x 1880 mm -Doble						
		4	Cama-Estándar	900x1900						
		4	Centro de entretenimiento	3000 x 1830 x 450						
		2	Clamazion_18168	Clamazion_18168						
		8	Cómoda - 4 puertas	1800 x 400 x 400 mm						
		2	Estante (1)	1850 x 1850 x 390 mm						
E2020200	Furniture & Accessories	2	Evidence Locker Pass-Thru 4 O	ED3DAM12		Spacesaver Corp	ED3DAM12	http://www.spac		
		2	Furniture_Hooks-Hangers_CID	Perch-Coat_Hanger		CIDER	Perch-Coat_Hang	https://www.bim		
		6	Furniture_Mirrors_Fritz-Hansen	Default						
		1	Furniture_Other-Furniture_Icon	Default						
		24	M_Silla-Breuer	M_Silla-Breuer						
		4	Mesa - Cristal y estructura tubul	Mesa - Cristal y estructur						
		12	Mesa - de noche (2)	45x45						
		1	Mesa - Redonda	Diámetro 0915 mm						
		4	Mesa-Comedor redonda con sill	Diámetro 12016						
		2	Módulo 2x1 - Con plinto	Módulo 2x1 - Con plinto						
E2020200	Furniture & Accessories	1	OFS ELEMENT DESK SHELL W	ELEMENT DESK SHELL	OFS BRANDS OFS EL	OFS	EL-B72SR	http://www.ofsbr		
		2	Oxford_5 STAR_3271T	Oxford_5 STAR_3271T						
		4	Oxford_5 STAR_3271T (1)	Oxford_5 STAR_3271T (
		1	Sanitary_Accessories_Cosmic	01 - 3Chrome		Cosmic	ARCHITECT S+ so	https://www.icos		
		5	Sanitary_Washtops_ODF-Paris	Couleur - (FA090 25 Noir						
E2020200	Furniture & Accessories	2	Shelving-Static-Spacesaver-4P	36 x 12 x 76	Static, Closed 4 Post, A	Spacesaver Corp	US-CT8-361276-S			
E2020200	Furniture & Accessories	2	Shelving-Static-Spacesaver-4P	42 x 12 x 76	Static, Closed 4 Post, A	Spacesaver Corp	US-CT8-421276-S			
E2020200	Furniture & Accessories	2	Shelving-Static-Spacesaver-4P	48 x 12 x 76	Static, Closed 4 Post, A	Spacesaver Corp	US-CT8-481276-S			
		4	Silla - Sencilla	Silla - Sencilla						

<Cantidades de puertas>															
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Código de montaje	Descripción de montaje	Recuento	Descripción de puerta	Tipo	Anchura	Altura	Grosor	Clasificación para	Descripción	Tipo de construcción	Fabricante	Modelo	URL	Tipo de puerta	Comentarios
		17	Puerta abatible 1	80 x 210 cm	0,80	2,10					Revit				30
C1020100	Interior Doors	5	Door_Swing_Strugal_Alumi	Door_Swing_Strugal_	0,80	2,00	0,10		Aluminum door tha		STRUGAL	STRUGAL 300 4IH	https://www.str		31
		1	Puerta de cristal abatible en	Puerta de cristal abatib	0,80	1,87									32
		4	Puerta de entrada a la vivie	900 x 2100mm	0,90	2,10									33
		4	Balconera oscilobatiente. 1 h	900 x 2200mm	0,90	2,20									37
		8	Puerta de armario corredera	800 x 2400mm 4	0,80	2,40									38
		1	Puertas 1	Puertas 1											39
		8	Puerta de armario corredera	1500 x 2400mm	1,50	2,40									40
		4	Balconera oscilobatiente. 1 h	800 x 2200mm 2	0,80	2,20									41
		1	Puertas 2	Puertas 2											42
		1	Puertas 3	Puertas 1											43
		1	Puertas 4	Puertas 2											44
		4	Balconera corredera. 2 hojas	2000 x 2250mm	2,00	2,25	0,00								46
		8	Puerta abatible con ventana	72.5 x 203 cm	0,73	2,03									47

Figura 13 i 14. Font pròpia.

No es troba cap complexitat a l'hora de crear la metadata dels diferents elements, ja que son eines ja creades pels programes i per tant, no presenten pràcticament errors.

SCANNERS LASER 3D

En qualsevol projecte té sentit utilitzar l'eina més adequada. Quan es requereixen as-built aixecaments topogràfics, detallats, o d'enginyeria, els sistemes HDS (High-Definition Surveying – Aixecaments d'Alta Definició) són l'opció més adequada. Les solucions HDS estableixen nous estàndards per efectuar una feina.

La marca més coneguda de làsers 3D és **Leica**. Aquestes treballen amb un conjunt de càmeres les quals escanejant el seu entorn fins a un radi de 125 metres amb una precisió de 6 mil·límetres. Aquestes càmeres també serveixen per autoposicionar-se en el núvol de punts que crearà.

Els **núvols de punts** creats a partir d'escàners làser també serveixen per efectuar els modelatges BIM, molt útil per exemple en el cas de la situació de la implantació si aquesta ha d'ocupar espai fora de la parcel·la, ja que d'aquest mode es podrà posicionar aquesta exactament en la localització real, tenint en compte totes les condicions de l'entorn.

4.5 DIMENSIÓ 4D

4.5.1 PLANIFICACIÓ DE L'OBRA

La quarta dimensió de la **metodologia BIM** es basa en la realització del pla d'obra a partir del model 3D realitzar anteriorment, per tant ens permet analitzar i controlar els temps de construcció. D'aquesta forma, els projectistes poden coordinar/planificar les activitats relacionades amb el procés de construcció de l'edifici, i per tant, detectar possibles errors que es podrien dur a terme a obra i resoldre'ls en el despatx.

El modelatge d'informació de construcció **4D** és un procés per a la vinculació intel·ligent d'un model digital 3D amb informació relacionada amb el temps o la programació. Proporciona informació precisa i útil sobre projectes de construcció per a equips. La visualització de modelatge 4D BIM incorpora dades de data d'inici i finalització per al subministrament i instal·lació de components de construcció i revela la importància d'ells en relació amb el projecte general. S'ha eliminat el desafiament associat amb la programació tradicional de seqüències de construcció de malentesos provocada per la manca de visualització.

La temporització de models digitals o construcció 4D està cada vegada aportant més beneficis i estalvi en l'obra, des de la planificació a la coordinació i l'execució de la construcció eines com Autodesk Navisworks, o Bentley SYNCHRO Pro lideren el mercat tant en la programació com la coordinació. Alguns dels beneficis són:

- Incrementar l'ús de la prefabricació.
- Millorar la col·laboració amb els socis de disseny i subcontractistes.
- Reduir els costos.
- Millorar l'eficiència i la productivitat.
- Lliurar projectes de construcció finalitzats abans del planificat originalment.
- Generació de cronograma a temps real.

4.6 DIMENSIÓ 5D

La cinquena dimensió comporta tots els costos de l'obra, per tant, l'anàlisi i estimació dels costos del projecte, a més del seu control a mesura que aquest avança o es vegi modificat. En integrar informació detallada de cadascun dels elements integrants, és relativament senzill generar informes pressupostaris en qualsevol moment de la vida de la infraestructura.

Els **amidaments i pressupostos** tenen una peculiaritat respecte als tradicionals, ja que tots els elements que componen l'edifici duen assignada informació quant a materials, ubicació, costos, codis de referències... En aquest apartat explicarem, primerament, tot allò que comporta BIM com

a novetat en comparació amb els tradicionals. un codi IFC, el qual permet sincronitzar cada element dels amidaments amb el model 3D.

És necessari l'ús de softwares per tal de realitzar aquests amidaments i pressupostos. Els més utilitzats són Presto y TCQ. TCQ va ser el programa on es va començar a desenvolupar la metodologia BIM, i és el programa imposat per Infraestructures.cat per tal de dur a terme els seus projectes. En canvi, Presto és un programa més actual integrat per a la gestió dels costos a BIM. En següents apartats explicarem detalladament què són, com funcionen i quins avantatges presenten entre elles.

4.6.1 AVANTATGES D'UTILITZAR BIM PER AMIDAMENTS I PRESSUPOSTOS

DADES I METADATA

Probablement ens trobem amb un dels elements més necessaris en el BIM. Les dades i la metadata formen part de la "I" del BIM: la informació que pot arribar a generar el model. Aquesta es transfereix a través de dades i de la metadata, però que és això i quina diferència hi ha entre les dues?

Les dades són, segons la RAE "*Informació sobre quelcom concret que permet el seu coneixement exacte o serveix per deduir les conseqüències derivades d'un fet*" o en termes d'informàtica "*Informació disposada de manera adequada per al seu tractament per una computadora.*" La Metadata, en canvi, són dades sobre dades. Descriuen informació bàsica sobre la dada en si amb què operen i per tant, ajuden a poder facilitar la feina sobre aquests, a ordenar-los i organitzar-lo.

FACTOR	DADES	METADATA
Concepte	Qualsevol tipus d'informació que s'emmagatzema en una memòria. Aquesta informació es pot usar posteriorment per ser processada.	Descriuen la informació d'una Dada.
Descripció	Es refereix a tots els elements individuals que s'emmagatzemen en una base de dades. Es poden emmagatzemar com a elements individuals o conjunts.	Les metadades es refereixen als noms dels atributs, al tipus d'atribut, usuari i informació d'emmagatzematge.
Procediment	Les dades poden haver estat processades a no.	Sempre és una dada processada.
Exemple	Si enviem un Mail, el contingut que escriu al Mail que vull enviar, és la dada.	Les metadades em diran a qui li envia, quan se l'envia, el pes del contingut, el tipus d'emmagatzematge, etc.
Exemple BIM	Creem un paràmetre per indicar la	La metadata serà: com s'anomena el

FACTOR**DADES****METADATA**

	resistència al foc dels murs del model. La dada serà EI-120.	paràmetre, que és de tipus text, si és d'element o de tipus, etc.
--	--	---

A l'entorn de les dades, existeixen 3 tipus d'estructuració de dades: els Estructurats, els No Estructurats i els Semiestructurats.

- **Estructurats:** Són aquells que estan altament organitzats i són fàcils d'analitzar. Disposen d'una estructura que permet el seu tractament automàtic de forma fàcil. Les dades estructurades s'ajusten a un format taula amb relació entre les diferents files i columnes.
- **No Estructurats:** Les dades no estructurades tenen una estructura interna però no estan estructurades a través d'esquemes de dades predefinits (ex: taules). La informació no estructurada sol contenir text, però també pot contenir dades com imatges o vídeo. Això dificulta el tractament i la comprensió d'aquest tipus de dades. En el cas dels models BIM serien elements geomètrics que no tenen una estructura definida i per tant s'haurien de tractar com a imatges.
- **Semiestructurats:** les dades semiestructurades són dades que no tenen una estructura tipus taules que les ordena, però en canvi, contenen etiquetes o marcadors que ajuden a separar elements semàntics per poder diferenciar dades. En tenir aquesta possibilitat es consideren més fàcils de llegir que uns no estructurats.

En l'entorn **BIM**, s'estructuren les dades, que actualment ho aconseguim extraient la informació amb taules. Aquestes assoleixen una extracció de la base de dades del model d'informació generat a través del programari paramètric. Aquest format de dades pot ser traslladat a un altre programari o un altre tipus d'emmagatzematge de bases de dades per tal de ser processat.

Per estructurar la geometria s'estan realitzant estudis i avenços per poder traduir l'arxiu IFC a format .json i així poder tractar les dades com a semiestructurats. Des de la Building Smart s'estableix com a tipus d'exportacions en Provisional format .json (Semiestructurat) i com a Experimental el format SQLite (Estructurat).

Provisional/Candidate

JavaScript Object Notation (JSON)	.json	application/json	Yes	No	148%	JSON provides enhanced readability and benefits from a broad range of software tools.
Hierarchical Data Format (HDF)	.hdf	application/x-hdf	No	Yes	n/a	HDF5 may store IFC data within hierarchical database, which provides high performance access to engineering data. HDF is based on the ISO standard for STEP data representation ISO 10303-26

Experimental/Unsupported

SQLite	.sqlite	application/x-sqlite3	No	Yes	n/a	SQLite may store IFC data within a relational database, which provides indexed access to data within large models and benefits from a broad range of software tools.
--------	---------	-----------------------	----	-----	-----	--

Building Smart. Taula d'exportació de formats futurs de la Building Smart

Un dels grans problemes que podem tenir amb un model BIM està relacionat amb la seva **base de dades**, la coherència en la metadata d'un model d'informació és fonamental. És sol trobar amb casos en els quals determinats objectes en un projecte contenen informació en diferents idiomes, informació duplicada o fins i tot irrellevant per a l'ús que se li va a donar al model en fases posteriors. Aquestes situacions solen donar-se quan descarreguem famílies de diferents fabricants, desenvolupadors de contingut **BIM** o altres pàgines web. Sempre es recomana que, encara que sigui una inversió, val la pena realitzar un contingut d'objectes BIM propis, ja que estaran parametritzats segons els interessos de cada empresa i així seran

Parámetro	Valor	=	^
Restricciones ^			
Elevación por defecto	0.0000		
Materiales y acabados ^			
Seat	Vidar 222		
Armpads	Plastic black		
Frame	Chrome		
Frame black part	Plastic black		
Toes	Plastic black		
Datos de identidad ^			
Imagen de tipo			
Nota clave			
Modelo			
Fabricante			
Comentarios de tipo			
URL			
Descripción			
Código de montaje			
Costo			
Descripción de montaje			
Marca de tipo			v

Figura 15. Font pròpia

capaços de connectar-los de forma molt més òptima i eficient a les seves pròpies bases de dades. Tota la informació que no ens serveix de res suposa un pes afegit als nostres fitxers que alenteix el rendiment del maquinari i disminueix la qualitat de la maqueta. És per això que en el BEP (BIM Execution Pla) es determinen els usos i objectius del model per decidir quina informació serà útil i poder evitar aquella que no se li donarà utilitat.

ARXIU IFC

L'IFC és un format de dades que té com a finalitat permetre l'intercanvi d'un model informatiu sense la pèrdua o la distorsió de dades o informacions, i per tant, com un **arxiu neutre**, no controlat pels productes de software, de manera que ens deixarà passar un model 3D d'una aplicació com ara Revit, a un altre com ara el visor 3D de presto.

L'arxiu IFC és un format d'arxiu obert, no propietari, estàndard internacional ISO 16739 i es pot utilitzar per intercanviar i compartir dades, durant les fases de disseny, construcció, gestió i manteniment, entre totes les figures i les diverses aplicacions desenvolupades per diferents programaris house sense la necessitat que aquests admetin arxius nadius (propietaris).

Va ser dissenyat per **buildingSMART** International per recolzar la interoperabilitat entre les aplicacions que operen en el sector AEC, el format IFC et permet produir arxius que inclouen:

- **Informació geomètrica** de les diverses entitats de components de construcció «simples» (com ara parets, portes, lloses, etc.) i totes les dades associades amb ells;

- **Informació alfanumèrica** (propietats, quantitat, classificació, etc.) que especifiquen els paràmetres, les propietats físiques, la informació per a la construcció i la informació per al manteniment, etc.

La lògica de l'IFC es basa en 3 conceptes fonamentals, que representen l'estructura en si i defineixen:

- **IfcObjectDefinition:** les entitats (objectes)
- **IfcRelationship:** les relacions entre entitats
- **IfcPropertyDefinition:** les propietats associades a les entitats.

VISORS 3D

Els **visors 3D** permeten visualitzar els models procedents de sistemes tals com Revit, ArchiCAD, Graitec, DDS-CAD, Tekla, VectorWorks, Bentley... Durant la realització dels amidaments es poden codificar els elements que componen l'edifici per tal de coordinar aquests amb els visors 3D, de manera que quan seleccionem un amidament podem visualitzar alhora la seva localització y forma en el model. Per sincronitzar-los s'ha d'introduir a tots els elements que volem sincronitzar un codi IFC (per exemple a Revit, s'ha d'introduir una columna a les taules de planificació pel codi IFC, i quan exportem l'arxiu IFC se'ns omplirà automàticament la columna).

4.7 DIMENSIÓ 6D

La sisena dimensió de la **metodologia BIM** consta en l'avaluació de la sostenibilitat ambiental, en termes de la capacitat de producció i mantenir els recursos de l'edifici, a partir del model 3D anteriorment modelat.

Quan parlem de la sisena dimensió del **BIM**, no hem de pensar només en conceptes relacionats amb la construcció sostenible o l'estalvi energètic sinó també en l'optimització dels sistemes constructius, sistemes estructurals i les instal·lacions, buscant grans estalvis econòmics (ja sigui en fase de construcció i/o fases posteriors d'explotació) mitjançant modificacions clau en els sistemes o instal·lacions sense perdre en cap moment el caràcter del projecte.

Cal comptar amb una maqueta virtual a la qual puguem sotmetre a anàlisis energètiques per poder anar aplicant possibles modificacions o millores al mateix temps que es desenvolupa el projecte.

Existeixen multitud d'aplicacions comercials dedicades a la simulació energètica. Aquestes es poden dividir en 3 grups:

- **Motors de simulació energètica:** Són aplicacions que serveixen de base per a les altres dues categories d'eines són DOE-2 i EnergyPlus, tots dos són gratuïts.

- **Entorns d'anàlisi energètica:** Són aplicacions desenvolupades per oferir una interfície més amigable i intuïtiva, ajuden l'usuari a dissenyar els sistemes a través d'una interfície gràfica. Les eines més conegudes són eQUEST (gratuïta), Design Builder, Green Building Studio, Ecotect, Virtual Environment (IES-VE), o RIUSKA, entre d'altres.
- **Extensions o plugins d'anàlisi energètica:** Són aplicacions per usar dins d'un programari BIM/3D amb la intenció de proporcionar una anàlisi energètica en temps real. No solen disposar de moltes possibilitats de configuració i s'oculten a l'usuari detalls tècnics del funcionament. A canvi, resulten en donar resultats d'una forma ràpida i pràctica, de manera que resulten eines molt útils per realitzar anàlisis en fases primerenques i que no requereixen de grans coneixements. Exemples coneguts són les eines de simulació energètica integrades a Archicad o Revit, o l'aplicació Sefaira que disposa de plugin per a Sketchup i Revit.

En un projecte que incorpora la sisena dimensió del **BIM** es generen models analítics per realitzar anàlisis, càlculs i simulacions de cara a millorar la qualitat del projecte. Requereixen professionals qualificats, com és el cas de certificadors energètics si és per exemple es pretén aconseguir un segell LEED.

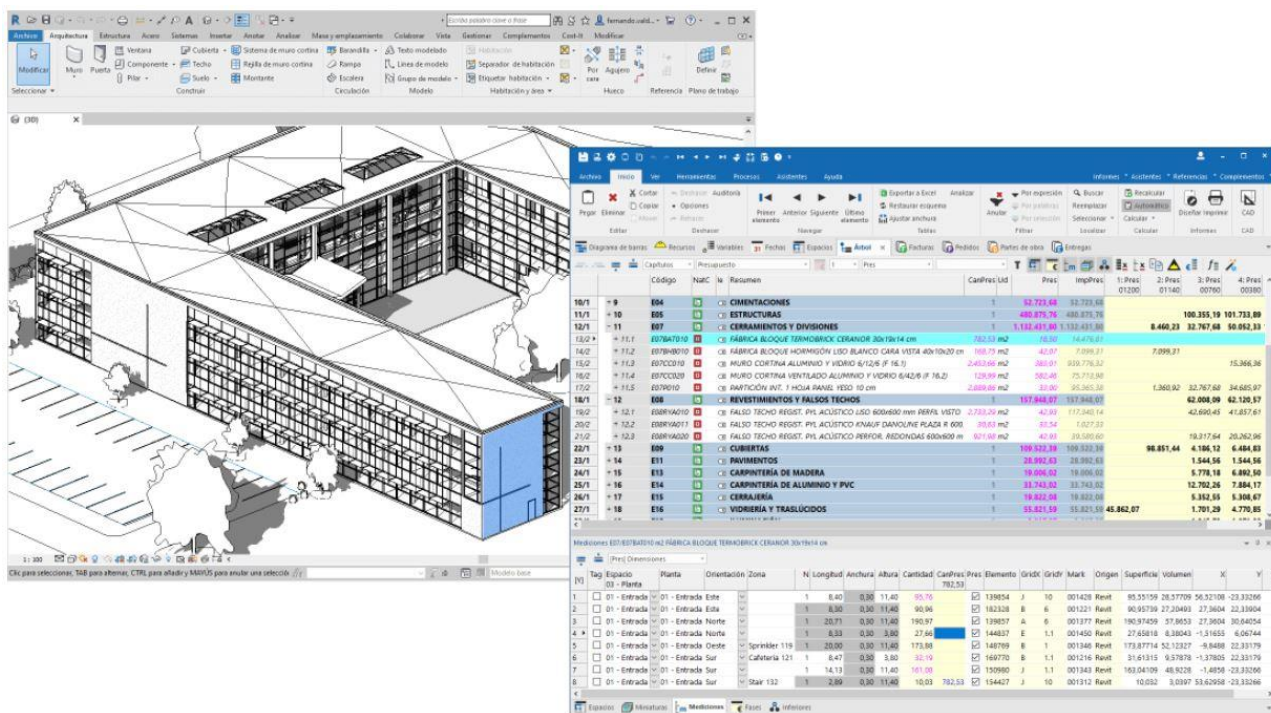


Figura 16. Font: <https://editeca.com/sof>

Aquestes simulacions es realitzen en plataformes específiques que necessiten informació especialitzada i un modelatge geomètric que simplifiqui considerablement la geometria però que respecti amb rigorositat determinats aspectes que defineixin el comportament tèrmic de l'edifici i dels seus sistemes.

Un **model BIM** especialitzat en 6D ha de contenir gran quantitat d'informació relativa a les característiques físiques/tèrmiques dels seus components i materials, disposar d'una estructura ordenada d'espais que defineixin zones de comportament diferent i definir molt bé aspectes clau per a les simulacions i càlculs com podrien ser:

- Separació interior / exterior
- Elements estructurals vs elements de tancament
- Orientació
- Elements d'ombra
- Ús dels espais
- Condicions operatives objectiu (temperatura operativa, humitat, nº hora de l'aire, etc.)
- Definició dels sistemes actius per a cada zona tèrmica, etc.

El **model BIM** és creat en la fase de disseny i actualitzat en la fase de construcció, és a dir, esdevé un model as-built que es pot lliurar al propietari. El model tindrà la capacitat de contenir totes les especificacions necessàries per gestionar les operacions i el manteniment, o informació de garantia dels productes i sistemes, la qual cosa ajuda a gestionar l'edifici durant la vida útil del projecte.

4.8 DIMENSÍO 7D

La setena dimensió, la que tanca el cicle processional i alhora permet reiniciar-lo, es tracta sobre l'ús i manteniment de l'edifici, per tant, podríem dir que és com el manual que cal seguir durant la vida del projecte BIM, una vegada construït, per a l'ús i manteniment del mateix (inspeccions, reparacions, manteniments...) basada en la recopilació, conservació, generació, actualització i compartició dels documents relacionats amb la història de l'edifici (gràfics, fitxes tècniques, manuals d'ús, documents de garantia, informes, projectes, etc.); tot això és possible realitzar-ho en una única solució de BIM document management. És per tant, en aquesta dimensió on es presenta el **facility management**.

La disponibilitat de **models BIM** permet la simulació de múltiples escenaris per avaluar eficaçment les activitats de gestió dels actius:

- Anàlisi i diagnòstic de l'estat actual
- Definició de les intervencions
- Càlcul del temps

- Estimació dels costos

4.8.1 FACILITY MANAGEMENT

Per **facility management** ens referim al **conjunt d'operacions relatives al manteniment i la gestió de tots els aspectes d'un edifici existent**: des de les instal·lacions (elèctriques, hidràuliques, mecàniques) la vegetació, els sistemes de seguretat i vigilància, la neteja i des de la conservació dels nivells de rendiment dels components de l'edifici fins a l'eventual clausura d'aquest.

Bàsicament, és el procés de disseny, implementació i control a través del qual les facility (és a dir, els edificis i serveis necessaris per donar suport i facilitar les activitats de l'empresa) s'identifiquen i proporcionen per aconseguir i mantenir certs nivells d'acompliment capaços de satisfer les necessitats comercials i crear un entorn de treball d'alta qualitat amb despeses optimitzades.

La gestió de tots els aspectes de facility management és **responsabilitat del Facility Manager**, qui és el gerent de l'empresa a càrrec de la gestió de facility i duu a terme el disseny, coordinació, planificació i prestació de serveis per donar suport a l'empresa, amb l'objectiu d'incrementar la seva eficàcia i productivitat.

El camp de responsabilitats del Facility Manager és ampli i inclou l'àrea estratègica, l'anàlisi i control dels actius immobiliaris instrumentals i serveis tècnics, auxiliars i generals.

5 SOFTWARES BIM

En aquest apartat relacionarem tots els diferents programes utilitzats en l'àmbit BIM, per tal de definir les seves principals funcions i establir conclusions de quin software és el més adient per a cada fase de treball.

5.1.1 AUTODESK REVIT

Autodesk Revit és un programari de disseny intel·ligent de modelatge BIM per a arquitectura i enginyeria, que facilita les tasques de disseny de projecte i els processos de treball. És el software més emprat per a l'execució de models 3D per metodologia BIM, ja que és l'eina que presenta més avantatges respecte a les altres:

- És un programa on es pot modelar tant estructura, com arquitectura, com instal·lacions, i totes tres amb una quantitat de detall més que suficient.
- Presenta una gran quantitat de **plugins** compatibles amb **Revit**, molts d'ells gratuïts.
- Al ser un software **d'autodesk**, presenta una gran interoperabilitat amb altres programes de la marca. Així podem destacar la possibilitat de connectar amb programes com Dynamo

per a programació, Navisworks per a gestió o Robot Structural Analysis per a càlcul d'estructures.

- Un tret important, és la millor eina per passar d'Autocad al món BIM.
- Actualment ja és el més emprat, per tant per treballadors nous en el sector sempre és més fàcil optar per l'eina que tothom utilitza, per no tenir problemes de sincronització.

TREBALL COL-LABORATIU

Revit està preparat per ser utilitzat col·laborativament sense necessitat de plugins externs, gràcies a la creació d'**arxius locals i arxius centrals**; el model central emmagatzema la informació de propietat actual de tots els subprojectes i elements del projecte i actua com el punt de distribució de tots els canvis realitzats en el model; i per tant, els models locals són aquells que treballen externs al central, i estan sincronitzats al central, de manera que quan es guarda aquest, tota la informació es guarda també en el central.

Això permet treballar diversos modeladors alhora, però es necessari que l'arxiu central estigui guardat en un servidor permeable, és a dir que si dos modeladors guarden el seu arxiu local alhora no hi pugui haver problemes. En cas que no estigui en un servidor, sinó en una núvol com ara drive de google, s'haurà de pactar a quina hora guardaran el model cada treballador, per tal que no es guardin dos alhora i es faci malbé el model central.

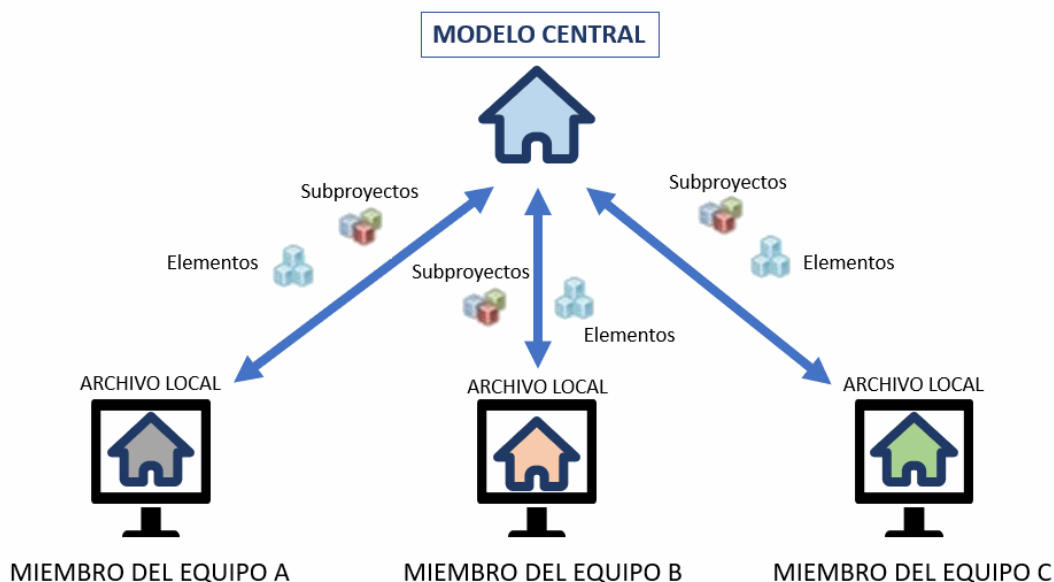
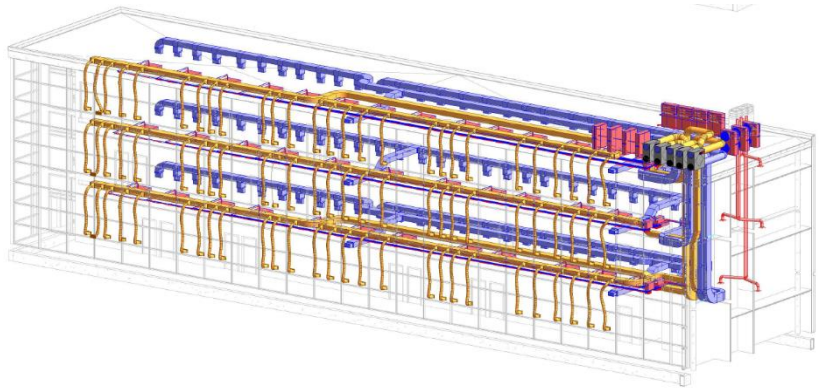


Figura 17. Font: <https://revitpure.com/>

MODELACIÓ DE LES INSTAL·LACIONS

Constatat en les diferents entrevistes realitzades i conferències assistides, **Autodesk Revit és el software de modelatge preferit per modelar i inclús calcular instal·lacions d'edificis**. Això és degut a l'alta preparació que du incorporat per a aquest àmbit. En aquest apartat no explicarem com es modelen les instal·lacions, ja que seria impossible resumir-ho, sinó que explicarem en general els trets característics que fan que



Revit sigui l'eina preferida.

Figura 18. Font pròpia

Disposa d'una finestra anomenada "sistemes" on hi podem trobar totes les eines referents al modelatge d'instal·lacions. En ella hi trobem:



El sistema de modelatge d'aquestes es pot distribuir manualment totes les tuberies, canonades, famílies... i després connectar als diferents elements **MEP**, o bé generar un circuit automàtic format per tots els elements **MEP** que es volen connectar. Aquesta segona opció pot ser molt útil per agilitzar la realització de les instal·lacions, però pràcticament sempre s'han de modificar manualment, ja que per raons que el programa no contempla els preferirem passar-los per altres racons de l'edifici.

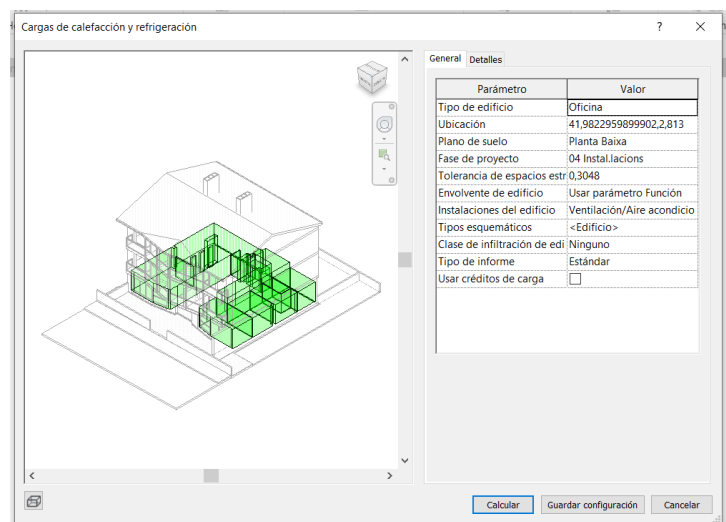


Figura 19. Font pròpia.

També és important destacar que Revit disposa d'una biblioteca de famílies, on hi trobem moltes d'elles **MEP**, i per tant, les suficients per modelar les instal·lacions d'un edifici bàsic, però sent aquestes famílies no provinents de cap fabricant, i per tant, s'haurien de modificar moltes d'elles. Sol passar que s'utilitzen algunes famílies proposades per Revit, però moltes d'altres o bé les crea

la mateixa empresa modeladora, o bé les descarreguen directament del fabricant/subministrador de materials.

Revit és un programa on es pot arribar a calcular totes les instal·lacions de l'edifici sense necessitat de descàrrega de plugins addicionals. És veritat que existeixen plugins especialitzats per el càlcul de diferents instal·lacions en Revit, que aporten millores i punts nous a destacar, però Revit duu incorporada tota la informació necessària per tal de calcular d'una manera bastant correcte totes aquestes instal·lacions. És un ús que està començant a créixer en empreses especialitzades de **BIM**, ja que sovint es solia calcular amb altres mètodes automatitzats com ara el proposat per **ITEC**.

5.1.2 AUTODESK CIVIL 3D

Civil 3D és un programa de disseny d'enginyeria civil que admet BIM amb funcions integrades per millorar el dibuix, el disseny i la documentació de construcció. Centrant-nos en el disseny d'aquests models de construcció i infraestructures, ens trobem amb Civil 3D, un programa que entre altres coses ens permet:

- Optimització en el disseny que suposa un estalvi significatiu de temps en la redacció de projectes d'enginyeria.
- Disseny d'acord amb la normativa de cada país.
- Anàlisi de viabilitat i impacte de les infraestructures projectades.
- Generació automàtica d'informes referents al disseny d'acord als estàndards del projecte.
- Generació de models 3D per a guiatge automàtic de la maquinària d'obra.
- Compartició i actualització de models en temps real.
- Integració amb altres programaris d'Autodesk.

TOPOGRAFIA

Un gran avantatge que suposa **CIVIL 3D** per a ser utilitzat com a programa de modelació per a obres civils és l'alta capacitat de situar una topografia. Per situar una topografia en qualsevol dels següents arxius: arxius de punts procedents d'aixecaments topogràfics, arxius LandXML, xarxes de triangles irregulars (TIN), models digitals d'elevacions (DEM), dades DEM, objectes d'AutoCAD existents, corbes de nivell, línies de trencament i contorns... d'entre

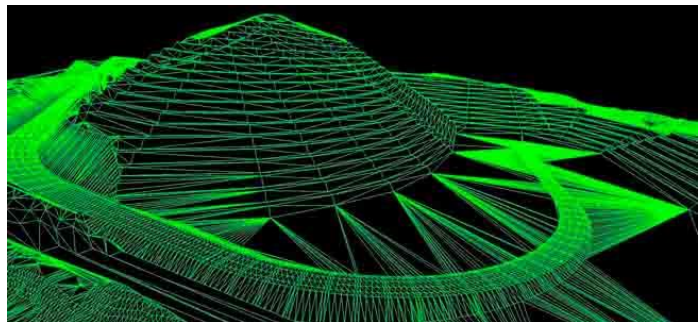


Figura 20. Font: <https://imasgal.com/gene>

altres.

Per tant, d'aquesta manera, s'aconsegueix modelar sobre el mateix terreny que a la vida real. Aquest apartat que en **CIVIL 3D** s'assoleix relativament fàcil, en altres programes de modelatge que no siguin d'obra civil costaria molt més i probablement no s'arribaria al nivell de detall que s'arriba en aquests programes.

MODELAT D'OBRA LINEAL

El modelatge d'obra lineal **d'Autodesk Civil 3D** es pot utilitzar per crear models tridimensionals d'obra lineal configurables i flexibles, tals com carreteres, autopistes i ferrocarrils.

Un model d'obra lineal es crea mitjançant diverses dades i objectes d' Autodesk Civil 3D, inclosos subensamblatges, acoblaments, superfícies, línies característiques, alineacions i perfils. L'obra lineal gestiona les dades, unint diversos acoblaments a les línies base (alineacions) i als seus corresponents perfils longitudinals de rasant.

Les obres lineals es basen i es creen a partir d'objectes existents d' Autodesk Civil 3D, inclosos:

- **Línies base horitzontals:** (alineacions o línies característiques). Utilitzades com a eix per una obra lineal.
- **Línies base verticals:** (perfils o línies característiques). S'utilitzen per definir elevacions de superfície al llarg d' una línia base horitzontal.
- **Superfícies:** S'utilitza per establir elevacions en línies base (mitjançant perfils o línies característiques) i com a objectius d'obra lineal.
- **Subensamblatges:** Defineixen la geometria d'una secció d'obra lineal (acoblament). Per exemple, una carretera que compta amb carrils pavimentats (a banda i banda de l'eix), un voral, un cassà i vorada, i una explanació de carretera. Aquestes parts es defineixen independentment com a subensamblatges. És possible apilar qualsevol subensamblatge per crear un acoblament tipus i aplicar el mateix acoblament per a un interval de P.K. (informació de referència sobre punts concrets al llarg d'una alineació) al llarg d'una línia base horitzontal.
- **Acoblament.** Representen una secció tipus d'una obra lineal. Els acoblaments comprenen un o més subensamblatges connectats entre si.

Després de crear una obra lineal, se'n poden extreure dades, incloses les dades de superfícies, línies característiques (com polilínies, alineacions, perfils i línies característiques d'explanació) i volum (cubicació).

5.1.3 GRAPHISOFT ARCHICAD

ArchiCAD és un programa de **CAD** i **BIM** complet, específic d'arquitectura, interiorisme i construcció que permet elaborar dissenys basats en objectes intel·ligents o que contenen informació important per a la construcció i que a més es projecten en 3D.

Aquest funciona a partir d'elements constructius com ara murs, sostres, portes, finestres i mobles, així com una gran varietat d'objectes i mobiliari personalitzables que ja venen per definició en el programa. Per tant, també compta amb una biblioteca online d'objectes i mobiliari que desenvolupadors i empreses de mobiliari han posat a disposició dels usuaris.

Aquest programa és compatible amb extensions DWG, IFC, DXF, així com el programa SketchUp.

TREBALL COL·LABORATIU

ArchiCAD també permet guardar el model i compartir-lo al núvol per tal d'acceptar col·laboracions en temps real i des de qualsevol ubicació i distància.

Es poden compartir les dades intel·ligents del model i no necessita ser modificat o afegir instal·lacions addicionals de programari per a tal fi, la qual cosa el fa molt més pràctic per a grups de treball grans.

ArchiCAD disposa d'un servidor especialitzat per treballar col·laborativament i per tant, per guardar els arxius centrals. Aquest s'anomena BIMCloud, i per tant, no es pot treballar amb un altre servidor que no sigui aquest.

5.1.1 AUTODESK NAVISWORKS

Autodesk Navisworks és un software de la casa **Autodesk** dissenyat per gestionar els projectes arquitectònics i d'obra civil amb una revisió en models en 3D, visualització, i eines de col·laboració, així com la capacitat avançada de detecció de xoc. Ens ofereix innumerables utilitats a l'hora de rastrejar i organitzar la informació dels **models BIM**.

Aquesta alta capacitat d'estructurar i mostrar la informació dels models l'acosten més a l'ús per a fiscalització dels models BIM per als Gestors **BIM** (o **BIM Managers**) que al de planificació i millora de la qualitat de l'obra dels Directors d'Obra i **Project Managers**. Això no vol dir que no pugui ser usat per gestors de la construcció, tot el contrari. És una eina sorprenentment fàcil de fer servir que ens dona una entrada amigable a l'aspecte més potent dels models BIM: les Dades. Òbviament, cal que disposem entre mans un bon model BIM.

Navisworks ens brinda l'oportunitat d'esprèmer al màxim, de manera senzilla i intuïtiva, unir tasques de construcció del Diagrama de Gantt al nostre model BIM 4D. Gràcies al Timeliner podem visualitzar amb facilitat una animació en temps real que representa l'evolució de l'obra tal com l'hem planificat prèviament. Això ens permet veure literalment possibles conflictes que amb un simple diagrama serien molt difícils de detectar.

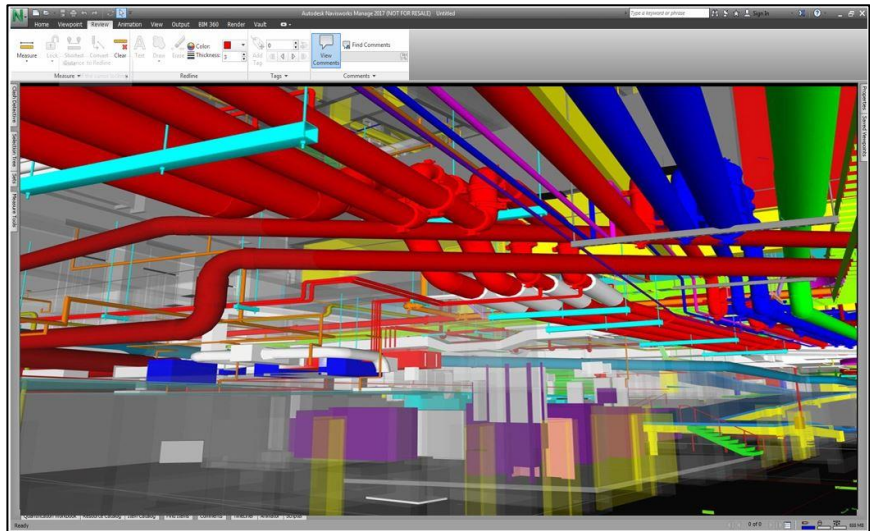


Figura 21. Font: <https://www.cadbim3d.com>

El Gantt que ens presenta té algunes mancances quant a eines de gestió i control de l'eficiència en obra; però el cert és que si tens un model BIM ben organitzat, en molt poc temps pots començar a fer les teves simulacions de l'ordre de processos de construcció, de manera que en lloc de veure el nostre model BIM com un edifici acabat, podrem visualitzar l'animació amb la seva construcció i assemblatge d'elements constructius.

5.1.2 BENTLEY SYNCHRO

Synchro és un conjunt de programari per a la gestió de la construcció digital que té un dels seus objectius com millorar l'ús de dades per optimitzar la presa de decisions, ajudant a optimitzar projectes de construcció complexos en els sectors civil, de la construcció i industrial. Els equips del lloc de treball poden accedir a la informació que necessiten, adaptada al context en què ho necessiten i

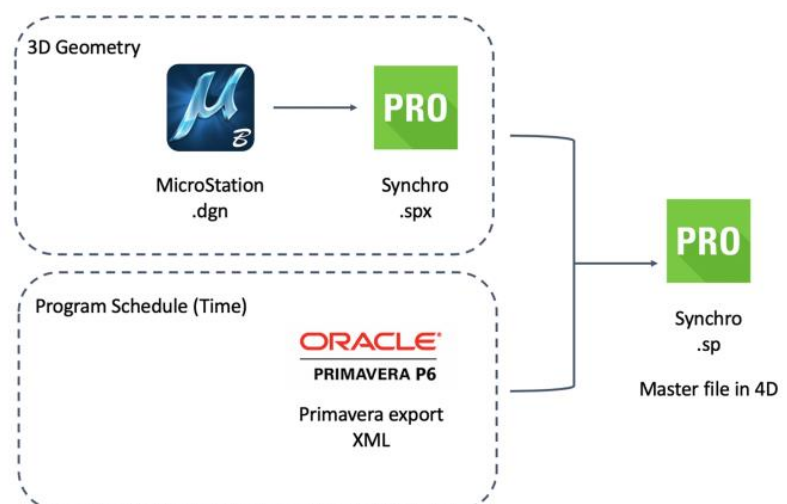


Figura 22. Font: <https://www.bentley.com/>

poden fer un seguiment i plantejar problemes que es vinculin de nou al model central i a les visualitzacions del mapa (accedit el 20 octubre 2020) El programari és actualment utilitzat per

CSJV per a la programació de construcció **BIM 4D** i la gestió de projectes i un fitxer de dades mestres per a aquesta investigació es va proporcionar a **Synchro's native**. Això contenia la geometria 3D i el calendari de programes d'un projecte clau de pont que incloïa el tancament d'un pont durant cinc anys mentre es desconnectaven els serveis públics, els edificis circumdants enderrocats i el pont s'estenia. També es van proporcionar fitxers de dades addicionals, inclosos dibuixos CAD de MicroStation i una planificació del programa Primavera P6 exportada com a fitxer XML. Aquestes van ser les principals entrades utilitzades per crear el fitxer mestre **Synchro** i es van utilitzar amb finalitats de referència. El procés de creació del fitxer de dades mestres a partir d'aquestes fonts s'il·lustra a la figura 22. **Synchro** també inclou una planificació de programes 4D presentada com un gràfic de Gantt.

5.1.3 PRESTO IFC = OPEN-IFC + COST-IFC

Presto és un programa de control i gestió de costos. Serveix per fer pressupostos i amidaments de projectes d'edificació o d'obra civil. També permet certificar durant l'obra, és a dir, portar un control econòmic temporal de què ha estat executat en cada moment.

Els elements estan pensats per descriure els components dels edificis, com per exemple les instal·lacions, espais, zones, mobiliari, elements estructurals (pilars, bigues, parets, forjats etc.), incloent-hi les propietats específiques de cada objecte. Gràcies a aquesta subdivisió és possible associar, a cada objecte, específiques informacions com per exemple:

- Forma
- Costos
- Necessitat de manteniment
- Posició
- Prestació energètica
- Connexió amb altres objectes
- Seguretat
- Característiques físiques i mecàniques

COST-IFC

Cost-it és un complement o plugin de **Revit** que genera els amidaments per obtenir el pressupost a partir d'un **model BIM** i proporciona una interacció entre els dos sistemes d'informació que permet utilitzar Presto en la planificació i durant l'execució, com es descriu en documents independents. Extreu els amidaments **d'arxius IFC** ajudant a seleccionar els criteris d'amidaments adequats per assignar unitats d'obra als diferents objectes de cada classe. Les possibilitats que contempla són:

- Generar els mesuraments combinant processos automàtics amb la possibilitat de personalitzar-lo segons les necessitats de l'usuari.
- Seleccionar els elements del model des del pressupost i viceversa.
- Acolorir els elements del model des del pressupost amb diferents criteris.
- Traspassar i modificar els valors dels paràmetres en ambdues direccions entre el model i el pressupost.

Mesurament automàtic d'un **arxiu IFC**

- Mostrant les propietats dels objectes de manera que sigui fàcil identificar a simple vista els que són necessaris per generar les unitats d'obra necessàries.
- Localitzant les propietats paràmetres que podrien alterar els criteris inicials fins a tenir la seguretat que el criteri d'agrupació és correcte.
- Permetent assignar el codi de la unitat d'obra a cada grup directament en el procés d'exportació, encara que no provingui del model.
- Definint les dimensions, la manera de calcular la quantitat i les dades de les línies de mesurament que es vol exportar a Presto.

És possible mesurar els objectes del model dues o més vegades, o mesurar de diferent manera els objectes de cada classe, de forma totalment personalitzada, sense cap necessitat de programació.

OPEN-IFC

Un **visualitzador IFC** dissenyat exclusivament per als usuaris de **Presto** per a:

- Analitzar el model des del punt de vista de la gestió de costos i temps.
- Ajudar a la generació del pressupost amb Cost-IFC.
- Visualitzar estàticament o dinàmicament sobre el model la informació de costos i temps continguda en el pressupost de Presto.

Disposa d'una finestra gràfica per tal de visualitzar el model, en el qual es pot seleccionar els diferents elements i veure'ls especificats en els amidaments, amb totes les seves corresponents característiques.

També genera un arbre **IFC**, en el qual és un llistat de tots els elements que contempla l'edifici, el qual es pot obrir per espais o classes.

INTERACCIÓ COST-IFC I OPEN-IFC

Open-IFC, **Cost-IFC** i el **pressupost** poden interactuar de diferents maneres:

- Des de Cost-IFC es poden localitzar els objectes d'una classe o d'un grup d'objectes, a mesura que es van creant.

- Un cop realitzat el traspàs a Presto, es poden localitzar els objectes del model en el pressupost i els components del pressupost en el model.
- Des del pressupost es poden acolorir els conceptes, els espais i de les fases en el model i aplicar-los el seu grau de traspàs.

5.1.4 TCQ

TCQ és un programari per a la construcció format per un conjunt d'aplicacions informàtiques per donar suport a les activitats de redacció, contractació, planificació i control de projectes i obres. És una metodologia per a la definició i seguiment dels valors dels paràmetres de temps, cost, qualitat, i la formulació de la seguretat, la generació de residus i el cost energètic dels materials. A més, és el software que obliga a ser utilitzar en la redacció d'amidaments i pressupostos dels projectes per Infraestructures.cat.

Aquest software permet interactuar amb les plataformes **BIM** per poder realitzar amidaments i pressupostos de l'extracció dels models que generen els projectistes. És el programa d'obligat ús en la construcció pública dins de Catalunya, i per tant, el més emprat.

Les eines que incorpora el programa són:

- Un **visualitzador de models BIM** en format **IFC** integrat en el mateix programa de pressupostos.
- Una eina multiplataforma. Aquesta versió incorpora un conjunt d'utilitats que faciliten l'exportació i la importació de dades, treballant indistintament amb qualsevol de les principals plataformes de modelatge existents en el mercat.
- Una eina integrada en el programari **TCQ** que estalvia la necessitat d'adquirir plugins complementaris, i per tant, gratuïta per als usuaris actuals de **TCQ** amb contracte de manteniment.
- Una eina personalitzable, amb la possibilitat de configurar plantilles d'importació adaptades a projectes, clients, categories d'elements, etc.
- Una eina interoperable, que permet l'elaboració d'un pressupost a partir de dades procedents de diferents plataformes de modelatge.

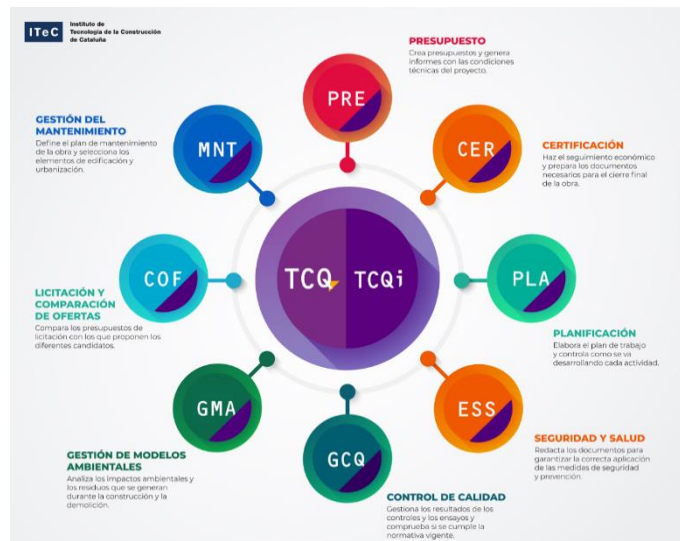


Figura 23. Font: <https://itec.es>

- Una eina amb utilitats natives que, a més de poder treballar en mode multiplataforma, facilita la creació de pressupostos classificant els components del model, utilitzant la potència del banc ITeC a partir de la seva exportació a: Autodesk-Revit, Bentley-AECOSim, Nemestcheck-All-plan, Graphisoft-Archicad, Trimble-Tekla Structures.
- Augmenta el nivell d'informació (LOI) en exportar un model IFC amb les dades de pressupost i certificació.
- Visualització del grau d'implementació BIM
- Localització del tipus BIM des del visor
- Incorporació de mesuraments multiplataforma, Autodesk-Revit, Graphisoft-Archicad, Nemestcheck-Allplan, Bentley-Aecosim i Trimble-Tekla Structures
- Vinculació i importació d'amidaments des del model BIM del projecte
- Importació directa de partides d'obra des d'un model BIM elaborat amb objectes en estàndard eCOB®
- Utilització de les fórmules predefinides en l' associació de tipus IFC a partida d'obra
- Vinculació del tipus BIM a múltiples partides d' obra amb variants
- Mapejat de fins a 9 descripcions de nivell generat automàticament codi de nivell i estructura de pressupost
- Concatenació de columnes de text per assignar al camp Text en línies de mesurament detallada
- Exportació en format IFC2x3 del pressupost
- Exportació a Excel el contingut de la quadrícula d'importació
- Importar i exportar en format IFC4
- Treball amb múltiples arxius **IFC**
- Treball amb fitxers **IFC** federats (.bvf)
- Decodificació inversa de GUID per a Aecosim

TCQ no necessita cap tipus de pugin o aplicació auxiliar, ja que du incorporades totes les eines necessàries per elaborar la cinquena dimensió.

5.1.5 USBIM.FACILITY

UsBIM.facility és una aplicació que permet gestionar el manteniment d'edificacions i integrar de manera avançada totes les activitats de facility management en el procés BIM.

En l'interfaz del software es troba un quadre general amb totes les activitats de tiquet; amb un simple clic sobre gràfics pots identificar sobre el model els objectes que tenen un tiquet amb la prioritat seleccionada.

Tot el relacionat al control, la comprovació i manteniment dels actius pot realitzar-se de forma directa sobre l'aplicació de facility i ser immediatament visible sobre el model BIM:

- **Gestió de zones:** visualitzes i individues directament sobre el model una zona i obtens informació sobre les propietats, tant el model BIM com en el sistema de facility.
- **Gestió d'actius i dels plans de manteniment:** des del tab asset visualitzes o busques tots els actius; selecciones cada actiu i gestiones tota la informació (propietats, tiquet i adjunts) directament des del model; pots visualitzar també els plans de manteniment controlant la informació i els actius a què pertanyen.
- **Gestió de les activitats de manteniment:** organitzes les activitats de manteniment filtrant-les per data o per zones, visualitzes les activitats planificades i la checklist de les activitats a realitzar per al manteniment (pots obtenir més detalls de les activitats de manteniment connectant-te al facility).
- **Gestió dels tiquets:** visualitzes els tiquets oberts o creen nous definint fàcilment tot el cicle de vida del tiquet des de la sol·licitud d'intervenció (creació), l'assignació a l'usuari més apropiat (per coneixements, distància, etc.) fins al tancament, passant de l'estat d'acceptació i espera.

5.1.6 AUTODESK INSIGHT 360

Dins de l'entorn **BIM** podem utilitzar múltiples aplicacions per explorar aquesta dimensió, ja siguin motors de simulació energètica, entorns d'anàlisi energètica o extensions o plugins d'anàlisi energètica.

Normalment, aquestes eines solen ser força complexes tant en la seva utilització com en la seva interpretació. A més, el tècnic encarregat d'això ha de comptar amb grans coneixements tècnics en la matèria. Aquí és on entra Insight 360 d'Autodesk per a Revit. Aquesta eina té la gran virtut de ser molt visual i flexible, ja que no cal tenir una definició molt estricta de l'edifici per començar a realitzar anàlisis. De fet, es poden començar a fer anàlisis tan sols definint la forma de l'edifici amb una massa, el nombre de plantes i l'orientació a Revit. Conforme es defineix amb major precisió l'edifici, també es poden especificar amb major exactitud característiques del mateix.

És important entendre que Insight no serveix per fer una anàlisi energètica com a tal, simplement ens orienta a l'hora de prendre una decisió o una altra i ens diu en quin punt ens trobem. Això és degut al fet que el programa assumeix molts valors de forma predefinida. No obstant això, existeix la possibilitat d'exportar el treball realitzat a EnergyPlus, o directament a un format .gbxml, amb la qual cosa el projecte podrà ser interpretat per diversos programes d'anàlisi energètica.

Per començar a utilitzar **Insight**, primer cal haver enviat a calcular un model analític d'energia des de **Revit** al núvol, havent modelat, sigui mitjançant masses o elements constructius, la maqueta virtual i havent-la configurat energèticament.

Tots els càlculs es realitzen al núvol d'**Autodesk Insight** remetrà dos e-mails a l'usuari: un un cop rebut el model en els seus servidors i un altre una vegada s'hagi completat l'anàlisi (el que pot tardar entre 5 i 30 minuts depenent del model).

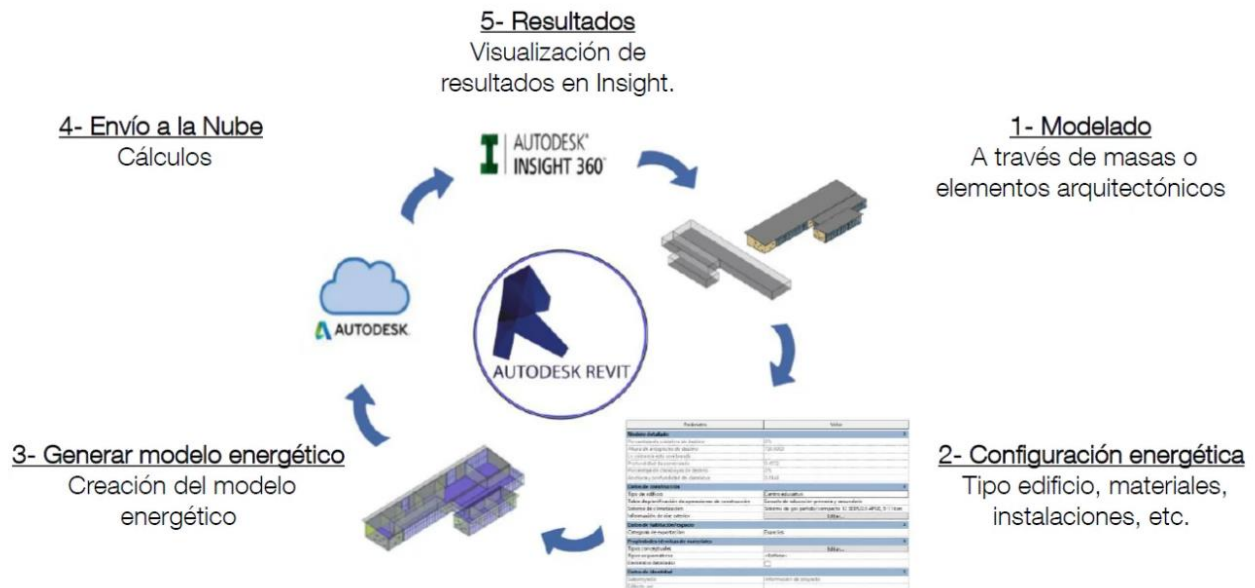


Figura 24. Font: msistudio.com

Al núvol, el model és analitzat diverses vegades per a diferents casos en els quals es van canviant un total de 24 paràmetres diferents. Els diferents casos són analitzats amb Green Building Studio. Entrant a Green Building Studio amb les mateixes credencials que a **Insight**, es poden observar tots els càlculs realitzats per als diferents casos. El problema és que la quantitat d'informació presentada és descomunal i molt poc gràfica, fent molt difícil entendre-ho.

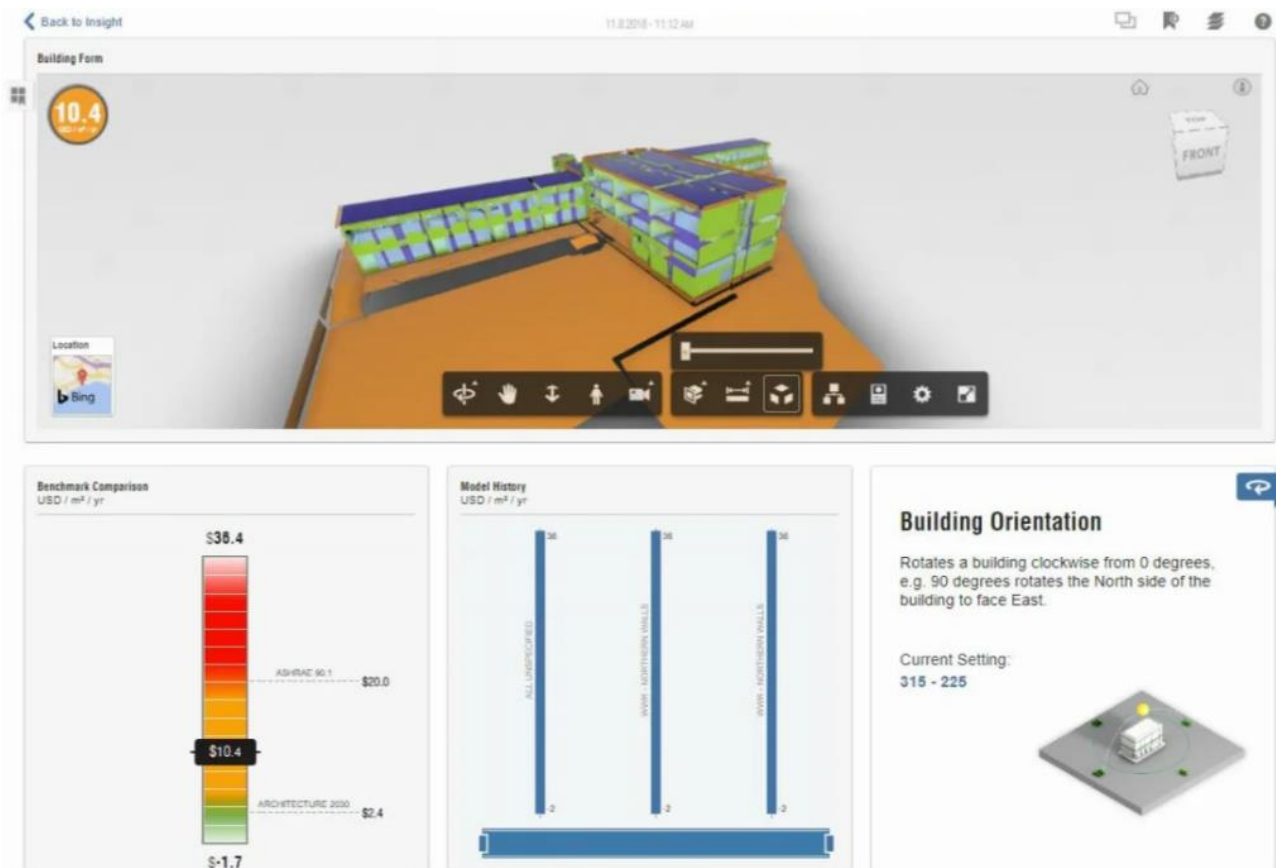


Figura 25. Font: msistudio.com

6 CONCLUSIONS FINALS: VALOR AFEGIT I INCOVENIENTS DEL BIM

Durant el procés de realització de l'anàlisi de la **metodologia BIM**, s'ha pogut arribar a algunes conclusions sobre implantació del mateix, millores que són necessàries, problemes usuals que suposen aquesta metodologia... Tots els professionals consultats responien a les preguntes d'una manera "similar", sempre en torn als mateixos pilars: cal modificar el sistema de contractació de la metodologia BIM; el software no és el problema sinó que el problema està en les agents que hi treballen, ja que aquests han d'estar ben formats i han de tenir clar els objectius del BIM; el model 3D entregat es deixa en el calaix i no es fa ús d'ell, com diu **David Barco Moreno** de Berrillan BIM (Arquitecte tecnològic), durant el **REBUILD de Madrid**, es construeix un Ferrari per deixar-lo al garatge i no fer ús del mateix... d'entre altres conclusions que s'exposaran durant el procés d'aquest apartat.

Ha resultat complicat trobar problemes usuals en els diferents softwares, no perquè no hi siguin, sinó perquè tots els professionals responen dient que tots els programes estan perfectament preparats per a aplicar **BIM** (uns més que altres) permetent fer mil utilitats, i que tots els problemes que sorgeixen en els softwares es poden arreglar a l'oficina. Per tant m'he basat en definir els usos de cada programa, conèixer quins són els més utilitzats i donar motius a aquest fet.

Per tant, a continuació s'exposen totes les conclusions a les que s'han arribat:

6.1 DIFICULTATS EN IMPLEMENTAR EL BIM

Un cop finalitzat l'anàlisi de la **metodologia BIM** mitjançant consultes a professionals del sector, s'ha arribat a la conclusió que els principals motius que suposen la difícil implantació de la metodologia BIM a Espanya són els que s'exposaran en aquest apartat.

Primerament, a Espanya s'exigeix la **metodologia BIM** en obra pública, per tant, es fa un esforç per canviar la metodologia de treball en obra, però no es planteja modificar la contractació d'aquesta. Si es pretén treballar d'una manera diferent durant el procés de vida d'un edifici, s'han d'adoptar les condicions dels contractes. Seria necessari per tant, una rectificació en la distribució dels honoraris (explicat en detall en l'apartat 6.2.1 – Pla d'Execució Bim (PEB)), ja que, tant els redactors del projecte, com els modeladors, com qualsevol agent que treballa durant l'inici del projecte, hauria de cobrar per la realització del mateix molt abans i no proporcional al temps de l'obra, ja que el 70/80% del treball a realitzar es du a terme durant l'inici del projecte, i no és lògic deixar per cobrar cal com que ja tens acabat fins al final de l'obra. Sense aquesta modificació, els agents professionals del sector es troben en la situació de cobrar per projectes ja realitzats molt tard d'haver-lo pràcticament acabat. Per tant, s'hauria d'executar una planificació del temps que es tardarà en realitzar tot el projecte, on s'hi pugui treure en tants per cents la distribució del treball de cada agent, de manera que es puguin adaptar la distribució dels honoraris respecte al temps que s'ha treballat. I no és només la distribució dels honoraris, actuals treballadors del sector es queixen de que les institucions públiques que liciten projectes no paguen la resolució dels mateixos concorde amb el nivell de LOD, i sovint aquest preu es troba per sota.

També suposa un gran problema el desconeixement del que és realment la **metodologia BIM**. A grans trets la gent que no s'ha interessat per part pròpia de conèixer exactament el BIM, el coneixen com un model 3D de l'edifici i poc més. Per tant, la majoria de promotors que no coneixen realment com funciona, ni quins objectius tenen, no s'hi interessen a saber quins avantatges pot aportar aquesta metodologia de treball, i per tant, no tenen intenció d'aplicar-la. També va de la mà el pensament ja interioritzat de la majoria de promotors i constructores, el qual es continuar treballant seguint la mateixa metodologia de treball que duent fent tota la vida. Aquest fet caldria solucionar-lo, intentant aplicar la metodologia BIM en les obres privades per tal que a tots aquests agents de la construcció se'ls hi doni a conèixer què és realment el **BIM** i tots els avantatges que suposen; d'aquesta manera també solidaríem la seva aplicació en la majoria de construccions, i per tant, seria més fàcil aplicar la modificació en la distribució dels honoraris.

Un altre gran problema és la mentalitat de la gent que hi treballa en el sector. És molt important que tots els agents implicats en una obra BIM tinguin coneixença dels objectius i intencions que es

tenen amb l'aplicació d'aquesta metodologia en aquella obra específica, per tal de transmetre-la al client. Per exemple, en una obra molt gran poder la principal raó per la qual es fa ús de la metodologia és per facilitar la coordinació entre tots els treballadors, a part de totes les altres avantatges que suposa; en canvi, en una obra petita d'un habitatge unifamiliar, poder la principal raó és poder tenir el model Facility per tal de dur a terme el correcte ús i manteniment de l'edifici amb l'ajuda d'aquest. En resum, en totes les obres donarà les mateixes avantatges, però és molt important que es tinguin clares les finalitats de la metodologia per part dels treballadors i per part del client, i que aquestes siguin comunes entre tots.

També és rellevant que es formi el BIM des de les universitats, ja que si a un estudiant se li explica tot el procés de la construcció a partir de la metodologia, un cop finalitzi el curs no li suposarà cap canvi de mentalitat ni esforç a l'entrar en aquest sector laboral, ja que és la manera en la qual esta acostumat a treballar. I un altre punt important es promoure tots els tipus de cursos relacionats amb el BIM, ja que la formació és necessària inclús per a aquells que ja tenen experiència en el món laboral.

Per tant, tot es centre en un canvi de mentalitat i de filosofies en el treball. Aquests aspectes solen ser els més complicats per canviar en una societat, ja que suposa molta gent i per tant molts punts de vista diferents. En la meua opinió caldría conscienciar a promotors i constructores de la importància que suposa el BIM, i contrastar-ho amb exemples d'obres realitzades que hagin suposat unes millores reals (inclús crear un document "tipus" guia BIM obert per a tothom, on s'hi especifiquin avantatges del seus usos constatat en diferents obres reals). D'aquesta manera es podria canviar la mentalitat generalitzada en la construcció i que pel seu propi interès comencin a fer ús del **BIM**, ja que tots els empresaris, al cap i a la fi, busquen el màxim benefici als seus projectes, i si aquesta metodologia els hi atorga aquesta possibilitat l'aprofitaran.

6.2 ASPECTES A MILLORAR DE CARA AL FUTUR

A continuació es posarà solució a tots els problemes que s'han tractat durant el treball, sempre que aquests en tinguin. Per tant es dividirà la secció, en primer lloc per el PEB, i en segon per cada dimensió on s'hi ha trobat incidències usuals significants:

6.2.1 PLA D'EXECUCIÓ BIM (PEB)

El Pla d'Execució BIM és un document contractual on s'hi especifiquen tots els requisits per a l'aplicació de la metodologia, especificacions per al modelat, organització interna... el qual actualment és un document correcte de gran utilitat, però sorgeixen problemes per la manera d'utilitzar-lo i entendre'l, i la manera que es distribueixen els honoraris. A continuació s'explica en detall:

HONORARIS MAL DISTRIBUITS

Durant la conferència “Utilidad del BIM” del REBUILD de Madrid, on hi participaven Aitor Otero Olmos, Antonio Cordero Castro, Alejandro Giménez Garulo i Diego Rodriguez Posada, es va explicar que un gran problema que troben els professionals en l'àmbit del BIM és una mala distribució dels honoraris. És necessari parlar prèviament de la corba de Macleamy:

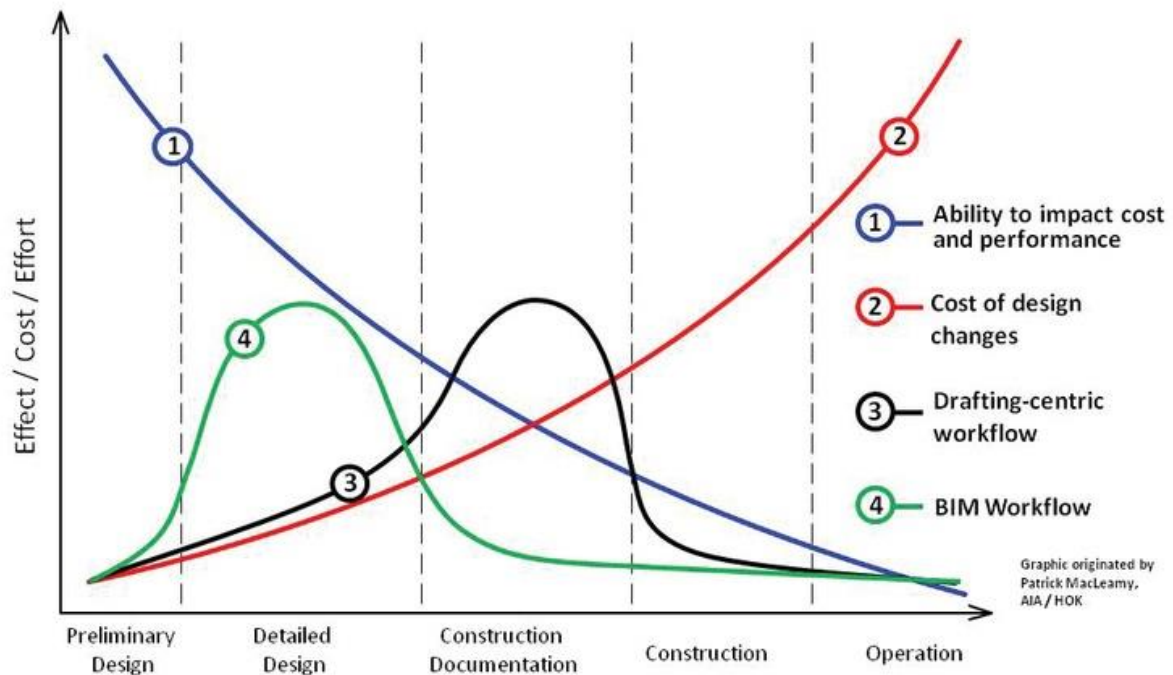


Figura 26. Font: <https://3ddesignbureau.c>

La línia blava representa quins són els problemes que porta una mala decisió d'acord en quina etapa del projecte es genera. És a dir, si jo tinc un problema o una mala decisió al principi, el cost és altíssim, però, tanmateix, si m'equivoco després, el cost és menor.

La ratlla vermella que va cap a la dreta i té una tendència ascendent representa el cost d'arreglar algun d'aquests problemes d'acord en quina etapa em va adonar que aquest problema existeix. Si jo no m'adono compte al principi, el cost d'arreglar-lo és baix, si em dono compte al final el cost serà altíssim.

La ratlla negra representa la forma habitual i els temps habituals en què, amb les eines que coneixíem fins avui es prenen aquestes decisions.

I la ratlla verda és el que està proposant actualment el BIM, generar un model on es poden assajar les coses i on les decisions es prenguin abans i no després.

Per tant, és clar que en la **metodologia BIM** la majoria de la feina es fa en oficina, que serà allà on sorgiran i es resoldran tots els problemes, en vers de sorgir durant l'execució de l'obra. Per

tant, els honoraris haurien de ser majors al principi de l'obra, durant la redacció del projecte i el modelat d'aquesta, ja que és quan els professionals dedicaran moltes més hores. Si es segueix aplicant **BIM**, però sense modificar els honoraris habituals, els treballadors acaben cobrant una feina pot ser un any després d'efectuar-la.

Per tant, és necessari donar a conèixer aquesta necessitat en la modificació dels honoraris quan es tracta de **metodologies BIM**.

Aquest problema s'ha de solucionar a partir de les constructores i promotores, ja que són elles qui han de canviar la mentalitat, i executar un contracte basat en la confiança amb els redactors del projecte. Com ens va explicar **Aitor Otero Olmos en el ReBUILD de Madrid**, cal que la promotora i la constructora facin un primer esforç de confiança per tal de distribuir els honoraris com es demanen, d'aquesta manera podran adonar-se de la importància d'aquest fet. L'únic que es pot fer per part dels redactors del projecte, és donar èmfasis en totes les obres per desenvolupar aquest tret, d'aquesta manera es podrà arribar a aquest contracte amb alguna promotora.

EL MITE: EL BEP ÉS UN DOCUMENT VIU

Durant l'entrevista amb **Josep Albin Ruiz, cofundador de l'empresa A3D Consulting**, ens va explicar que existeix un gran mite on es diu que el **BEP** és un document viu el qual es pot modificar durant el transcurs del projecte. Això no és sempre possible, ja que el BEP es tracta d'un document contractual, i si aquest contempla modificacions mai es podria fer un preu tancat, de mode que aquest "mite" només és possible quan es contracta a preu obert.

Per tant, existeix un cert desconeixement sobre què és realment el BEP i per a què serveix, ja que en ell s'organitzarà i s'estructurarà la metodologia BIM, però no deixa de ser un document contractual.

Un gran problema és entendre un document contractual com a una documentació viva, la qual pot anar variant al llarg del temps. Una solució ràpida a aquest fet, és pactar amb el client des de un primer moment, que si el contracte del projecte és un document viu haurà de ser a preu obert, per tal de modificar el preu amb relació a les modificacions que es vagin executant durant el transcurs de la redacció del projecte; i per contrari, si el BEP no admet modificacions, l'obra es pagarà a preu tancat.

També ens explica que caldria un coordinador que verifiqui el compliment del BEP, i la correcta execució del mateix, ja que de vegades els modeladors no segueixen estrictament el que hi ha especificat en el **BEP**.

ORGANITZACIÓ DEL NAVEGADOR DE PROJECTES DEL MODEL

Es troba com a un error la manca d'obligar a organitzar el navegador de projectes del model 3D d'una manera homogènia en tots els modeladors, ja que si es vol reutilitzar un arxiu per seguir modelant, i cada modelador s'organitza les diferents plantes de treball, seccions... diferent manera, cada arxiu serà un món a descobrir per entendre'l, i per tant suposa un endarreriment. En canvi, si en el **BEP** es jerarquitzava una organització exacte, totes els arxius locals dels modeladors estaran perfectament organitzats, de manera que tots sabran on trobar cada cosa.

DEFINICIÓ DE NIVELLS

El **BEP** fa definir uns nivells de treball determinats en funció del projecte a desenvolupar, però també te'ls fa denominar d'una manera exacta, on en el nom del nivell hi apareix també la cota del mateix (p.e. Nivell planta baixa 0.2m). Això genera endarreriments i feina que no s'hauria d'efectuar, ja que en el cas que es vulgui modificar les cotes dels nivells, també s'haurà de canviar la nomenclatura dels diferents nivells, i pot arribar a generar un problema, ja que si el modelador no se'n recorda que en la nomenclatura hi apareix la cota, es pot arribar a generar grans confusions.

Per tant, la solució és senzilla; alhora d'homogeneïtzar la nomenclatura dels diferents nivells de treball en el **BEP**, no s'haurà d'afegir la cota dels mateixos en el nom.

6.2.2 DIMENSIÓ 1D

En aquesta dimensió ens hem trobat essencialment amb problemes a l'hora d'efectuar les contractacions de projectes **BIM**, i no per problemes del contracte en si, sinó per temes d'exigències en projectes inadequats i indefinicions del projecte, els quals compliquen tot el procés de l'obra.

EXIGÈNCIA EN LICITACIONS D'USOS DEL BIM INADEQUATS PER A LA FASE DEL CICLE DE VIDA D'UN ACTIU I PER A L'ABAST DEL CONTRACTE

Quan en un **plec de requeriments BIM** d'un projecte constructiu (en fase de disseny) es demanen usos del **BIM** corresponents a la fase de Construcció. Per exemple, es demana amb freqüència els Usos del BIM de planificació d'obra i model as built com a part dels usos del projecte constructiu.

El projecte constructiu i la responsabilitat en els models, com a estudi d'Arquitectura/enginyeria; acaba en la fase de disseny. No es pot assumir treballs ni responsabilitats que corresponen a terceres empreses per les raons seqüents:

- És impossible introduir la informació necessària als models per a aquests dos usos dins de la fase de disseny sense rebre els inputs de la Constructora. Això es deu algú que en molts casos no està adjudicat encara el contracte.
- El LOD necessari per a aquests usos BIM corresponents a la fase de Construcció ha de ser superior al de la fase de Disseny per trobar-se en fases posteriors del cicle de vida.
- El termini per elaborar el projecte constructiu pot estar estipulat en 6 / 8 mesos mentre que la fase d'obra pot ser de 24/36 mesos. Acceptar aquests treballs dins del nostre projecte suposaria tenir un equip de producció i gestió fins al final de l'obra.

INDEFINICIÓ DE LES RELACIONS ENTRE ELS USOS DEL BIM EXIGITS AMB L'ABAST, EL NIVELL DE DESENVOLUPAMENT I LES DISCIPLINES IMPLICADES

Tenir una visió clara de les relacions entre els usos i els abastos permet ser més eficaços en l'elaboració del treball.

Quan no es defineixen clarament les relacions entre usos i abasts, disciplines i LOD, es produeixen una sèrie de problemes que es descriuran a continuació amb exemples.

El primer és definir els usos (per exemple coordinació, plànols i mesuraments), per què es van a emprar els models. Després l'abast (per exemple un edifici d'oficines), disciplines implicades (per exemple ARQ-STR-MEP) després tipus de projecte (per exemple constructiu), LOD (per exemple LOD 300) més tard, que part del projecte fa la nostra empresa i en què posició de consorci està (per exemple la nostra empresa s'encarrega de fer l'estructura i el projecte el lidera un estudi d'Arquitectura que va a coordinar el projecte i que compta amb una altra enginyeria que desenvoluparà les instal·lacions). El termini d'execució del projecte seran 6 mesos per a Arquitectura, 4 per a estructures i 6 per a instal·lacions.

Per últim, quin mètode de col·laboració i els protocols usats per al projecte. Per exemple un servidor VPN allotjat i administrat per l'estudi d'Arquitectura.

Tornem ara al principi: hem de modelar, coordinar, mesurar i treure plànols de l'estructura d'un edifici d'oficines a un LOD 300 en quatre mesos, si no tenim clares aquestes relacions ens trobem amb diferents problemes com ara sobre modelats o duplicitat d'objectes entre disciplines.

INDEFINICIÓ DEL NIVELL DE DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE (LOD i LOI) I LA MODIFICACIÓ DELS HONORARIS

Sovint en la contractació de **projectes BIM** es menysprea el fet de definir el nivell de desenvolupament del projecte, sent aquest un dels aspectes més importants. És una decisió que es pren sense donar-li la importància que hauria de tenir, i de fet, només es defineix el **LOD** (nivell gràfic del model 3D), i en el cas del **LID** (nivell d'informació del model), es defineix la informació

que el client vol per als elements, però no el LOD que vol assolir amb el projecte, sent aquest la base d'un projecte BIM. Per tant, és necessari posar més èmfasis en el LOD i LID per igual, ja que són les bases per a la realització del model 3D.

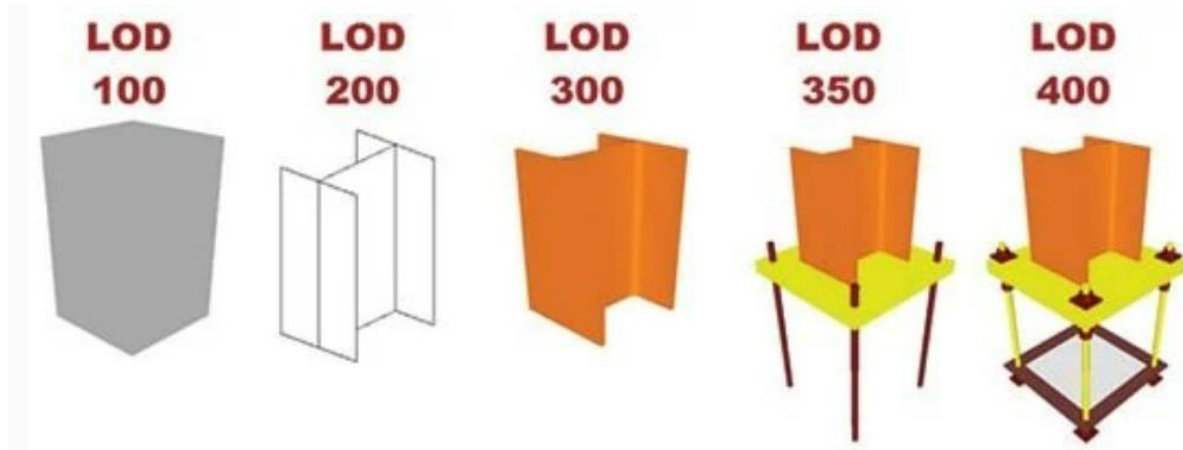


Figura 27. Font: <https://imasgal.com/nive>

També és important parlar sobre les modificacions que es desenvolupen al llarg de la redacció del projecte, ja que si el client demana que sigui un LOD 400, quan s'estava modelant amb un LOD 300 des d'un principi, suposarà canvis en el model i més temps en elaborar el que falta, i per tant, els honoraris hauran d'augmentar, en funció del grau de detall que es vulgui. Sovint no es té en compte aquest augment de preu, i per tant, és un punt important a modificar, ja que per a l'empresa modeladora suposa un cost major.

6.2.3 DIMENSIÓ 3D

Les dificultats durant el modelat de l'edifici són els més abundants, la qual cosa és lògica, ja que és la dimensió que més temps de treball suposa, i pot generar molts problemes ja siguin de softwares, indefinicions en el model per part del client, falta de participació per part de la constructora durant el procés del modelat... A continuació es troba un recull dels problemes més usuals i d'important necessitat de canvi:

ELS MODELS NO ESTAN PREPARATS PER SER MEDITS

Sovint els models de les edificacions arriben mal modelats, dels quals no es poden extreure els amidaments de manera directa, sinó que s'han d'efectuar modificacions quant a la modelació i edició de les famílies. Segons entrevistes personals, es sol gastar molts diners en la modificació dels models per tal de poder extreure els mesurament d'una forma correcta.

Per tal que aquest estigui preparat, s'ha de tractar-lo durant el modelat partida a partida, sent conscients de com es construirà i tractant cada ofici per separat. També infereix molt la definició de l'edifici, ja que quan millor definit estigui, millor es modelarà i per tant s'aconseguirà una major planificació i una extracció dels amidaments molt més àgil. També s'hauria de controlar els medis auxiliars dins del model, com puntals o andamis, per tal de gestionar el temps i el preu de llogar els mateixos. I òbviament, evitar totes les interferències entre elements, i no només d'instal·lacions sinó també d'envans i murs, ja que aquest poden estar modelats de tal forma que entrin centímetres d'altura dins dels forjats o paviments, de manera que en treure amidaments ens contarà una àrea inexistent en la construcció.

DONAR MÉS IMPORTÀNCIA A LES DADES QUE AL MODEL

Es sol donar la importància més gran al model, quant aquest no és l'únic important per la gestió de l'obra, de fet el més important són les dades que tinguem introduïdes en els elements del model, ja que aquestes són les que ens atorgaran beneficis més endavant.

És molt recomanat tenir una extensa i correcta base de dades disponible a cada empresa, amb la informació de la mateixa permeable, de manera que les modificacions s'actualitzin a l'instant en tots els models. D'aquesta manera es pot arribar a programar els treballs de cada setmana a través del model, controlant el mateix amb la base de dades. Obtenir una base de dades totalment permeable és una feina complicada, ja que no totes les dades són comuns en totes les obres, de fet molt poques ho són, i els preus sovint varien segons el que ens determini el client; per tant, la solució per obtenir aquesta base de dades seria fer permeable tota aquella informació que és comuna a totes les obres, i guardar totes les altres en la base de dades sense que s'actualitzin en tots els models. D'aquesta manera agilitzem molt la feina, introduint i actualitzant la informació bàsica, i tenint l'opció de poder consultar la base de dades per aquelles situacions de no saber preus, informacions variades...

A part de la base de dades per agilitzar la feina, és convenient conscienciar als clients i al personal tècnic BIM dels projectes de la importància que té la informació en un model BIM, ja que els són ells qui han d'especificar que volen veure per cada element, quin LID estan disposats a pagar... per tant, cal una correcta definició del projecte per part del client.

REUTILITZACIÓ DE MODELS DE DIFERENTS SOFTWARES

Sovint en empreses especialitzades en **BIM**, arriben models que s'han d'aprofitar per realitzar el modelatge sencer de l'edifici. Si aquest model arriba en un software que no és el que s'utilitza en aquesta empresa, pot arribar a ser un problema. **Josep Albin Ruiz, cofundador de l'empresa A3D Consulting,** ens ho va explicar amb un molt clar exemple; si es troba la casuística que

t'arriba un model 3D inacabat, el qual l'has d'emprar com a informació externa al teu modelat, no hi ha cap problema en transferir aquestes dades al model. En canvi, si s'ha modelat per exemple en Archicad, i l'empresa treballa amb Revit, al passar l'IFC a de Archicad a Revit es pot arribar a perdre informació o bé que aquesta es vegi modificada, i per tant, endarrerir el procés del treball a realitzar.

La solució a aquesta casuística no és una solució senzilla, ja que depèn que l'IFC comporti un traspàs eficaç. Per tant, el fet de resoldre aquest punt està en mans dels softwares, i no dels operaris usuals de BIM, que per ara sempre que sigui possible, es farà ús d'aquests models com a informació externa del que es crea.

GESTIÓ DEL PROJECTE EN EL QUE HI INTERVENEN MOLTS AGENTS

En la realització de modelatges BIM d'edificacions de grans magnituds, hi intervenen un gran nombre d'agents, els quals han d'estar perfectament coordinats, i tot i que es disposa d'una gran organització i eines per arribar a fer-ho, a vegades no són suficients per evitar errors. De nou, **Josep Albin Ruiz, cofundador de l'empresa A3D Consulting**, ho explica amb un molt clar exemple; durant el procés de modelatge usual pot no haver-hi problemes, ja que l'organització del mateix procés està degudament gestionat, però ara bé, en el cas que a finals de projecte comencin a aparèixer modificacions, no serà tan senzill com en un plànol 2D, ja que si per exemple aquestes modificacions són elements d'instal·lacions, no només s'ha de modificar l'element (per exemple un lavabo), sinó que s'haurà de modificar totes les instal·lacions que es veuen afectades per aquest moviment.

Aquests tipus de problemes en modelats petits com ara d'un habitatge poden ser una modificació ràpida, però en grans edificis on es repeteix el mateix mòdul varis cops pot arribar a ser un gran problema.

Per tant, la solució és haver plantejat el projecte des d'un principi intentant tenir en compte totes les casuístiques possibles i l'entorn de cada element. Sovint, els modelador no tenen la capacitat per saber algunes coses específiques de cada àmbit, és per això que tant l'empresa constructora, com les subcontractades i el subministradors de materials han d'estar des d'un primer moment en la redacció del projecte, ja que són ells els experts en els seus elements si per tant podran anticipar problemes.

6.2.4 DIMENSIÓ 4D

NO UTILITZACIÓ DE MODELS EN L'EXECUCIÓ DE L'OBRA

Antonio Cordero Castro durant la conferència *“Utilidad del BIM en obra”* del **ReBUILD de Madrid**, va estar explicant tota la seva opinió sobre aquest tema basant-se en la seva experiència. Sovint les necessitats de les constructores són molt més grans que el que realment es modela per tal de fer ús del model a obra, i per tant, suposa un desús d'aquest per a l'execució de l'obra. Una de les raons d'aquest esdeveniment és que les constructores intervenen tard al projecte, és a dir, haurien d'estar des d'un inici per tal d'aconseguir una major coordinació entre constructora i modeladors.

Un clar exemple d'aplicació del model en l'execució de l'obra és un estudi model de la interacció de les fonamentacions de l'edifici amb elements de l'entorn com ara pas de sanejament enterrat, la sabata de la grua, possibles pous... elements que de segur existiran a peu d'obra i provocaran un problema, el qual el podem resoldre molt abans a les oficines. És el mateix cas que en les condicions de l'entorn, on es pot realitzar un plànol de replanteig de la interacció de l'edifici i l'entorn real (semàfors, arquetes...). O dels més famosos, problemes en les interaccions entre instal·lacions, sobretot en aquelles de grans dimensions com ara conductes i tuberies.

Tot lo anteriorment comentat, són les solucions per poder fer ús del model a obra, però perquè no es fan? La resposta la trobem a l'hora de construir. Quan comença l'obra, es construeix com si no existís el **model BIM**, fent ús de plànols, seccions i detalls del model, però no traient tota la informació que ens pot aportar. Existeixen molts softwares per navegar per l'edifici digital des del mòbil o tablet, la qual cosa suposa un gran avantatge per trobar un detall en un parell de minuts, o si no fer ús dels plànols d'interaccions preparats al despatx, que en el cas de saber que es faran ús dels mateixos els modeladors estaran encantats de poder realitzar-los.

6.2.5 DIMENSIÓ 5D

DUPLICATS DE FAMILIES

Quan en el **model 3D** hi ha una sèrie de famílies que han de figurar en 2 disciplines diferents (per exemple arquitectura i instal·lacions), i aquestes tenen diferents funcions, com seria el cas de lluminàries, difusors d'aire condicionat, lluminàries d'emergència, BIES, detectors d'incendis, aparells sanitaris... tot i que allò ideal és que no existeixi la duplictat d'objectes en diferents models es pot donar el cas a causa de moltes circumstàncies. Per exemple, perquè el modelatge d'Arquitectura es realitzi amb diversos mesos d'antelació al d'instal·lacions i necessiten tenir

situats els aparells sanitaris, les lluminàries, els difusors d'AA, les BIES per a la distribució d'espais, per encaixar els falsos sostres, etc.)

Quan tots aquests elements es modelen en la disciplina d'arquitectura amb famílies sense connectors (sense funcionalitat MEP) no poden ser utilitzats directament en els models d'instal·lacions. Quan en els models d'instal·lacions es vinculen els models d'Arquitectura es copien i monitoritzen els objectes i es modifiquen afegint els connectors adequats.

Es pot donar el cas que quan federem tots els models de les altres disciplines hi hagi una duplictat d'objectes. Cal tenir un control d'aquests elements duplicats sobretot a l'hora de realitzar els amidaments.

Per minimitzar el nombre d'elements duplicats caldria establir unes prioritats en funció del seu ús. Com a criteri general, tots aquests elements amb funcionalitat **MEP** i que seran mesurats dels models d'Instal·lacions, s'haurien d'esborrar dels **models d'Arquitectura** i vincular els models **MEP**. A través de filtres de visualització i de la inclusió en les famílies MEP de la representació gràfica i paràmetres necessaris per a la disciplina **Arquitectura**.

El flux de treball simplificat podria ser:

1. Es modela un aparell sanitari en el **model d'arquitectura** amb l'estil de representació i les metadades necessàries per a arquitectura.
2. Es vincula el **model d'Arquitectura** en el model de Sanejament, es copia i monitoritza aquest sanitari en la mateixa posició.
3. Es modifica aquest sanitari donant-li funcionalitat **MEP** amb els connectors i metadades necessaris per a la instal·lació. Es connecta a la xarxa de sanejament.
4. Es vincula el model de sanejament en el **model d'Arquitectura** i s'elimina l'equip sanitari.
Es filtra el model **MEP** perquè només es visualitzi l'equip sanitari.

Aquest procés necessita una coordinació prèvia de com treballar i un esperit de col·laboració entre diferents equips de disciplines diferents i diferents empreses. Quan no es donen aquestes circumstàncies, cada equip modela els elements que li són necessaris i amb les seves característiques pròpies per a la seva disciplina.

Una altra metodologia per tal de determinar quins elements són duplicats i quins no, és crear una columna en totes les taules de planificació de Revit, en la qual es pugui indicar si es tracta d'un element duplicat en un altre disciplina amb un SI/NO. D'aquesta manera, tot i que sigui manual, tindrem especificat tots els models duplicats i només el contarem una vegada.

6.2.6 DIMENSIÓ 6D

NO APLICAR LA SISENA DIMENSIÓ DESDE EL PRIMER MOMENT

L'experiència de les diferents empreses del sector diu que la millor manera d'aproximar-se a aquest projecte ideal és abastar la sisena dimensió en la primera fase de concepció del projecte, i seguir una seqüència de tasques programades que inclouen simulacions i revisió del comportament de l'edifici, amb diferents opcions de disseny a comparar, per ajudar a prendre decisions encertades i aconseguir els requeriments associats al projecte.

D'aquesta manera es construeix de primeres l'edifici sostenible i eficient, sense haver d'aplicar modificacions al model ni al projecte un cop acabat. Sí que és veritat, que no sempre pot ser així, ja que hi ha un preu màxim i es fa el possible per arribar a l'estalvi energètic pactat amb aquell preu sense excedir qualitats; per tant, pot passar que tot i estar aplicant la sisena dimensió des de un primer moment, un cop acabem el model i procedim a efectuar els càlculs convenients, ens en adonem que no arribem al punt estimat, i per tant s'haurà de retocar el model.

6.3 MILLORS SOFTWARE PER A CADA ÚS

A continuació s'efectua una **taula de tots els softwares** comentats en el treball, recollint els seus usos i especialitats bases, sense tenir en compte plugins:

SOFTWARE	USOS	ESPECIALITAT
REVIT	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Modelat d'edificacions en totes les disciplines: estructura, arquitectura i instal·lacions. ➤ Càlcul de instal·lacions. ➤ Càlculs de consums, certificats energètics (no homologats). ➤ Disseny d'interseccions. ➤ Gestió de informació mitjançant taules de planificació exportables. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Modelat d'edificacions, en especial de la disciplina de instal·lacions.
CIVIL 3D	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Modelat geotècnic i topogràfic. ➤ Modelat d'obres lineals. ➤ Disseny d'interseccions. ➤ Modelat de reds de tuberies en carga (clavegueram i sanejament). ➤ Disseny de ponts. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Modelat d'obres lineals. ➤ Definició de la topografia per obres.
ARCHICAD	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Modelat d'edificacions arquitectòniques, 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Modelat de la disciplina

SOFTWARE	USOS	ESPECIALITAT
	en totes les disciplines: estructura, arquitectura i instal·lacions.	d'arquitectura, alt detall en interiorisme.
SYNCHRO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestió de la construcció i la seva vista en temps real de cada etapa del projecte. ➤ Visor obert. ➤ Informes personalitzats. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Open BIM. ➤ Millor resolució de gestor de projectes (digrames de Gantt).
NAVISWORKS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revisió de projectes amb eines de mesurament. ➤ Opció d'obertura per als dissenys 3D habituals. ➤ Visualització integrada en 4D i 5D. ➤ Annex ràpid d'informació sobre elements a través d'un link. ➤ Creació de renders i presentacions en passos pràctics. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Complement perfecte per Revit. ➤ Millor resolució del flux econòmic de l'obra.
PRESTO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Realitzar el pressupost complet de la obra. ➤ Planificar-la de forma detallada. ➤ Visualització de l'avanç. ➤ Tenir un control de costos i despeses. ➤ Emetre certificacions. ➤ Establir sistemes de gestió de qualitat. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Importar medicions i realitzar pressupostos. ➤ Visualitzador 3D del model, relacionat amb el pressupost.
TCQ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Realitzar el pressupost complet de la obra. ➤ Planificar-la de forma detallada. ➤ Tenir un control de costos i despeses. ➤ Emetre certificacions. ➤ Establir sistemes de gestió de qualitat. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Importar medicions i realitzar pressupostos.
INSIGHT 360	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fluxos de treball d'administració d'incidents. ➤ Seguiment de les activitats en una seqüència temporal. ➤ Simulació i avaluació d'efectes. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Obres arquitectòniques. ➤ Complement perfecte per Revit.
USBIM.FACILITY	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestionar el manteniment d'edificacions. ➤ Reconstruir l'estructura de carpetes. ➤ El registre de les activitats y despeses de cada responsable. ➤ Quadre comparatiu entre projecte i execució. ➤ Col·laboració amb altres equips. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestionar el manteniment d'edificacions.

A continuació adjuntarem diferents gràfics en els quals es representa el grau d'ús en tants per cents dels diferents softwares arreu del món, per tal de constatar quin són els més emprats.

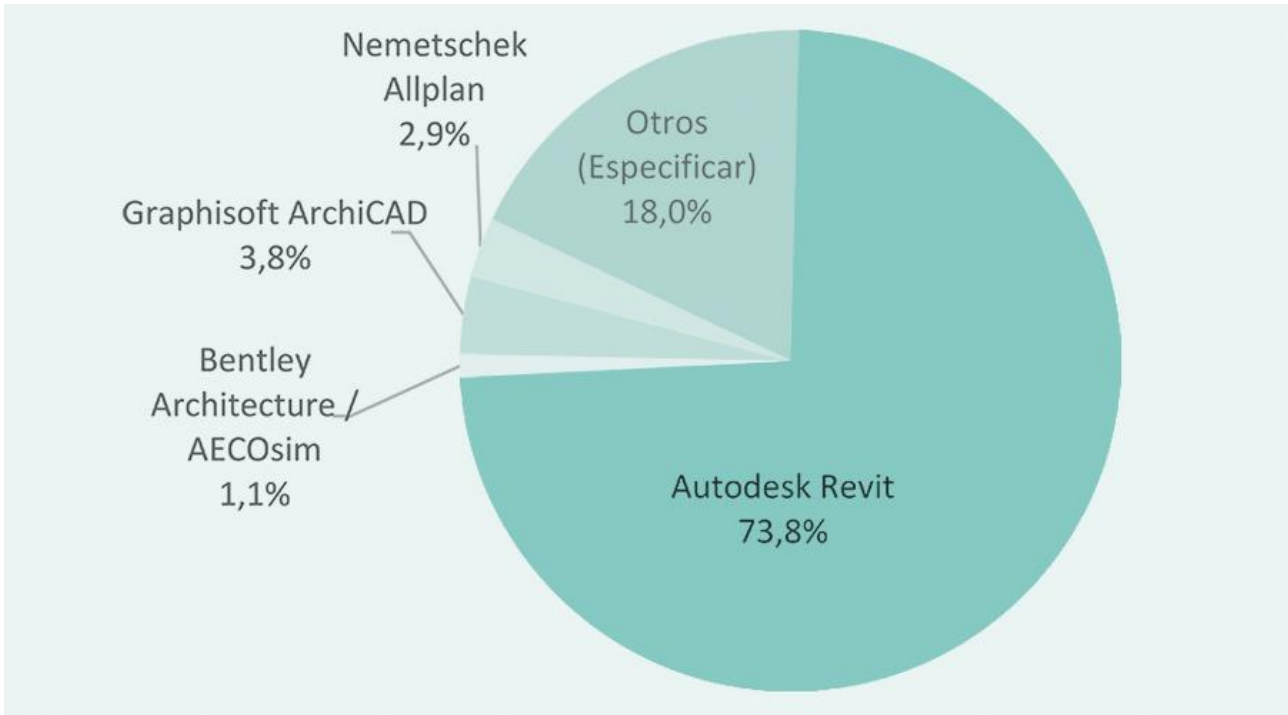


Figura 28. Font: <https://www.espaciobim.com>

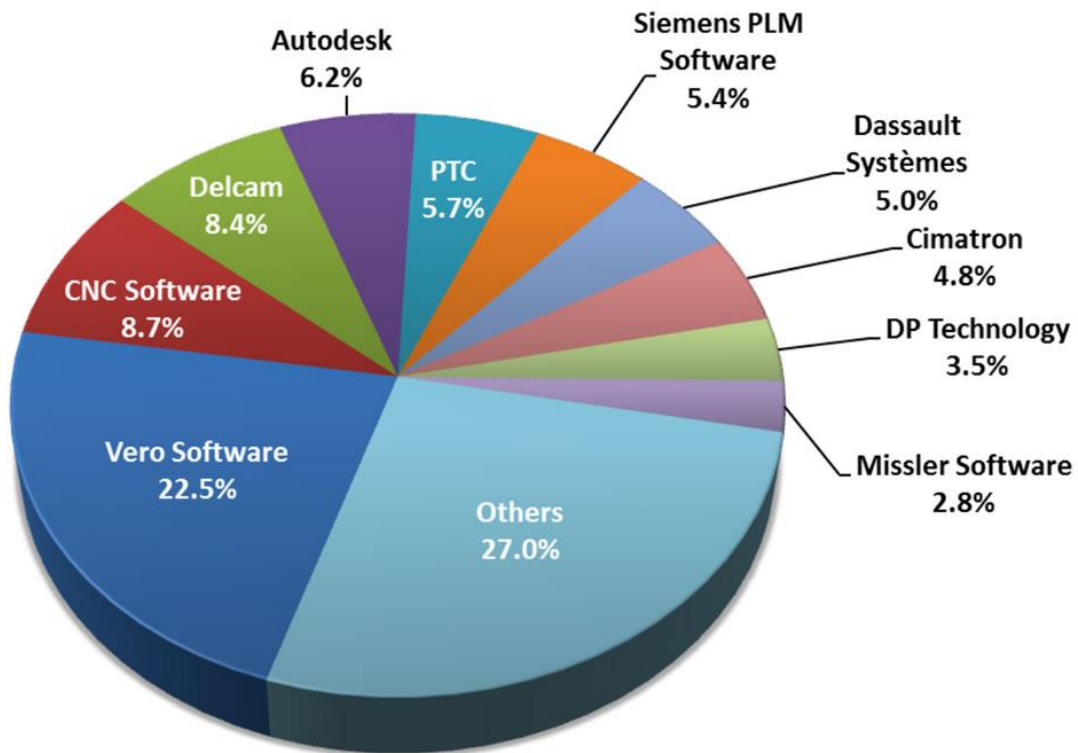


Figura 29. Font: <https://shop1.aertgreg.ru/>

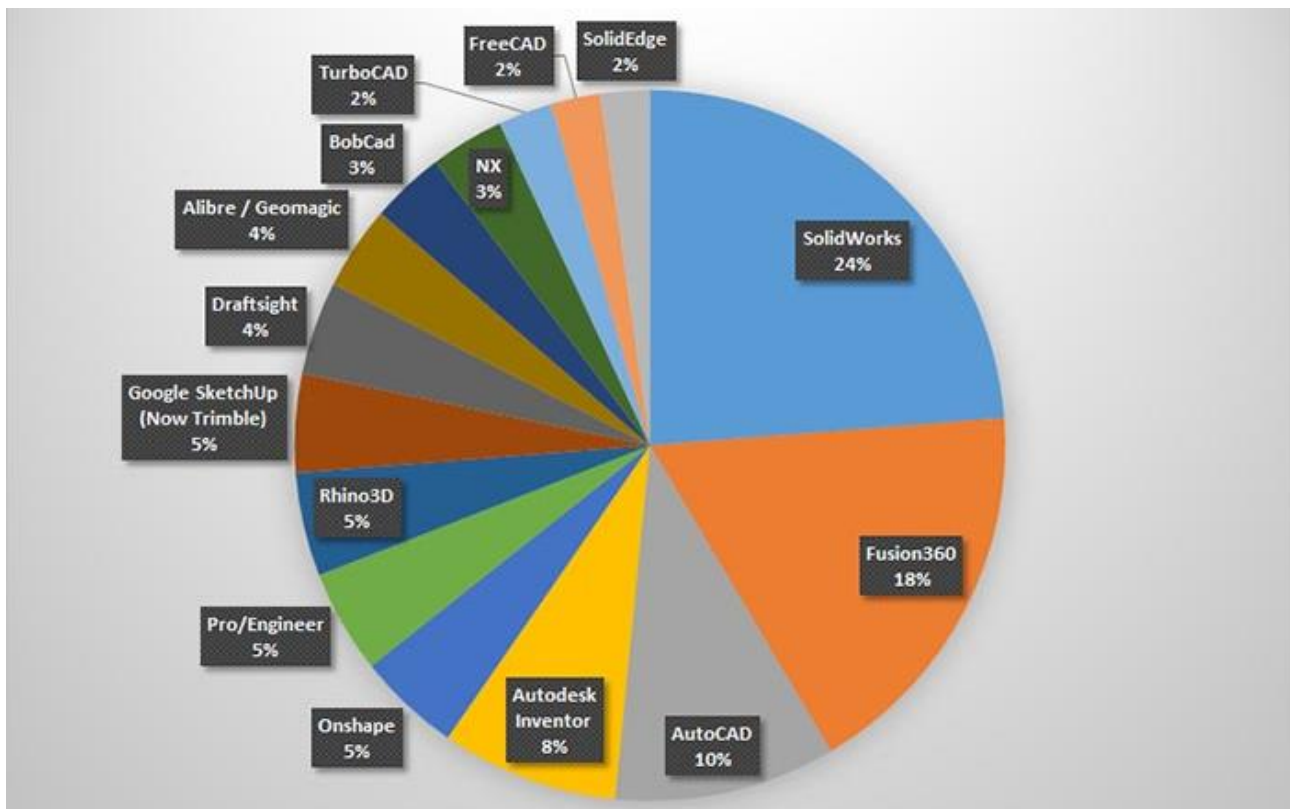


Figura 30. Font: <https://www.cnccookbook>

6.4 AVANTATGES I DESAVANTAGES DEL BIM

6.4.1 AVANTATGES DEL BIM

Un cop elaborat la total anàlisi, podem exposar els principals avantatges que suposen l'ús de la metodologia. A continuació s'exposen alguns dels beneficis que suposen la **metodologia BIM** amb relació a la **metodologia tradicional** de treball en les obres:

DETECCIÓ DE COL·LISIONS

La realització del modelat previ a l'execució de l'edifici permet detectar qualsevol conflicte, intern o extern abans que comenci la construcció. Els conductes de ventilació xocaran amb una bigueta d'acer? Els envans es troben sobre paviment o enterrats? Amb un determinat programari BIM, es pot evitar conflictes amb la detecció automàtica de conflictes.

Poder evitar aquest tipus d'enfrontaments al despatx, redueix la quantitat d'incidències a l'hora de fer l'execució material de l'obra. Amb BIM, es té l'oportunitat de planificar-ho just abans de construir al lloc, i per tant, solucionar tots els possibles incidents, i evitar canvis d'última hora i problemes imprevistos en permetre una fàcil revisió i comentaris en múltiples disciplines.

TREBALL COL-LABORATIU

L'ús de models BIM digitals permeten **compartir, col·laborar i crear versions que els plànols de dibuix en paper no permeten**. Gràcies a l'ús d'un servidor comú, la col·laboració BIM pot donar-se sense problemes en totes les disciplines dins del projecte, permetent als equips compartir models de projectes i coordinar la planificació, assegurant que tots els interessats en el disseny tinguin una idea del projecte. Sovint per al modelatge 3D es creant diferents disciplines de treball (p.e. estructura, arquitectura i instal·lacions), els quals parteixen d'un arxiu central, i els diferents treballadors laboren a partir de models locals.

L'accés al servidor també permet als equips de projecte "**portar l'oficina al camp**". Amb aplicacions i eines **BIM**, els equips poden revisar models al lloc i als seus dispositius mòbils, assegurant que tinguin accés a informació actualitzada del projecte en qualsevol moment.

VISUALITZACIÓ DEL PROJECTE EN PRECONSTRUCCIÓ

En executar un **modelatge BIM**, es pot planificar i visualitzar tot el projecte durant la preconstrucció. El fet de poder modelar l'ús de l'espai i les diferents visualitzacions del model permet als clients experimentar com es veurà l'espai, oferint la possibilitat de realitzar canvis abans de començar la construcció. És un fet que atrau molt als clients, ja que les visualitzacions renderitzades fan interpretar perfectament el que es construirà, i per tant, aquestes fan guanyar qualitat al projecte. A part, tenir una millor visió general des del principi minimitza els costos i els llargs canvis posteriors, ja que sovint el client demana modificacions segons va veient la construcció de l'edifici.

ESTIMACIÓ DE COSTOS

Moltes empreses s'estan adonant que incloure estimadors de preus a l'inici de l'etapa de la planificació permet una estimació de costos de construcció molt més efectiva, la qual cosa ha portat al creixement de l'estimació de costos basada en models (també coneguda com a **BIM 5D**).

MAJOR PRODUCTIVITAT EN LA PREFABRICACIÓ

Els **models BIM** i les seves dades es poden utilitzar per generar instantàniament dibuixos de producció o bases de dades per a fins de fabricació, la qual cosa permet un major ús de la tecnologia de prefabricació i construcció modular. En dissenyar, detallar i construir fora del lloc en un entorn controlat, pot disminuir el malbaratament, augmentar l'eficiència i reduir els costos de mà d'obra i materials. Un clar exemple són les construccions a la Xina, on fan ús de la metodologia BIM per modelar els mòduls prefabricats que formen l'edifici, guanyant així molt de temps, reduint costos...

PROGRAMACIÓ I SEQÜENCIACIÓ MILLORADA

De la mateixa manera que molts d'aquests beneficis estan relacionats amb l'estalvi de diners i estalvi de temps en reduir el temps dels cicles del projecte i eliminar els contratemps del cronograma de construcció, **BIM** permet que el disseny i la documentació es realitzin alhora, i que la documentació es canviï fàcilment per adaptar-se a la nova informació, com les condicions del lloc. Els horaris es poden planificar amb major precisió i comunicar-se exactament.

AUGMENT DE LA SEGURETAT

El modelat de l'edifici, i sobretot la planificació dels treballs a desenvolupar gràficament (4D), pot ajudar a millorar la seguretat de la construcció, ja que permet identificar els possibles perills abans que es converteixin en problemes, i evitar riscos físics en visualitzar i planificar la logística del lloc amb anticipació. L'anàlisi visual de riscos i les avaluacions de seguretat poden ajudar a garantir la seguretat en el decurs de l'execució del projecte.

MILLOR GESTIÓ DURANT LA VIDA ÚTIL DE L'EDIFICI

La informació en un model també permet l'operació de l'edifici després que finalitza la construcció (7D). Un registre digital precís i continu de la informació de l'edifici és valuós per exemple per l'administració de les instal·lacions durant tot el cicle de vida de l'edifici. Les dades es poden transmetre al programari de manteniment d'edificis existent per al seu ús posterior a l'ocupació.

6.4.2 DESAVANTATGES DEL BIM

Com en totes les metodologies, no tot són beneficis. La majoria de desavantatges no es refereixen essencialment en la capacitat del **BIM**, sinó a la implementació de la mateixa. A continuació s'exposen alguns dels desavantatges generals que suposen la **metodologia BIM** en relació a la metodologia tradicional de treball en les obres (els problemes més específics es troben dins dels apartats de dimensions):

COST D'IMPLANTACIÓ

Un problema que sorgeix a l'hora **d'implementar la metodologia** a les empreses és l'alt cost que pot suposar, tant econòmic com temporal. En quant a econòmic, no parlem només del cost en formació de personal, sinó també del cost d'equips i tecnologia, com de despeses menys tangibles però molt importants.

En implantar BIM cal tenir en compte que tots els elements de les operacions empresarials, des de les aplicacions de compliment de normes fins a l'especificació dels components del proveïdor, s'han de racionalitzar i integrar en un sol sistema.

A més, com veurem a continuació, cal tenir en compte el possible cost de formar o contractar personal amb coneixements i experiència suficient en **BIM**.

En empreses grans i mitjanes pot ser més senzill alinear els seus equips amb **BIM**, ja que tenen equips amplis que poden adaptar adequadament. En empreses més petites és més difícil comprometre tot un equip amb el **projecte BIM** en un moment o fins i tot durant un període de temps.

Una opció viable per a elles seria aprofitar l'experiència i els coneixements de consultors externs que els ajudaria a mantenir els seus equips intactes, facilitant una millor integració de les **tecnologies BIM** dins del seu model de negoci, és a dir contractar serveis de **consultories BIM**, les quals són professionals en la implantació del mateix.

LIDERATGE FEBLE

Quan una empresa, o més ben dit, un directiu, demana implantar BIM sense entendre el que això significa, únicament perquè ha dit que és el futur o què és el que està «de moda», no sol acabar bé.

Aquest és el desafiament més important al qual s'enfronten els projectes d'implementació de BIM. Tot i que les empreses estan ben informades sobre els beneficis generals d'aquesta nova forma de manejar el negoci de la construcció, **els clients no acaben de comprendre l'abast real** ni les implicacions de la metodologia en la forma de treballar de les empreses.

I, per tant, sense un lideratge fort que entengui la veritable dimensió de BIM i adopti les mesures per incorporar tots els empleats al projecte, l'èxit és molt més complicat.

RESISTÈNCIA AL CANVI

La majoria dels empleats están acostumats a treballar amb eines tradicionals que coneixen i dominen a la perfecció. Hi ha moltes barreres que impedeixen als participants del projecte utilitzar l'última tecnologia i el **BIM**. Les barreres inclouen por al fracàs, sortida de la zona de confort, temps per aprendre a utilitzar el programari i, en molts casos, falta de suport dels seus responsables i de la direcció de l'empresa.

La implementació d'una tecnologia integral radicalment diferent dins d'aquest entorn requereix una presa de decisions estratègiques adequades per part de la direcció, que involucren els empleats fent ús del coneixement i l'experiència disponibles per executar la implementació sense alterar el model de treball existent.

Sovint, es sol donar l'excusa en els compromisos d'entregues amb els clients, ja que efectuar un projecte amb una metodologia nova suposa una primera fase d'errors per falta d'experiència, la qual pot arribar a generar un petit retard en l'entrega. Aquest problema és un factor el qual s'ha de passar, i per poder-ho fer cal parlar amb el client per ajornar l'entrega i si el client hi està d'acord per tal de poder exercir aquesta metodologia de treball es podrà efectuar. I un cop s'hagi fet això amb diversos projectes, ja es tindrà prou fluïdesa per a no haver d'ajornar cap entrega, i per tant, els teus projectes guanyaran en qualitat.

FALTA DE COL-LABORACIÓ

L'obtenció dels màxims beneficis de la **tecnologia BIM** està directament relacionada amb la capacitat de maximitzar la col·laboració de tots els integrants en el projecte. No importa qui sigui el líder, el fet que tots els participants clau estiguin involucrats ofereix la major part dels beneficis per a tot l'equip.

CONVIVÈNCIA AMB SISTEMES NO BIM

L'ús de **sistemes BIM** i **no-BIM** que funcionen dins de la mateixa oficina plantegen un problema de dotació de personal. Amb una sola plataforma de programari com **CAD**, qualsevol membre del personal està disponible per treballar en un projecte. Tot i això, en l'aplicació de **BIM**, només es disposaria d'un petit grup de membres de l'equip.

Els projectes pilot de **BIM** o de formació en **BIM** s'han de seleccionar acuradament segons la mida, el calendari i la disponibilitat dels membres de l'equip. Aquesta divisió dels membres de l'equip podria costar a l'organització l'eficiència de l'equip i el temps.

D'altra banda, les empreses usuàries de **BIM** que disposen d'un elevat nombre d'actius han de fer front a una convivència llarga en el temps d'actius existents, no dissenyats amb **BIM**, amb nous actius que s'incorporaran seguint la metodologia. La integració dels actius **no-BIM** en les noves eines de gestió d'actius basades en **BIM** serà un aspecte clau para arribar a una transició eficaç.

7 REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

7.1 WEBGRAFIA

Wikipedia (2016) Modelado de información de construcción:

<https://es.wikipedia.org>

Retain – Grupo Retailgas (2019) BIM en organizaciones con uso intensivo de activos:

<https://retaintechologies.com/>

BIMnD (2021) Las 7 dimensiones del BIM:

<https://www.bimnd.es/>

Building Smart (2020) BIM:

<https://www.buildingsmart.es/bim/>

ITEC (2015) ¿Qué es el BIM?

<https://itec.es/>

YouTube (2005) Implementació del BIM – Como funciona Leica RTC360 (2021)

<https://www.youtube.com/>

Aktalakota (2018) Dr. Charles A. Eastman Ohiyesa (The Winner)

<http://aktalakota.stjo.org/>

Teamnet (2017) ¿Ya conoces las 7 dimensiones del BIM?:

<https://www.teamnet.com.mx/blog/bim-7d>

Biblus (2021) BIM 7D y el facility management:

<https://biblus.accasoftware.com/es/bim-7d-y-el-facility-management/>

Biblus (2021) BIM en el mundo: 3 proyectos realizados con el BIM en China:

<https://biblus.accasoftware.com/es/bim-en-el-mundo-3-proyectos-realizados-con-el-bim-en-china/>

Butic (2022) “Uso BIM 4D Planificación de la metodología BIM por David Barco Moreno”

<https://www.butic.es/uso-bim-4d-planificacion/>

Universitat Politècnica de Catalunya (2006) UPC Commons:

<https://upcommons.upc.edu/>

BuildingSmart (2021) Standards IFC:

<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-formats/>

AccaSoftware (2020) usBIM.Facility:

<https://www.accasoftware.com/es/bim-facility-management-software>

Biblus (2021) “Archivos IFC: todo lo que necesitas saber”:

<https://biblus.accasoftware.com/es/archivos-ifc-todo-lo-que-necesitas-saber/>

Area BIM Engineering (2017) Navisworks:

<https://www.areabim.com/navisworks/#:~:text=Navisworks%20permite%20a%20los%20usuarios,puento%20de%20vista%2C%20y%20mediciones>

Graphisoft (2022) Archicad:

<https://graphisoft.com/es/>

Billin (2022) Presto:

<https://www.billin.net/blog/programa-presto/>

Buildbim (2020) “BIM para gestión de activos”:

<https://www.buildbim.cl/2018/09/24/bim-para-gestion-de-activos/>

AreaBIM (2017) BIM:

<https://www.areabim.com/>

Imasgal (2021) “Nivel de desarrollo LOD en BIM”:

<https://imasgal.com/nivel-desarrollo-bim-lod/>

Building Smart. Spain. 04/03/2019.

<https://www.buildingsmart.es/2019/03/04/integrated-project-delivery/>

Preguntas sobre implementación BIM de Daniel Buró director del estudio G&B – 7 març de 2019.

<https://www.youtube.com/watch?v=05IRGuFRaPQ>

INTES Construction Sector Report 2018.

<https://intes.org.tr/wp-content/uploads/2018/05/SEKTÖR-RAPORU.pdf>.

Instop (2020) “Scanner 3D para BIM y edificación”:

<https://www.instop.es/arbree/intro-scanner-3d-leica-geoslam.php>

Noticias.arq (2018) “Revit vs Archicad”:

https://noticias.arq.com.mx/Detalles/23198.html#.Yo4_bKhBxPY

Konstruedu (2021) “¿Qué es y para qué sirve AutoCAD Civil 3D?”:

<https://konstruedu.com/es/blog/que-es-y-para-que-sirve-autocad-civil-3d/>

Esdima (2018) “Funciones más utilizadas en Navisworks”:

<https://xn--master-diseo-khb.com/funciones-mas-utilizadas-en-navisworks/>

Imasgal (2021) “Particularidades de superficies TIN y ejemplos de análisis con Autodesk Civil 3D”:

<https://imasgal.com/generacion-analisis-superficies-tin-autodesk-civil-3d/>

Autodesk (2022) Insight 360:

<https://www.autodesk.es/products/info360-insight/features>

Autodesk (2021). AutoCAD Civil 3D:

<http://www.autodesk.es>

EspacioBIM (2021). “Las dimensiones del BIM”:

<https://www.espaciobim.com/dimensiones-bim>

Autodesk (2021). Entrega dissenys y documentació optimitzats:

<https://latinoamerica.autodesk.com/products/civil-3d/road-design>

Arquinetpolis (2021). “Review: Funciones y USO DE ArchiCAD”:

<https://arquinetpolis.com/review-archicad-000107/>

Arquinetpolis (2020). “Review: Funciones y USO DE ArchiCAD”:

<https://www.autodesk.es/collections/architecture-engineering-construction/>

Inge3D (2021). “Trabajo colaborativo entre softwares BIM y ARCHICAD”:

<https://inge3d.com/blog/trabajo-colaborativo-entre-softwares-bim-y-archicad/>

Bentley (2021). Synchro:

<https://www.bentley.com/es/products/brands/synchro>

MSI studio (2019). “BIM 6D: Cómo incorporar criterios de sostenibilidad y eficiencia energética a nuestro modelo con Insight 360”:

<https://msistudio.com/bim-6d-como-incorporar-criterios-de-sostenibilidad-y-eficiencia-energetica-a-nuestro-modelo-con-insight-360/>

Obras urbanas (2019). “BIM6D – La sexta dimensión del BIM: BIM aplicado a la eficiencia energética”:

<https://www.obrasurbanas.es/bim6d-sexta-dimension-bim-eficiencia/>

Youtube (2021). “SYNCHRO PRO VS NAVISWORKS ¿Cuál es MEJOR?. [Comparativa 2021]”:

<https://www.youtube.com/watch?v=SQmxjaEZ9cM>

7.2 LLIBRES

Modeling and thermal optimization of residential buildings using BIM and based on RTS method: application to traditional and standard house in Sousse city (2017). H Benzarti Ghedas.

Advances in Building Information Modeling First Eurasian BIM Forum, (2019). Revised Selected Papers / edited by Salih Ofluoglu, Ozan Onder Ozener, Umit Isikdag.

Decision Making in the 4th Dimension—Exploring Use Cases and Technical Options for the Integration of 4D BIM and GIS during Construction (2021). Alyssa Huaqiu Liu.

Tecnologia BIM 5D: noves tècniques per a un nou model arquitectònic (2022). Ana Baldrich Aragó.

Handbook: A guide to Building Information Modeling (2008). Hishyar Mohammed

7.3 REVISTES

Facility management services – Grupo Borrmart (2022)

7.4 CONFERÈNCIES REBUILD MADRID

- Aitor Otero Olmos de Arpada. BIM Manager
- Alejandro Gimenez Garulo de Hiberus. IT Manager
- Alonso Romero Lauro de The Predictive Company. CEO
- Antonio Cordero Campos de Via Ágora. BIM Manager
- David Barco Moreno de Berrillan BIM. Arquitecte tecnològic
- Diego Rodríguez Posada de MORPH. Arquitecto – Director de projectes
- Jacinto Seguí de FINSA. Technical Consultancy and specification director
- Jesús Suárez Vivanco ALPI España. Country Manager / Sales director
- José Aguilar de Agvar arquitectes. Arquitecte director BIM TEAM
- Jose Javier Gallardo Ortega de Ajuntament de Zaragoza. Director de implementació BIM.
- Olga Méliz de l'Àrea metropolitana de Barcelona. Cap de la oficina BIM.

7.5 ENTREVISTES PERSONALS

- Josep Albin Ruiz de A3D Consulting. Co-fundador.
- Carlos Mallo de DoBIM. Modelador 3D
- Marino Gomez de DoBIM. Cap del departament BIM.
- David Martinez de IBIM BUILDING TWICE. Consultor BIM.
- Ignasi Perez Arnal de BIM Academy. CEO.

8 ANNEXOS

Es farà ús dels annexos per constatar la realització de les entrevistes i xerrades amb diferents professionals del món BIM, i l'assistència al REBUILD de Madrid on no només es va estar en les conferències, sinó que també es va parlar amb professionals de l'entorn. Cap a dir que de les entrevistes personals només es pot constatar amb captures d'e-mail la realitzada amb Josep Albin, ja que les altres van ser de la mateixa empresa on treballa (xerrades durant els esmorzars a l'empresa DoBIM), trobades en el REBUILD de Madrid, i amb David Martínez que ens va recomanar varies webs.

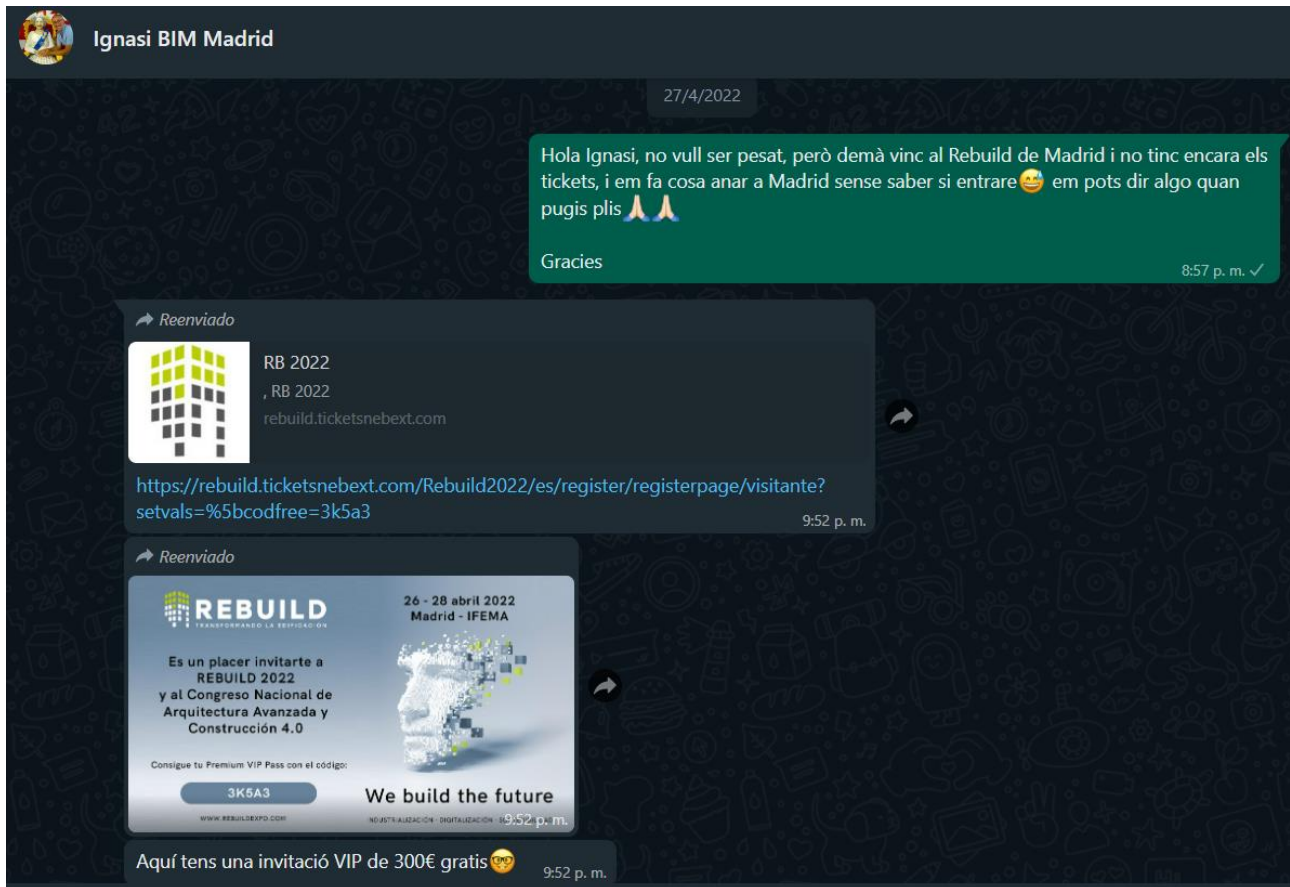
Per tant, en aquest apartat trobarem la següent documentació:

8.1 INVITACIÓ REBUDA PER ASSITIR AL REBUILD DE MADRID

8.2 CAPTURES D'E-MAILS

8.3 APUNTS REALITZATS IN-SITU

Invitació rebuda per assistir al REBUILD de Madrid.



Captures de e-mails

Entrevista A3D ▶ Recibidos x



Josep Albin Ruiz <josep.albin@a3d.es>
para mí, BIM ▾

Hola Albert,

Encantado de saludarte.

¿De cuánto tiempo sería la entrevista?

¿Y qué temáticas te gustaría preguntarnos?

Saludos

PD: Tema económico olvídate, no cobramos por las entrevistas. No somos tan famosos, simplemente tenemos que buscar el momento idóneo. :)

Josep Albin Ruiz
Partner, Architect, **BIM** Consultant



www.a3d.es

E-mail: josep.albin@a3d.es

Phone: [+34 935 752 977](tel:+34935752977)

Mobile: [+34 687 455 145](tel:+34687455145)

Address: [Salvador Dalí 8, Local B, Montcada y Reixach, Barcelona](#)



Albert Pinto <aalbertpinto@gmail.com>
para Josep, BIM ▾

jue, 21 abr, 12:43



Buenas Josep,

Referente a tus preguntas: La entrevista tendría una duración de 30 minutos, o como máximo 1 hora, depende de cuanto nos entretengamos hablando :)

Sobre la temática de las preguntas, te explico:

Mi TFG es un análisis de la metodología **BIM**. Tengo la parte teórica prácticamente acabada, y ahora necesito que profesionales con experiencia me digan problemas usuales que encuentran durante la ejecución de las dimensiones 3D, 4D y 5D esencialmente. Por ejemplo, me invento dos: "Siempre hay problemas de incompatibilidad al intentar poner la metadata en el modelo", o "siempre llegan modelos con X problemas que cuestan de solucionar para sacar posteriormente las mediciones".

No hace falta una gran explicación, con enumerar problemas que encontráis habitualmente ya me haríais un gran favor. También sería de gran ayuda, problemas que encontráis en los softwares que usáis, no solo en la metodología.

Eso es todo, espero su respuesta, gracias!

...



Josep Albin Ruiz <josep.albin@a3d.es>
para mí, BIM ▾

lun, 25 abr, 13:42



Hola Albert,

Tenemos un hueco el lunes 2 a las 17.00 en nuestras oficinas.

¿Te viene bien?

Saludos

Josep Albin Ruiz
Partner, Architect, **BIM** Consultant



www.a3d.es

E-mail: josep.albin@a3d.es

Phone: [+34 935 752 977](tel:+34935752977)

Mobile: [+34 687 455 145](tel:+34687455145)

Address: [Salvador Dalí 8, Local B, Montcada y Reixach, Barcelona](#)



Albert Pinto <aalbertpinto@gmail.com>
para ibim.david ▾

mar, 19 abr, 14:04 ☆ ↶ ⋮

Te explico,

Mi TFG es un análisis de la metodología **BIM**. Tengo la parte teórica prácticamente acabada, y ahora necesito que profesionales con experiencia me digan problemas usuales que encuentran durante la ejecución de las dimensiones 3D, 4D y 5D esencialmente. Por ejemplo, me invento dos: "Siempre hay problemas de incompatibilidad al intentar poner la metadata en el modelo", o "siempre llegan modelos con X problemas que cuestan de solucionar para sacar posteriormente las mediciones".

No hace falta explicación, con enumerar problemas que encontráis habitualmente ya me hariais un gran favor. También sería de gran ayuda, problemas que encontráis en los softwares que usáis, no solo en la metodología.

Muchas gracias!!



ibim.david david@ibim.es a través de gmail.com
para Ivan, mi ▾

mar, 19 abr, 14:07 ☆ ↶ ⋮

¿Para cuándo lo necesitas?

David Martínez

Arquitecto-Consultor **BIM** | IBIM BUILDING TWICE, SL | T 656423055 | <http://www.ibim.es/>



Albert Pinto <aalbertpinto@gmail.com>
para ibim.david ▾

mar, 19 abr, 14:14 ☆ ↶ ⋮

No me corre especialmente prisa, pero si que agradecería cuanto antes mejor. En 2/3 semanas tendría que tener la máxima "recapitulación de problemas" que pueda tener.

Gracias!



ibim.david david@ibim.es a través de gmail.com
para Ivan, mi ▾

mar, 19 abr, 14:22 ☆ ↶ ⋮

Te diría que los que aparecen en este enlace son los más habituales:

[Problemas con los usos del BIM-Especialista3D](#)

David Martínez

Arquitecto-Consultor **BIM** | IBIM BUILDING TWICE, SL | T 656423055 | <http://www.ibim.es/>



Carlos Mallo 31/05/2022 13:35
¿qué tal? ¿como va ese tfg?

31/05/2022 16:17 👍 1

Eii Carlos!! va muy bien ya casi se acaba esto

lo entrego en 10 días, y ya solo me queda mejorarlo

me ha ido muy bien tu ayuda!!

he podido coger bueno info de lo que me pasaste

te debo algo xdd

Apunts realitzats in-situ

• Petite Village ? José Aguilar

CLT Modular, Hormigón batx en CO₂

Alquiler asequible, parque de viviendas (protecció pública).

Hay necesidad de construir para alquiler asequible.

Subministradora desde el min O (FINSA)

Ús de BIM 360.

Contrato IPD

• Los nuevos equipamientos ?

Tema ventilació.

• Utilidad BIM en obra ?

Como llegun los modelos a obra ?

Las necesidades de la constructora són més grans per al modelar. Que necessita el model per servir ús a obra. Intervienen tarde, ha d'estar més coordinat constructora - modeladors.

Que necessita el model ?

Estudi en model de interacció cimentació amb elements com ara sanejament, guía, pous...; En INST, problemes amb conductes i tuberías en interferència; Planos de replanteo ejecutables; Interacció amb l'entorn Real, uids, semàfors, argutes...; Mediciones, ha d'estar preparate per modelar cal gestionar els oficios per separat, partida a partida; quan millor definit el projecte


millor planificació; control de medis auxiliars com puntals, andamios, gestionar l'alquiler d'aquests, grues...

El model no és l'únic important per la gestió de l'obra (Hube),

base de dades molt potent disponible a l'empresa, info permeable és a dir modificacions actualitzades en tots els mòduls. Es pot programar la setmana amb el model, controlant amb les bases de dades.

As-built no està al líbret de redisseny, "build to vend", però es necessita

Mod. projecte → Mod. obra → As-built → Facility

Distribució d'honoraris en BIM, curva de Marboim , en BIM

es treballa més al principi i menys en obra, en CAD al revés. Per

tant en BIM els honoraris majors és al principi de l'obra. Fluigrama BIM ISO 19650 - cal més temps abans de l'obra.

Arturo Otazo Olmos → a nivel de obra hace falta más. Más esfuerzo al inicio de la redacción del proyecto, antes de la ejecución.

Antonio Cordeiro Castro → Matizar, L01 500 es mas caro. El reparto de honorarios es importante; tiene que figurar en el BEP. Importante en integrar una horizontalidad en España cal integrar molt més el BIM.

Alejandro Giménez Gambo → Falta más detalle para no bloquear mecanismos de mejora i modificaciones, ja que hi ha una gran base de dades. Muy importante industrializar procesos constructivos, integrar tecnología para evitar retrasos, ser magnumas de edificar. El BIM no está bien remunerado. Coste - calidad.

Diego Rodríguez Pasada → Hace falta hablar más del LOD, porque estamos haciendo BM i no BIM.

LOI, cuanto tengo que definir el modelo para valorarlo E.

Llegan mal los modelos, i se tiene que invertir en mejorarlos para poder hacer uso de ellos. No s'ha de pagar més por ser BIM, s'ha de distribuir els honoraris millor. Cal explotar el build to vend.

Lo principal es formar en la metodologia, no solo en modelar. Interperiodicidad ->

~~Est~~ arquitectura - Revit - Rhino... no es un model federat, Cal més formació de BIM, no tant tècnica sino més pràctica.

Seguir havent la mateixa forma de planning, cal incorporar aquests ^{processos} per millorar preus en obra.

PREGUNTES

- ~~Per què no es fa BIM~~ "agents alineados", que es pot fer per aplicar el BIM en obra? "IPD"

Està canviant, hay que canviar la ^{sistema de contractación.} forma de contractar basant en confiança. S'ha de treballar junt desde el bàsic. Cal que els professionals s'ajunten que modelen per tant tenir models locals com a exemple. Ha de sortir de la promotora cuando entra cada gente, primero hay que formar, i la promotora es la principal

Como a cambiado la distribución de honorarios? hay algun dato para dar a la constructora?

Es importante utilizar el BIM en obra, se pone todos los medios. Hace falta introducir al fabricante i suministradora desde 0.

BIM, la M va con la B o con la I?

~~Estan en la I~~ Molt important la I.

Problema de licitació per entrar tots de 0.

Caleria documentar abans de modelar?

Amb un model es documenta.

• Los 4 Pilares de la construcción BIM

Innovación, conocimiento (Wu-hau?), adaptación i perseverancia.

Tectum first -> PASSIVHAUS

• Aerotermia i suelo radiante

5 errores habituales al instalar!

Es sd ser monobloc agua - agua.

① - Estar seguros del caudal, volumen i superficie. S'han de respectar les especificacions del fabricant.

- Hace agua sanitaria & refrigeración & climatización. Sin grupo de bomba, costa més ja que cal garantir el primer punt. Hay que hacer big pass, pero el aire me puede parar el sistema. La solución es un acumulador i separador. En refrigeración, el agua a 7°C no llega a los fancoils, llega a 11/12°C.

② Potencia real vs nominal. En la realidad es diferente. En refrigeración es penaliza un 10/15%.

③ Enlaces, filtro... ~~condensa~~ ← el aislamiento debe ser continuo i aislado si W ha hueco condensa. Cal filtro siempre. Cal enlaces desmontables.

④ Emplazamiento. Proveer la instalación siempre en condiciones de seguridad.

⑤ Control centralizado en marcha - paro e invierno i verano. No puede poner una casa en el termostato i en la aerotermia otro.

◦ Implantando BIM?

↳ Olga Meliz ← - Xaviar Barmils - Jesús Suárez - Jose Javier Gallardo -
Novena Martín

OL - Se necessita liderazgo, cambio mentalidad i finalidad del BIM. Implantación BIM a un 25% de BCN por part de l'ajuntament. Equips AMB. Se tiene que estandarizar toda la empresa para trabajar de la misma manera. Guia BIM AMB. Showrooms (familtas), plantilles amb les vistas ja configurades, revisión de datos, extracción de datos (powergen), revisión de proyectos/IFC, TOT AUTOMATIZAT.

JS - Plan Director de la Metodologia BIM, Zaragoza. Es farà un postgrado i un màster per BIM a zar.

XB - Schneider Electric. ITWO @, tomen familtas a BIMobject, tenen un plugging per modelar electricitat en Revit.

JS - API (ALPI) → Cálculo d'electricidad de alta i baja tensión. Camero Ome, com 5 programas. Te pluggin camero BIM, per revit, on calcula o dimensiona el model, on es pot editar i tornar a posar en el model, portal de poder breure taules de planificación direct. Hospital de Xile. BIM 360. BIMELEC de ALPI.

Em àmbit públic cal convencer al polític

◦ Diseñar para el BIM en obra. DPMA y BAM?

ISO 19650. Software "spaceforall",

PRECUN → prefabricado i BIM. Representa una Macrobases de dades

↳ Xavier Vilavella ←

- Hay datos de la metadata que sean esenciales o todas lo són? ①
- ③ • Encontrais problemas al introducir la metadata? ②
- Algün problema frecuente al modelar? ③
- ① • Qué programas usais? ④
- Como llegan los modelos a obra? ⑤
- ⑤ • Qué necessita el model per poder utilitzar-lo a l'obra? ⑥
- ④ • Soleu medir a partir del model? ⑦
- ② • Teniu base de dades pròpia? ⑧
- Compenetración entre programas? ⑨
- ⑧ • Hacedis cálculos de instalaciones en Revit? ⑩
- Modelais todo con el mismo programa? ⑪
- ⑥ • Encuentras algo a saltar en el BEP? ⑫
- ⑦ • Qué es l'As-buit i el "build to rent"?
- ④ • Diferencia entre 1D i 2D?
- ⑩ • Perquè creus que costa implementar el BIM a Espanya?

Josep → cofundador A3D

① Autodesk (Revit, Navis, collaborate), laser laika

② No, incorporar datos tienen que ser modificados. Alguna vez Dynamo exportar a excel, mapeado i importar.

Es pot vincular el model a bases de datos. Pocas agente tienen todo el arco,

③ Problemas en como se quiere la info, etapa de interacción de info, quieren mucha info + tiempo i + mantenimiento,

④ No s'utilitza en obra.

④ En Revit, las mediciones ya están ahí, solo hay que codificarlas. Se tiene que tener claro el objetivo del modelo, tener que estar bien dichas las bases.

IMPLANTAR → Per honorarios, es preconstruir, interacciones, nivel de exigencia ↑ pero honorarios no. Licencias caras para todo el mundo.

→ La finalidad del BIM no está clara (por el client)

→ Administración pública "invita pero no paga", exige molt por sobre del que es paga i dudas rendimiento (no tienen la capacidad de gestionarlo).

⑥ Documento contractual, no puede ser que sea un doc. vivo, ya que hay cambios en el alcance del proyecto. Si el BIP es abierto B ↑.

contenido ✓ falta un coordinador que verifique el cumplimiento del mismo

⑦ As-built doc final d'entrega constructora a client (como se ha construido) se tiene que ensamblar lo que se ha pactado, no se puede variar durante la ejecución. Realmente hay cosas no construidas

Built to vend → pensado en el uso del mismo

Es mas ventable alquilar. Acabava siendo mas caro por alquiler a inmobiliarios.

③ en clima, saneamiento, saneamiento.

Reaprovechar un modelo, el traspaso no es eficaz. como info externa ✓

④ Són una interpretació, si tinc un problema de organitzar. En 2D hay espacio a la interpretación. Se puede 2D ✓.

No tinc problemas con la Herramienta, 4 - Cambios de proyecto. con varios agentes es difícil coordinar y que sea vivo. si se quiere mover algun elemento MEP. COMO SE GESTIONA EL PROYECTO CON MUCHOS AGENTES.

Maria Duran, Batlle Noix

TITULACIÓ: GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA

ALUMNE/A	Nom: Albert	Cognoms: Pinto Mora	Data i signatura:
	DNI: 39414452L	Núm. d'estudiant: 1960351	ALBERT PINTO MORA - DNI 39414452L
	Tel: 631440298	E-mail: aalberpinto@gmail.com	Firmado digitalmente por ALBERT PINTO MORA - DNI 39414452L Fecha: 2022.02.16 20:23:39 +01'00'

TÍTOL: Metodologia BIM: anàlisi i implementació en projectes arquitectònics.

DESCRIPCIÓ (Antecedents, objecte i abast) ⁽¹⁾:

Antecedents. Durant el curs ens han explicat i introduït molt bé la metodologia BIM, la qual em va interessar i vaig buscar més per el meu compte. Seguidament vaig fer un curs per la meva compte de BIM, i ara estic treballant a una empresa on, d'entre altres coses, es treballa en edificacions i obra civil amb la metodologia BIM.

Objecte. Aquest treball té com a objectiu analitzar la metodologia BIM per l'elaboració de projectes d'obra pública com privada. Es pretén treure conclusions, avantatges, desavantatges i, si es pot, mesures correctores, amb la finalitat d'agilitzar el procediment. En aquest sentit, la recerca analitzarà i proposarà les millors eines/aplicacions a utilitzar en cada una de les dimensions (àmbit d'aplicació, preu, facilitat de formació...), així com l'estudi i posada a la pràctica de les prescripcions incloses en el BEC, en al cas de l'obra pública. En definitiva, es proposa elaborar una guia extensa orientada als professionals per implementar la metodologia BIM.

Abast. Elaborar l'anàlisi de totes les dimensions de la metodologia BIM; 1D CONCEPTE Establir bases de treball – 2D CROQUIS Establir flux de treball i procediment organitzacionals – 3D MODELAT requisits paramètrics i especials, coordinació de les diferents disciplines, control de qualitat i viabilitat constructiva i la preparació de la documentació gràfica – 4D PLANIFICACIÓ DE L'OBRA dimensió temporal – 5D COST estimació i control de costos – 6D SOSTENIBILITAT ecoeficiència, certificacions, simulacions energètiques... – 7D MANTENIMENT allargar i mantenir la qualitat del projecte.

Es té intenció de elaborar un anàlisi de tot el procediment, i centrant-nos especialment en les dimensions 3, 4 i 5.

TEMPORALITZACIÓ

El full de TFG és revisat en la comissió:
Convocatòria prevista de presentació del treball:

TUTOR (docent EPS): Joaquim Gallart Figueres Dept: Arquitectura Àrea: DAEC Tel: 636124291 E-mail: joaquim.gallart@udg.edu	Data i signatura acceptació:
	JOAQUIM GALLART FIGUERAS - DNI 77907014B Firmado digitalmente por JOAQUIM GALLART FIGUERAS - DNI 77907014B Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, ou=GALLART FIGUERAS, givenName=JOAQUIM, serialNumber=DNES-77907014B, cn=JOAQUIM GALLART FIGUERAS - DNI 77907014B Fecha: 2022.02.17 12:58:14 +01'00'

TUTOR (si extern a l'EPS): Dept: Àrea: Tel: E-mail:	Data i signatura acceptació:
---	------------------------------

CONFIDENCIALITAT

<input type="checkbox"/> Petició de confidencialitat (Cal adjuntar justificació)	Acceptació de confidencialitat: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Data i signatura coordinador:	
--	---	--

ACCEPTACIÓ DEL TEMA PER LA COMISSIÓ DE TREBALL FINAL :

Proposta acceptada: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Data de revisió:	Coordinador d'estudi:
Observacions:		

SEGUIMENT PER ALTRES PROFESSORS

Àrea / Assignatura:	Àrea / Assignatura:
Professor:	Professor:
Tema consulta i comentaris:	Tema consulta i comentaris:
Vistiplau, Data i signatura:	Vistiplau, Data i signatura:
Àrea / Assignatura:	Àrea / Assignatura:
Professor:	Professor:
Tema consulta i comentaris:	Tema consulta i comentaris:
Vistiplau, Data i signatura:	Vistiplau, Data i signatura:

SEGUIMENT DOCUMENTACIÓ (OFICINA TÈCNICA)

Comentaris:	Comentaris:	VALORACIÓ DOCUMENTACIÓ	MOLT BAIX	BAIX	MIG	ALT	MOLT ALT
		Format dels documents i apartats					
		Presentació					
		Correcció en els continguts (text, gràfics, dibuixos...)					
Vistiplau, Data i signatura:	Vistiplau, Data i signatura:	Autorització de la presentació. Data i signatura:					

SEGUIMENT DEL TUTOR

Comentaris:	Comentaris:
Vistiplau, Data i signatura:	Vistiplau, Data i signatura:
Comentaris:	Autorització de la presentació Data i signatura: JOAQUIM GALLART FIGUERAS - DNI 77907014B
Vistiplau, Data i signatura:	Firmado digitalmente por JOAQUIM GALLART FIGUERAS - DNI 77907014B Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, sn=GALLART FIGUERAS, givenName=JOAQUIM, serialNumber=IDCES-77907014B, cn=JOAQUIM GALLART FIGUERAS - DNI 77907014B Fecha: 2022.06.09 13:44:04 +02'00'

Treball dipositat a Secretaria d'estudis el dia:

INFORME DEL TUTOR: (Marqueu la valoració més adient)

	NUL	BAIX	MIG	ALT	MOLT ALT
CAPACITAT DE L'ESTUDIANT					
Iniciativa demostrada					
Organització del treball					
Capacitat de decisió					
Actitud constructiva en el treball					
Assoliment coneixements de l'estudi demostrats					
AVALUACIÓ DEL TREBALL					
Nivell de dificultat del tema					
Assoliment d'objectius					
Correcció de la solució adoptada					
Necessitat de coneixements complementaris					
Recerca d'informació prèvia					
Aprofitament dels recursos disponibles					
DOCUMENTS PRESENTATS					
Estructura dels documents					
Claredat d'exposició de la solució aportada					
Informació completa					
Observacions:					Data i signatura del professor:

VALORACIÓ DEL TRIBUNAL (Marqueu la valoració més adient)

	BAIXA	CORRECTE	MOLT BONA
CONTINGUT DEL DOCUMENT			
Adequació als objectius			
Claredat i estructuració			
Adequació i correcció de la metodologia emprada			
Interpretació dels resultats			
FORMA DEL DOCUMENT			
Presentació del document			
AVALUACIÓ DE LA DEFENSA			
Claredat i correcció en l'exposició			
Demostració de coneixements			
Observacions:			
Convocatòria:		NOTA:	
Data:			
<u>President</u> Nom:	<u>Vocal</u> Nom:	<u>Secretari</u> Nom:	
Signatura:	Signatura:	Signatura:	

INSTRUCCIONS PER LA TRAMITACIÓ DEL TREBALL FINAL DE GRAU

És responsabilitat de l'alumne l'execució de tots i cadascun dels passos, excepte quan s'indiqui el contrari. Per començar el TFG, cal que l'alumne porti a la Secretaria d'estudis la proposta de treball. Per això es complimentarà a ordinador la primera pàgina d'aquest document. En la descripció del projecte a portar a terme caldrà especificar-hi els antecedents (la mínima informació necessària per tal d'entendre l'objecte), l'objecte (què es pretén fer) i l'abast (delimitació de l'àmbit al que fa referència). En cas d'haver de fer correccions proposades per la Comissió de Treball final es presentarà un document nou. En la segona pàgina caldrà marcar la Petició de confidencialitat, si és que la vol demanar, adjuntant al full de projecte una justificació del per què es demana aquesta confidencialitat.

Format dels fulls de treball final de grau

Aquestes quatre pàgines dels fulls de projecte hauran d'anar fotocopiades en un sol full DIN-A3 per ambdues cares, doblegat pel mig de manera que les dimensions finals es corresponguin amb el format DIN-A4. Les firmes han de ser originals, no poden ser fotocopiades

La Comissió de Treball Final autoritzarà el treball. L'alumne podrà recollir el mateix full de seguiment a la Secretaria d'estudis, on se li indicarà si la proposta ha estat aprovada o no. En cas d'haver-hi esmenes en la proposta, aquestes s'indicaran en l'apartat d'observacions i l'alumne haurà de rectificar-les en un full nou en el termini establert, per tal que la Comissió de Treball Final en pugui valorar l'acceptació.

A mesura que l'alumne avança en el projecte/treball, és responsabilitat seva efectuar el seguiment del treball amb el seu tutor i les àrees o professors que li siguin indicades. En cada revisió s'anotaran les observacions i el professor signarà el seguiment un cop verificades aquestes. Si l'alumne fa moltes consultes, se signaran les més significatives.

Si ho considera la Comissió de Treball Final, quan l'alumne té el treball ja força avançat, cal que el professor responsable de l'assignatura d'Oficina Tècnica doni un vistiplau previ a la memòria definitiva. En finalitzar, donarà l'autorització de presentació des d'un vessant documental.

Una vegada completat el treball, el tutor autoritzarà la presentació definitiva per mitjà de la signatura corresponent en el full de TFG. Per fer el dipòsit a la Secretaria d'estudis caldrà el Full de TFG autoritzat.

Cal que signis aquest document i l'entreguis juntament amb el Projecte/treball final de carrera.
Si el teu projecte és confidencial: no has d'entregar aquest document.



Autorització per a la introducció del treball final de Grau o de Màster al dipòsit digital de la Universitat de Girona

Nom i Cognoms de l'autor/a: Albert Pinto Mora

DNI o Passaport: 39414452L

Com a autor i titular dels drets de propietat intel·lectual del projecte titulat:
Metodologia BIM: anàlisi i implementació en projectes arquitectònics

Autoritzo:

Primer.- A la Universitat de Girona (UdG) i a la Comissió de Biblioteques Universitàries de Catalunya (CBUC) a dipositar, reproduir, transformar i comunicar públicament aquest treball al dipòsit digital de la UdG (DUGi) o a qualsevol altre creat amb les finalitats de facilitar la preservació i la difusió de la docència, la recerca i la transferència de coneixement, per un període indefinit i de forma no exclusiva.

Segon.- A la UdG i a la CBUC a realitzar els actes que siguin necessaris per tal d'introduir el treball als esmentats dipòsits. A fi de poder dur a terme l'anterior, l'obra podrà ser objecte de les transformacions escaients respecte al seu format, imatge, aparença o resolució.

Declaro:

Primer.- Que no vulnero cap dret de tercers ja sigui de propietat intel·lectual, industrial, secret comercial o qualsevol altre, en subscriure aquesta autorització, ni en relació al contingut d'aquest treball.

Segon.- Que accepto donar accés des del dipòsit digital al treball mitjançant una llicència Creative Commons "Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya" permeten copiar, distribuir i comunicar públicament l'obra sempre que se'n citi l'autor original i la institució i no se'n faci cap ús comercial ni obra derivada.

L'autor/a:

Girona, 09 d juny de 2022

ALBERT PINTO
MORA - DNI
39414452L
Firmado digitalmente
por ALBERT PINTO
MORA - DNI 39414452L
Fecha: 2022.06.09
16:19:24 +02'00'

D'acord amb allò que disposa la Llei orgànica 15/1999, de 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal, per la present s'atorga consentiment per tal que les dades personals que es consignen en aquesta autorització siguin tractades amb l'única finalitat de dur a terme la comunicació i reproducció autoritzades. A aquests efectes, l'autor declara haver estat informat dels drets recollits en l'article 5 de la citada Llei.