



**Universitat de les
Illes Balears**

**AIXECAMENT DE PLÀNOLS, MODELAT I MAQUETACIÓ
D'UN EDIFICI SINGULAR UBICAT A PALMA**

NOM DE L'AUTOR: ***RAFEL ROSSELLÓ LUPIÁÑEZ***

DNI AUTOR: ***43185369-V***

NOM DEL TUTOR: ***GABRIEL ANTONIO HORRACH SASTRE***

Memòria del Treball de Fi de Grau

Estudi de Grau d'Edificació

UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS

Curs Acadèmic 2018/2019

Taula de contingut

1. Resum.....	2
2. Introducció	3
3. Objectius	3
4. Antecedents	4
5. Aixecament arquitectònic	6
5.1 Procediment de l'aixecament	11
5.2 Processat d'informació i transformació digital	12
6. Impressió 3D.....	15
6.1 Procediment de l'impressió	18
6.2 Post processat	24
7. Resultats i discussió.....	26
8. Conclusions	28
9. Apèndix.....	29
I. Croquis	29
II. Núvol de punts	31
III. Transformació fotogrametria.....	32
IV. Plànols del palau de Congressos i hotel	37
01 – Situació i Emplaçament	38
02 – Planta baixa i Planta primera.....	39
03 – Planta segona i Planta tercera.....	40
04 – Planta quarta i Planta coberta Palau de Congressos.....	41
05 – Alçats	42
V. Imatges renderitzades.....	43
VI. Errors de impressió	45
VII. Maqueta 3D.....	48
10. Referències bibliogràfiques.....	50

1. Resum

La idea principal del treball, és l'aixecament de plànols, modelat i maquetació d'un edifici singular ubicat a Palma.

L'edificació de la qual es pretén realitzar l'aixecament, és el nou Palau de Congressos, inaugurat l'abril del 2017, juntament amb l'hotel adherit denominat Melià Palma Bay.

Per a dur-ho a terme, s'ha realitzat un aixecament amb distintes tècniques des de tècnica rudimentària tradicional del flexòmetre i croquis, com tècniques més actuals com poden ser la fotogrametria o bé l'aixecament amb núvol de punts obtingut amb una estació total.

El processat de la informació recopilada, es realitza digitalment, amb MDT per a obtenir el núvol de punt, i posteriorment, procedir a la importació d'aquests núvols al Revit, per poder realitzar el modelat complet de l'edifici es qüestió.

Una vegada obtingut el model 3D de l'edifici, es procedeix a exportar-ho a format g-code, per a poder procedir a la maquetació amb impressora 3D.

Encara que la idea principal de l'aixecament amb noves tecnologies pareix la mes efectiva, es comprova que encara es requereix d'aparells de mesura rudimentaris per aquelles zones on aquests aparells innovadors no són capaços d'arribar, o bé, la gran despesa que suposen alguns aparells, degut a tota la tecnologia que porten, però no son vàlids per a emprarlos per a aixecaments de grans dimensions, com és el cas d'aquest edifici.

Per altre banda, per a la realització de la maquetació i tenint en compte l'escala d'impressió, s'obtenen un total de 35 peces, on la peça que disposa de menys temps d'impressió es de 3 hores, per tant, amb el còmput total de més de 7 dies funcionant la màquina a màxim rendiment. Per això i a mesura que han anat avançant les peces, es pot concloure, que per a edificis simples i de baixa dificultat estructural, és una bona solució per a comprovar la volumetria de la que disposa, però per a grans formats, és un treball complicat i per al qual es realitzen a part de les hores de l'aixecament i conversió digital, un temps molt elevat i una precisió ineficient.

2. Introducció

A dia d'avui, les noves tecnologies i materials estan en constant evolució, i com no pot ser menys, l'arquitectura i el món de la construcció formen part d'aquesta revolució tecnològica, on cada dia apareixen noves aplicacions en aquest camp.

Entre les noves tècniques tecnològiques per a aixecaments podem trobar l'estació total, el GPS, la fotogrametria i l'escàner 3D, on han tingut una gran evolució des dels seus inicis. Encara que als seus inicis, eren emprats per militars, s'han estès fins arribar a tot tipus d'usuaris.

El mòbils ja des de fa uns anys, disposen localització GPS, podent identificar el lloc on es troba l'aparell amb una precisió de metres. Quan parlem del GPS per a construcció, aquest error de metres es inadmissible, per tant, s'empren aparells específics amb una tolerància de mil·límetres.

Aprofitant aquesta tecnologia, i per tal de ajudar amb un aixecament arquitectònic d'un edifici emblemàtic del segle XXI de Palma, com és el Palau de Congressos de Palma i l'Hotel Melià Palma Bay, on la seva forma i composició es considera irregular fent que l'aixecament amb mètodes tradicionals dificulti el procés d'aixecament.

Es pretén comprovar com ajuda l'aplicació d'aquestes noves tecnologies, així com l'estudi d'inconvenients que suposa l'aixecament realitzat amb aquests mètodes.

Per altre banda, la maquetació ha evolucionat de manera considerable des de els seus inicis, degut a que de cada vegada els client requereixen una previsualització del que desitgen, i encara que la modelat digital ha evolucionat, molts opten per obtenir-ho de manera física, sent mes visual i palpable.

Per tant, l'evolució de la maquetació ha evolucionat, on un principi s'emprava el paper cartó o bé fusta de bassa, ara es poden trobar una carta més extensa de materials. Aquesta evolució també és palpable amb la manera a realitzar-ho, degut a que amb l'actualitat es poden trobar aparells d'impressió 3D. Aquesta tecnologia d'impressió 3D, que permet l'obtenció de maquetes reals a partir de dades d'un model virtual 3D, ha revolucionat aquest mon del maquetisme, degut a que es pot obtenir un model final en hores en comptes de setmanes.

Encara que aquest tipus de maquetació és la mes innovadora, es vol comprovar si sols hem de considerar que aquest tipus d'impressions són similars a la de una impressora normal, on donant a *Imprimir* s'obté la peça desitjada, o requereix de un nivell més avançat de coneixements per a poder obtenir el resultat final que es desitja.

3. Objectius

Els objectius proposats son:

- Aixecament d'edifici existent
- Aplicació i estudi d'inconvenients de les noves tecnologies en la realització de l'estat actual d'un edifici existent.
- Maquetació amb impressora 3D

4. Antecedents

Al 2006, gràcies a la col·laboració de l'Ajuntament de Palma i el Govern de les Illes Balears, es varen unir els esforços per a l'ambiciosa iniciativa que era la construcció d'un Palau de Congressos a Palma.

Aquesta necessitat neix degut a disposar d'un recinte apropiat per acollir el creixement de la demanda d'espai per a l'organització de convencions i congressos en una capital turística.

Es va realitzar un concurs per a la presentació de projectes, on va ser seleccionat l'avantprojecte de l'arquitecte navarrès, Francisco Mangado. Arquitecte de gran prestigi i amb una estela d'obres al seu camí com el Palau de Congressos de Navarra, Museu Arqueològic de Vitòria o una biblioteca Kansai-Kan a Japó.

Les obres de l'ambiciós projecte arranquen al maig del 2008 amb la constructora Acciona, i amb un termini esperat de finalització de la construcció al 2011.

Per primera vegada, en Juny del 2009, la companyia Barceló ordena a Acciona la paralització de les obres, durant un termini temporal de dos mesos, per a poder solucionar problemes jurídics, deguts al canvi en la distribució que s'ha realitzat al projecte de l'hotel.

Al desembre del 2010, l'Ajuntament de Palma avalen un crèdit de 30 milions d'euros per a poder acabar les obres del Palau de Congressos. Això fa que al setembre de l'any següent, Acciona retorni a les obres.

Però una vegada més, per disputes econòmiques, al setembre del 2012 es veuen paralitzades les obres i no es fins al Juliol del 2014 que es tornen a reanudar les obres degut a que el Govern va assumir els 36 milions d'euros necessaris per a acabar les instal·lacions i la qual amb un plaç màxim d'un any hauria d'estar operatiu per a poder acollir esdeveniments.

Al novembre de l'any 2015, Acciona anuncia una suspensió temporal de l'execució de les obres, el qual implica un nou retràs amb l'entrega de l'edificació, causant un retràs mínim de 6 mesos més.

Finalment al febrer del 2016, es donen per acabats les obres, i Cort s'encarrega de rebre l'obra definitiva del Palau de Congressos el 29 de març. Encara que l'apertura de portes del Palau de Congressos no es realitzarà fins l'1 d'abril de l'any següent, 2017.



Museu Arqueològic de Vitòria



Palau de Congressos i Hotel de Palma

Aquesta nova edificació del segle XXI, es considera com un disseny modern i d'una gran adaptabilitat a tot tipus d'esdeveniments. Destacable per la seva ubicació front la mar, creant una atmosfera única amb grans vidrieres per a oferir llum interior i reflecteixi el mar des de l'exterior.

Segons Francisco Mangado explica a la seva pàgina web,

“Aquesta solució adoptada es defineix com a dos traços de muralla desposseïts de la seva densitat física però dotats de intensitat funcional i significació arquitectònica. Un traçat orientat al nord, te els serveis d'ajut als usos principals, com també accessos de subministra i personal. En canvi, l'altre traçat més important, és orientat al Sud i al mar, sent una façana profunda, façana-espai constituïda per un dens entramat vertical que rememora la densitat de les muralles de quatre metres de profunditat, evita la il·luminació directa a l'interior, però permet ubicar escales, que mentre es pugen o es baixen deixen mirar l'horitzó marítim. Els elements de comunicació es manifesten a l'exterior, com a grans pantalles de vidre incrustades al conjunt de la trama.

Per altre banda, la materialització de tot el conjunt vol emprar la llum de Palma per a crear un sistema de reflexos i ombres marcades, però també vol configurar una idea de “gran peix” dormint, varat a la vora del mar, de formes i geometries definides però de transit suau, que ve a explicar la geometria continua de la pròpia coberta, nomes buida en el jardí penjant del restaurant, que apareix com a un gran mirador amb vistes directes a la mar i sobre el bulevard coster”.

5. Aixecament arquitectònic

Un aixecament arquitectònic pot ser definit com aquell procés de presa de mesures d'un espai i la transcripció a paper del que s'obté d'aquestes mesures.

Per a poder definir les dimensions d'un espai, és indispensable realitzar un aixecament. Es té en compte que la majoria de projectes edificatius i tècniques constructives convencionals empen formes ortogonals i angles rectes, facilitant el procés per a realitzar l'aixecament.

Tenint en compte que les edificacions s'han tornat ja no sols un recinte habitable, sinó també una combinació de dissenys i extravagància, es troben geometries irregulars dificultant la facilitat dels aixecaments.

Per això, a l'actualitat, gràcies al avanços tecnològics, es realitzen la combinació de diferents tècniques per a poder obtenir el resultat desitjat.

- ***Presa de mesures amb flexòmetre o cinta***

Operació consistent amb la presa de mesures mitjançant instrumental no electrònic, sent l'aixecament arquitectònic més emprat fins a l'entrada del segle XXI. Es realitza amb flexòmetre o be amb cinta mètrica, encara que aquets instruments son substituïts per el mediador làser, per a poder obtenir i plasmar la realitat a l'escala desitjada.

En aquest cas, és necessari prèviament realitzar un croquis de tota la superfície, detallant angles i els detalls més genèrics.

Ideal per a aixecaments d'àrees relativament petites, però disposen de un gran còmput de inconvenients, entre ells, que els angles inferiors a 30º o superiors a 120º dificulten la presa de mesures, també s'han d'evitar canvis de pendent, obstacles i també decoració o vegetació.

- ***Estació total***

Una estació total es tracta de un aparell electrò-òptic, on el seu funcionament és bàsicament en tecnologia electrònica, encarregat de mesurar angles, distàncies i nivells de forma senzilla.

Disposa de un microprocessador per a poder processar diferents dades com una calculadora, un distanciómetre o "trackeador" (és un seguidor de trajectòria), juntament amb una pantalla alfanumèrica de cristall líquid (LCD). Hi ha la possibilitat de transformar la informació obtinguda en format electrònic, per a posteriorment poder processar-la amb ordinador.

Una de les avantatges que disposa aquest instrument és evitar l'ús mes materials, ja que amb l'estació total pot suplir totes les eines. El seu error del que disposa mil·límetres en grans distàncies, degut a que pot obtenir llargues longituds amb l'utilització de diferents prismes fins a 2-5 kilòmetres.

L'inconvenient que suposa és degut a l'error associat a l'estacionament degut als tres eixos, sent el de verticalitat i el de col·limació e inclinació de l'eix secundari.

Hi ha diferents tipus d'estacions totals, segons l'evolució de la seva tecnologia:

- *Convencional*

És la coneguda com estació electrònica, sent la primera evolució del Teodolit, on es va incorporar una pantalla electrònica, però es essencial la presència d'un prisma reflectant per a obtenir les dades.



Estació total marca Leica TC 705

- *Amb GPS*



Estació total amb GPS integrat marca LEICA TPS1200 amb SmartStation

Estació electrònica amb posicionament geogràfic. Disposa de facilitat en el seu maneig degut a que una vegada estacionat no es necessari la presència d'una altre persona que s'encarregui d'emprar el prisma.

Un dels seus avantatges, és que es poden emprar en vehicles en moviment, també en condicions climatològiques adverses fins i tot de vespre. Per altre banda, no és necessària un línia de visió directa per determinar les coordenades.

Un dels grans inconvenients, es que no funcionen en interior, ni davall una cobertura d'arbres molt densa. A diferència de les altres tipus d'estacions totals, la precisió de l'estació total GPS és al voltant d'1 cm.

- *Robòtica*

També anomenada Estació Robòtica Total (RTS) és la més adient per a mesurar grans distàncies amb una gran precisió a mesura que realitza una captació d'imatges. Permet al controlador robòtic, transmetre la vista de l'estació total a un topògraf a un punt remot, pot realitzar les mesures i canviar l'objectiu sense retornar a l'estació total.

A favor, és que disposa de un pes molt reduït, el que indueix a un maneig més pràctic i disposa de una gran resistència, sent idònia per a l'utilització en obres.



Estació total robòtica marca Topcon DS105AC

- **Fotogrametria**

L'aixecament mitjançant fotogrametria, es defineix com una tècnica en el qual el seu objectiu és estudiar i definir amb precisió la forma i posició en l'espai d'un objecte, emprant mesures fetes sobre una o varies fotografies d'un objecte.

Per tant, consisteix en la captura de imatges i la presa de mesures generals o parcials d'algun objecte que hi apareix, per a posteriori poder processar amb un software on s'encarrega de orientar i escalar amb les mesures de referència que es disposen.

Disposa un gran avantatge, degut a que el treball de camp es redueix considerablement, ja que sols s'han de prendre diverses fotografies i algunes mesures. Les diferents fotografies han de disposar suficient solapament per a poder identificar els punts claus i crear el solapament entre imatges.

L'inconvenient es troba quan es tracta d'elements en voladís, on no es poden diferenciar les diferents profunditats i degut a la perspectiva es crea una imatge distorsionada. També s'ha de tenir en compte que la unió de diferents fotografies disposa de diferents punts considerants discontinuïtats.



Aixecament fotogramètric emprant Homògraf per Autocad de Façana de Can Casasayas (Palma de Mallorca)

- **Aixecament amb sistema de posició global (GPS)**

Aquests sistema, ve donat per unes senyals transmeses per un sistema de posicionament global, mitjançant una xarxa de satèl·lits orbitals al voltant de la terra en punts fixats, per a poder permetre a l'usuari identificar la seva posició exacta, velocitat i temps en qualsevol part del planeta.

El sistema es descompon en tres segments bàsics; segment espai (24 satèl·lits orbitals de 26560 km de radi i període de 12 hores), segment control (5 estacions monitoritzades per a controlar els satèl·lits) i un segment usuari (antenes i receptors passius situat a la terra).

Per al sistema d'aixecament GPS, s'empren quatre senyals per al càlcul de posicionament en tres dimensions i ajust de rellotge del receptor.

Per a aconseguir el posicionament es fa mitjançant al menys tres satèl·lits, realitzat el que es denomina la triangulació, determinant la posició de l'aparell en l'espai. Repetint el procés per a cadascun dels punts, es pot elaborar una xarxa de punt, de la qual mitjançant un programa informàtic, pot ser processada la informació.

Es un sistema molt avançat amb una precisió de mil·límetre, també s'ha de tenir en compte que es un mètode ràpid, fiable i que redueix costos. Però disposa de un inconvenient que són els grans obstacles que es poden trobar a causa de la geometria de l'entorn, fent que els diferents satèl·lits no siguin visibles. S'ha de tenir en compte que també és poc usual emprar-lo en interiors, degut a la poca senyal que arriba.



GPS marca LEICA VIVA GNSS GS08

- **Escàner làser 3D**

és una de les tècniques més avançades, que s'encarrega mitjançant una tècnica fotogramètrica amb la creació de imatges en 2D, poder convertir a un model 3D.

El seu mètode consisteix en l'utilització d'un emissor de raig làser per poder determinar la posició de punts d'un objecte a l'espai. La diferència entre el temps de resposta de l'emissió i la reflexió del raig làser sobre l'objecte a l'origen de l'instrument, ens fa permetre establir una distància i posició del punt d'escaneig, creant un núvol de punts.

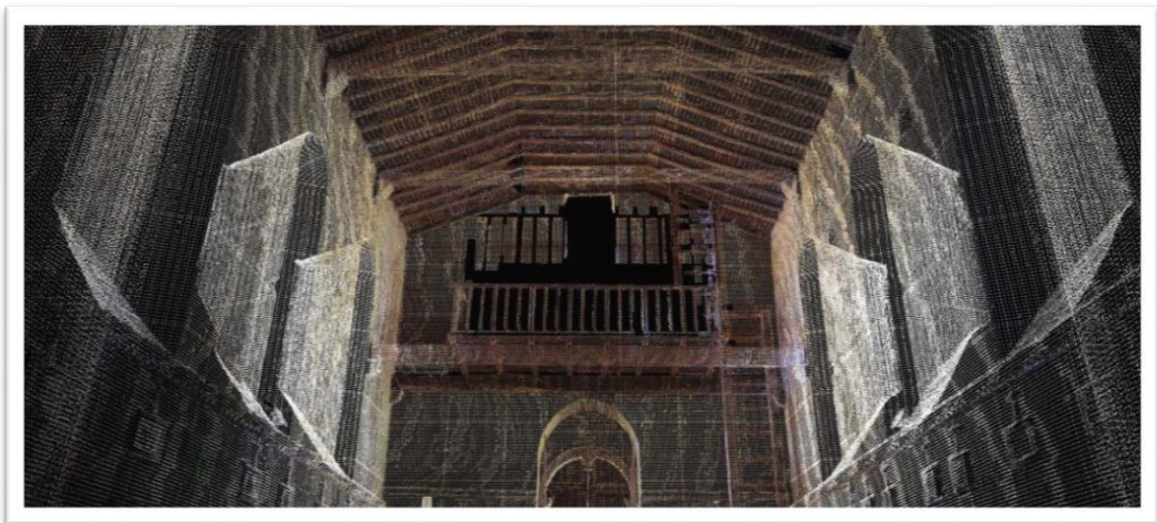
Considerada com una de les tècniques més precises degut a que és capaç de generar el model complet d'una gran edificació amb un error inferior a 1 cm, i atenent que no es necessita cap operari en el moment que realitza la feina, per exemple amb el model exposat, disposa'm d'una precisió de 4 mm.



Exemple escàner Làser 3D de Leica ScanStation 3D C10

Però disposa d'un inconvenient, degut al model que genera d'un núvol de punts, ocupa molt d'espai i fa que la seva manipulació es compliqui, debut a la quantitat d'informació geogràfica que inclou i a l'habilitat i coneixements d'eines 3D requerides per al seu modelat.

Altre inconvenient a la presa de dades, és quan es troba amb obstruccions que impedeixen la captura total del model, tenint que realitzar diferents preses de dades en diferents posicions, per a posteriori, superposar-les. També sumat a l'inconvenient de la limitació del camps visual del que disposa, condicionat pel model utilitzat, per exemple per al model indicat disposa de una distancia màxima de lectura de 300 metres.



Aixecament amb escanejat Làser de Església de Vilar de Dones, obtingut de <https://imasgal.com>

5.1 Procediment de l'aixecament

Abans de l'assistència presencial al Palau de Congressos per a procedir amb l'aixecament mitjançant estació total, es va procedir a realitzar un croquis general amb les plantes obtingudes a la pàgina oficial del Palau de Congressos.

El croquis realitzat es va centrar amb la planta general de l'estructura, per a posteriori, poder anotar-hi detalls i altra informació rellevant per l'aixecament. Els croquis són adjuntats a l'Apèndix I.

Es va procedir a la visita de camp, per a començar l'aixecament. Es va optar per realitzar un procediment mixt, en el qual es va emprar:

- Flexòmetre
- Càmera Canon 500SD
- Distanciòmetre làser de la marca Leica
- Estació total marca Leica TC 705
- Llibreta amb els croquis
- Retoladors per a indicar les diferents bases.

Es realitzà un estudi de l'entorn, per a la distribució de les estacions, per a l'obtenció completa del perímetre, creant un envoltant tancat, per a la comprovació d'errors que es puguin acumular al llarg de la presa de mesures.

Primer es disposa l'estacionament de l'equip d'estació total de la marca Leica TC 705, al punt 6001. Per a un correcte funcionament, és necessari orientar a dos punts, normalment altres punts d'estacionament, per si l'equip es desplaça, es pugui tornar a emplaçar a la coordenada exacta.

Realitzat l'estacionament, es procedeix a la captació de punts mitjançant el distanciòmetre làser que duu incorporat l'estació total, a excepció dels punts on és difícil la diferenciació del contorn, que s'emprarà el prisma, on s'ha de canviar el tipus de lectura de l'equip, de distanciòmetre làser a infrarojos, també tenint en compte que s'ha de especificar l'altura amb la qual es realitza la captació.

Per a mesures amb les quals no es pot realitzar amb l'estació total, es realitzen mitjançant el flexòmetre si es tracta de mesures petites, o bé amb el distanciòmetre làser per a distàncies més llargues. També es recopilen varies altures, per a posteriori, poder processar les imatges fotogramètriques, i per altra banda, obtenir amb més exactitud cada una de les plantes.

Una vegada realitzat tot l'aixecament, es recomprova que no s'han oblidats punts, per a poder realitzar tot el Palau i l'Hotel a ordinador.

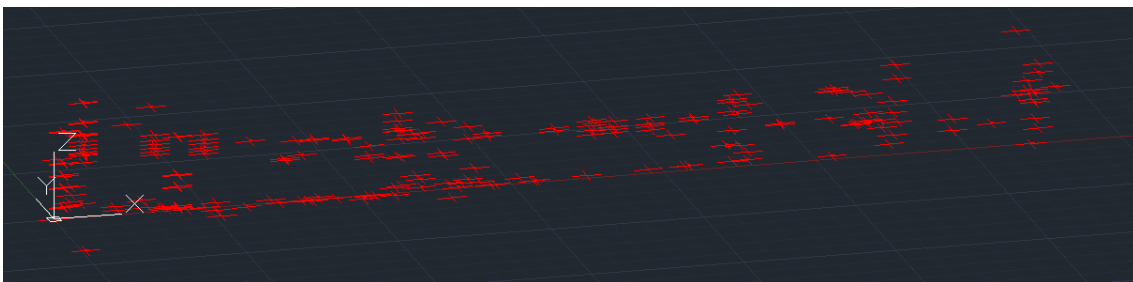
Per altra banda, i aprofitant la visita, es realitzen fotografies amb la càmera Canon 500SD, per a poder transformar i realitzar l'aixecament fotogramètric. Per això, es configura els paràmetres de la càmera, per tal de que la resolució sigui la millor possible, per tant, es realitzen les imatges amb ISO 100, amb una distància focal de entre 20 i 24 mm, aconseguint distorsionar la imatge en la menor mesura, degut a que per a distàncies més elevades, en aquest cas particular, arriba fins als 84 mm.

5.2 Processat d'informació i transformació digital

Per a començar la transformació digital de l'aixecament, primer es procedeix a importar el núvol de punts de l'estació total.

Aquest model d'estació total no disposa de ranura d'exportació USB, per tal, s'ha d'emprar un adaptador per a connectar l'estació amb l'ordinador.

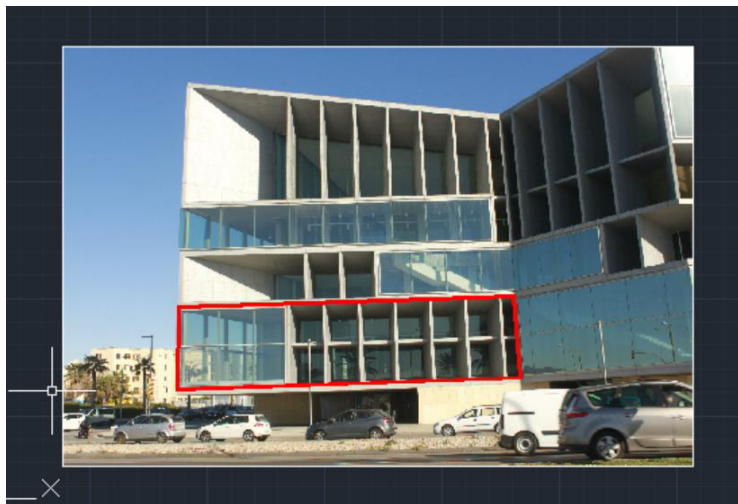
Una vegada connectada l'estació total a l'ordinador, es procedeix a importar el núvol de punts, per això s'empra el MDT. Es procedeix a importar els punts amb extensió .pts, i els transforma a arxiu Ascii. Una vegada realitzada la importació, es procedeix a guardar amb arxiu .dwg. Per tant, des de l'autocad es procedeix a obrir l'arxiu i al col·locar la vista 3D es pot observar el núvol de punts.



Cadascun dels punts, disposa de 3 coordenades: l'eix X, l'eix Y i l'eix Z (Cota). Aquestes mesures són relatives al nostre aixecament, encara que si es requerís un georreferenciat, es podria realitzar 3 lectures amb un GPS i recol·locar el núvol de punts, sobre aquestes 3 noves coordenades amb geolocalització.

Per a continuar amb l'aixecament digital, es realitza una nova obra al Revit, i a posteriori s'importa el dwg del núvol de punts. Sobre aquests nous punts i tenint de guia el croquis, es comença a realitzar l'aixecament. Les altures es tenen en compte les mesures amb el distànciòmetre laser.

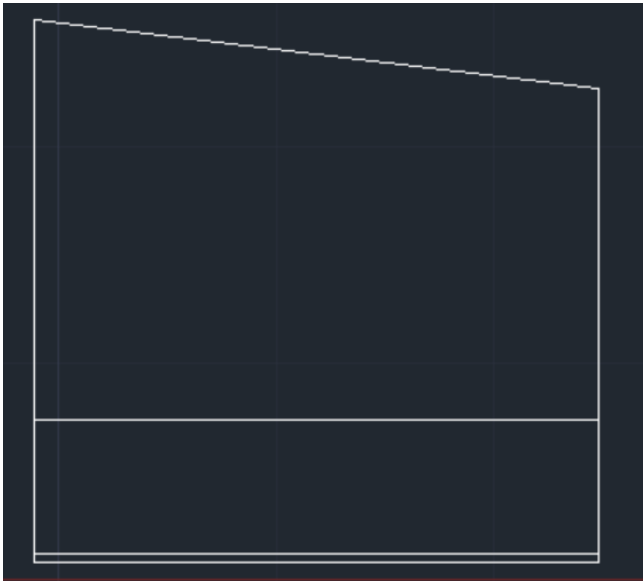
Per altre banda, es realitza la fotogrametria de les façanes, per a les quals, es necessita una longitud i una altura. Primer s'importa la imatge a l'Autocad i es requereix la importació de l'aplicació de l'*Homograf*. Una vegada escalada la imatge amb dimensions similars a les reals, es procedeix a realitzar una línia sobre les dades de les quals es disposen, en el cas de l'exemple, es disposa l'altura entre plantes i l'amplada de la façana, gràcies al núvol de punts.



També es dibuixa un rectangle, en aquest cas amb angles de 90°, al costat i amb les dimensions d'altura i amplada de les que disposa'm.

Per a continuar, s'empra l'extensió Def4P, que realitza una transformació de 4 punts donats sobre 4 punts de referència, en aquest cas; A, B, C i D, són els punts dels extrems de la imatge de l'exemple, per a posteriori, i amb el mateix ordre, procedir a marcar al rectangle dibuixat al costat, els punts: A', B', C' i D'.

Una vegada disposada d'aquesta relació, procedim a dibuixar el contorn de la imatge a transformar. Amb el comando Transforma, es converteix aquest contorn, a la verdadera magnitud que estam cercant. D'aquí obtenim una silueta del contorn que es requerirà per a continuar amb el processat.



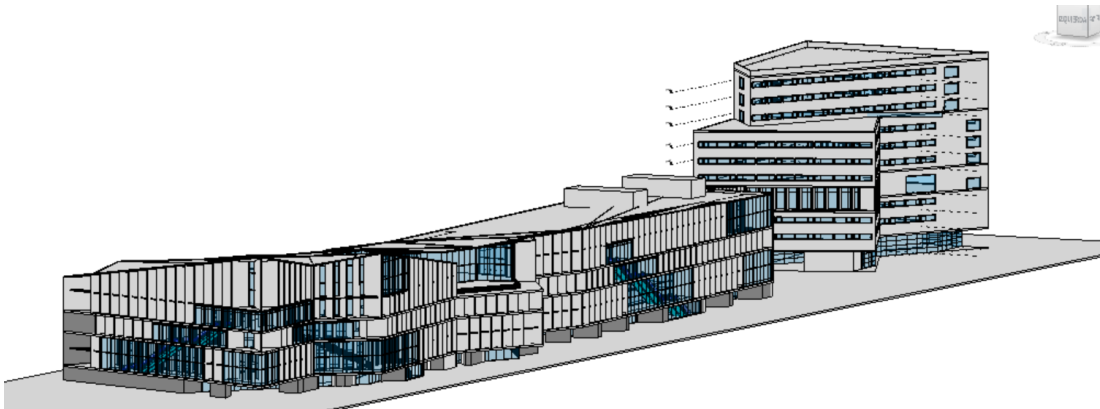
Per a continuar, es requereix de un programa de retoc d'imatge, com poden ser Photoshop o bé el Gimp. El Gimp, al tractar-se d'un programa gratuït, es realitzarà la transformació amb aquest programa.

Primer es procedeix a obrir ambdues imatges, la imatge original i la del contorn. Es col·loca una imatge sobre l'altre, arrossegant-la amb el ratolí. Es continua posant un 50% de transparència a la imatge original, per a poder observar el solapament entre ambdues. Amb transformació lliure, es va estirant les puntes, per tal de ajustar la imatge original sobre la imatge de contorn.



Per finalitzar, es torna a importar la imatge a l'Autocad, on s'escala amb les mesures originals, i es disposa de la imatge per a mesurar. De la imatge es poden obtenir altures, amplades de costelles, altura de diferents punts de la coberta, o qualsevol altre dada necessària per a la realització de l'aixecament.

Una vegada seguit tot el procedim, obtenim l'aixecament del Palau de Congressos, de l'Hotel i del pont que uneix ambdós.



Amb l'aixecament digital, es procedeix a crear un renderitzats mitjançant el programa 3ds Max. Una vegada importat l'arxiu, es procedeix a incloure els materials, el fons i també la il·luminació exterior, obtenint un resultats molts similars als originals.

6. Impressió 3D

La impressió 3D ha implicat una reinvençió de qualsevol mètode per a induir aquest procés, ja que aquest procés indueix a la creació de peces o maquetes que abans d'aquesta tecnologia disposaven de una difícil o casi impossible execució.

El procés de fusió que emprava aquest tipus d'impressió, es crea mitjançant l'alimentació amb un filament, que freqüentment sol ser de ABS o de PLA, que passa per un extrusor que s'encarrega de fondre-ho i depositar en capes, seguint un recorregut amb forma que te l'objecte per a cada altura.

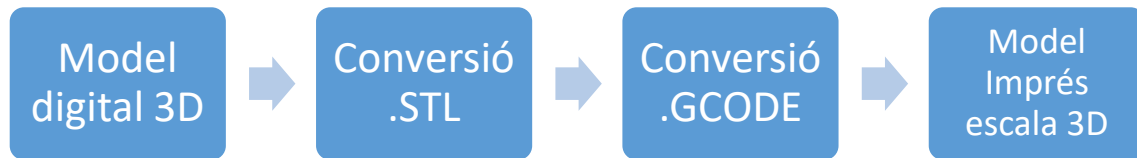
Encara que els filaments més emprats són els ABS o els PLA, es disposa d'un gran tipus de filaments al mercat:

- **Filament PLA:** També denominat Poliàcid Làctic, i es d'origen natural, compost principalment per matèria prima de blat de moro i es biodegradable. No necessita llit calent i la temperatura d'extrusió és de uns 200°C.
- **Filament ABS:** Amb nom científic de Acrilonitril Butadiè Estirè, és més resistent i robust que l'anterior. Es necessita la utilització d'un llit calent entre 60-80°C i l'extrusor necessita una temperatura de 235°C.
- **Filament Flexible:** Estan compostos a base d'elastòmers que confereixen elasticitat. No requereixen llit calent i disposen de diferent rang de temperatura segons el tipus i fabricant.
- **Filament de Fibra de carbono:** Als anteriors, se'ls aplica petites partícules de fibra de carbono per a aconseguir millor duresa i resistència.
- **Filament PET:** Tereftalat de Polietilè, és un plàstic inodor i transparent, que perd aquestes propietats una vegada s'aplica fred o calor. L'inconvenient és que és higroscòpic, és a dir absorbeix l'humitat de l'ambient.
- **Filament PETG:** Varietat del PET quan se li afegeix Glicol, que aporta major transparència. Ideal per al modelat en fred.
- **Filament de Nylon:** Filament compost per nylon, que dona possibilitat a la reversió del procés, tornant a fondre la peça. Es dificulta l'impressió degut a que necessita una temperatura alta de 250°C i un llit calent mínim de 80°C.
- **Filament Laywood:** És un filament compost de fusta reciclada a la qual se li afegeix un polímer d'unió. L'aparença és la de fusta. La seva utilització és similar a la de ABS i PLA.



Filament Laywood

S'ha de tenir en compte que per aquest mètode, la informació requereix de un processat per a transformar i definir un model 3D que sigui capaç de ser interpretat per a la impressora.



Des de el processat de l'aixecament mitjançant el Revit, i degut a que no disposa de *plugin* per a la conversió a *.stl*, es converteix a *.dwg* per a posterior convertir aquest arxiu a *.stl*.

Quan es disposa de l'arxiu *.stl*, es procedeix mitjançant a un programa de interpretació de llenguatge de programació, com poden ser *SLIC3R* o be el *CURA*, es defineix el *G-Code*, que es el llenguatge que requereix una impressora 3D per a poder representar el model digital tridimensional a un model imprès a l'escala desitjada.

La aplicació *CURA*, entre d'altres, s'encarrega de definir els paràmetres que son necessaris per a realitzar el càlcul de les trajectòries que definiran l'objecte i l'impressió.

L'impressió es duu a terme mitjançant una descomposició del disseny en capes de 2 dimensions, aquest procés es denomina *Laminar*.

Els atributs a tenir en compte, es poden definir per diferents paràmetres:

- **Qualitat**

Es defineix la precisió amb la qual es detallaran les impressions, degut a que es descriuen les mesures de referència, en horitzontal i vertical, de les diferents parts de les peces.

- **Espessor de capa (mm):** Determina l'espessor de les capes exteriors de l'objecte, tenint en compte que es disposen de filaments de filtres de 0,20, 0,40 i 0,80 mm.
- **Altura de capa (mm):** Mesura que defineix la mesura en Z de cada capa. Afecta inversament al temps que tarda i la qualitat del resultat. Aquesta altura s'ha de tenir en compte que es màxim un 80% de l'espessor de capa, per tant, per un filament 0,4 mm, s'obté una altura màxima per filada de 0,32 mm.

- **Omplir**

- **Espessor de tapa o base (mm):** es defineix l'espessor de les cares que tapen l'horitzontal de la peça, tant la part superior com l'inferior. És recomanable un valor entre 4 i 5 vegades l'altura de capa.
- **Densitat de farciment (%):** el percentatge de farcit va en funció del massissat que és necessari per a la creació de l'estructura dels panells interiors de la peça i per a estalviar material. Els valors més emprats és del 100% quan es necessita una peça completament massissa, el 50% per a alleugerar elements, i el 0%, també denominat *Infill*, per a peces completament buides al seu interior.

- **Velocitat i temperatura**

- **Velocitat d'impressió (mm/s):** És la velocitat en la que es mou el capçal que suporta l'extrusor. La velocitat mitja més emprada, degut al resultat qualitat/rapidesa d'impressió, és de 50 mm/s.
- **Temperatura d'impressió (°C):** És relativa al material emprat, i depèn del tipus de material (ABS, PLA, etc), del lot específic (tipus de color de la tinta) i la temperatura màxima que suporta l'extrusor, que pot arribar a suportar 250°C de temperatura treball i 300°C de temperatura màxima.
- **Temperatura del llit calent (°C):** És la temperatura mitja que disposa del llit on es col·loca la base de la peça, per a aconseguir una bona adherència i evitar lliscaments. Aquesta temperatura mitja, sol rondar els 90°C, combinada amb una laca de adherència.

- **Suport**

Quan es tracta de parts de l'element que no disposa de sustentació vertical, i per tant de impedir la seva caiguda, es poden generar suports. Aquests suports, son necessaris per a suportar la peça, però accessibles i fàcils de retirar. S'ha de tenir en compte que el material pot suportar un màxim de 45° de inclinació, a partir d'aquest angle, és necessari la incorporació de suports.

- **Tipus de suport:** es diferencien dos tipus de suports, els que són estructures auxiliars que suporten les peces que excedeixen de l'angle d'inclinació màxim configurat (*Everywhere*) o bé aquells suports que toquen a la base i no entre la plataforma de la peça (*Toucing buildplate*).
- **Plataforma de adherència:** per a evitar el corbament dels extrems de les peces al refredar-se, s'empra una laca adhesiva i calor al llit de la plataforma (llit calent).

- **Filament**

- **Diàmetre (mm):** Es determina amb el grossor màxim del filament emprat per a imprimir, i es considera un valor inferior al diàmetre nominal del filament, per garantir un omplert més compacte.
- **Flux de material (%):** És la quantitat de material que surt per el filtre per a la impressió, i encara que normalment és del 100%, es permet configurar aquest paràmetre per a compensar possibles desviacions.

Després, es necessita un post-processat quan s'endureix el material donant-li consistència i l'acabat necessari per a un resultat òptim.

També s'ha de tenir en compte el grau de realisme que es vol obtenir en relació a l'escala emprada, degut a que delimitarà l'amplada mínima que han de disposar els elements per a poder representar-se.

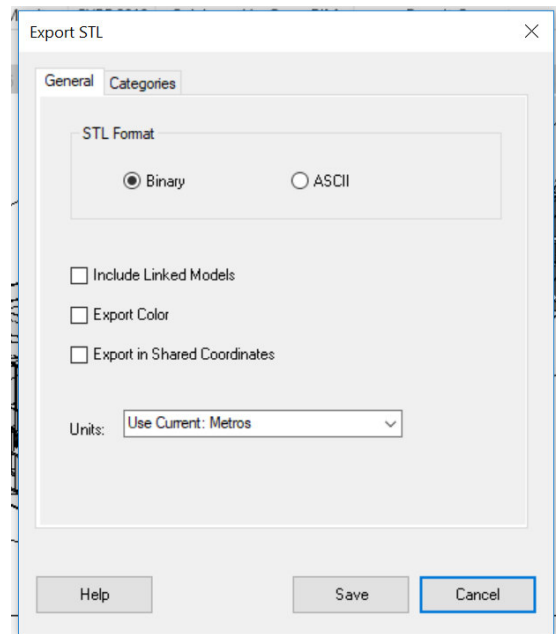
Un grau de realisme 100%, seria la definició de tots els detalls al màxim, però tenint en compte que es disposa de un filtre de 0,40 mm i una escala de 1/100, l'objecte d'espessor menor a 4 cm, no podran ser representats, degut a que el filament no disposa de un espessor de capa inferior. En canvi, si l'escala emprada es de 1/200, els objectes menor de 8 cm, no podran ser representats.

6.1 Procediment de l'impressió

Una vegada que disposa'm de l'aixecament amb un programa BIM, en aquest cas s'ha emprat el REVIT, es procedeix a exportar l'arxiu en format STL. Per poder realitzar-ho s'ha d'emprar una extensió denominada *STL Exporter for Revit*, de la mateixa marca Autodesk.

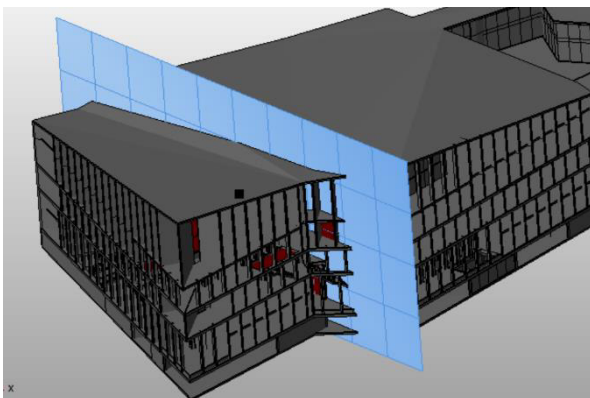
Per a realitzar l'exportació, s'ha de configurar la nova finestra que hi apareix:

- **General:** es selecciona el format STL desitjat, en aquest cas, es necessari el format *Binary*, encara que per altres aplicacions, es pot emprar el format *ASCII*. Per altre banda, s'han de definir les unitat amb les quals s'ha representat l'aixecament, en aquest cas, metres.
- **Categories:** Es poden seleccionar totes les categories que es volen o no es volen exportar, en aquest cas, es deseleccionen els murs cortina, degut a que l'espessor dels rails son inferiors a 8 cm i els vidres es col·locaran a posteriori.



Obtingut *STL*, és procedeix a descomposar l'aixecament en diferents peces, per a poder complir amb la base d'impressió de la qual disposa'm. Per això, es requereix un programa que s'encarrega de realitzar talls a l'arxiu STL. Emprarem *Netfabb Studio Basic 4.9*, que és un programa gratuït que es pot obtenir fàcilment per internet.

Es pot obrir l'arxiu en format *stl*, i es situa sobre el centre de la peça. En aquest cas, és necessari moure la peça a les coordenades (0,0,0) per a poder assegurar que els talls es realitzin al lloc oportú.



Per això es realitza l'estudi dels llocs en que es volen realitzar els talls, per tal de que la peça pugui ser realitzada sobre la base d'impressió, que encara que es de 30 x 30 x 40 cm, a l'eix X e Y disposa'm de una plataforma d'adherència (*Brim*) que es de 1 cm d'espessor.

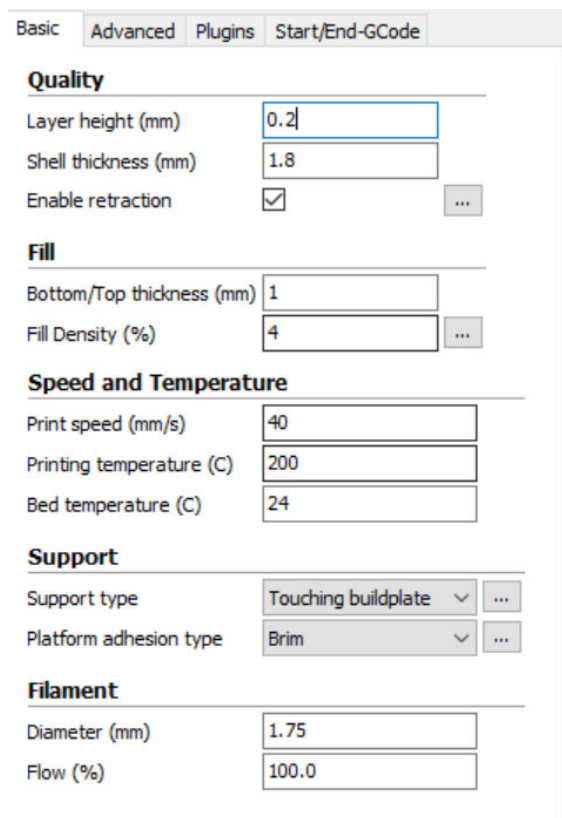
Una vegada estudiada la peça, i tenint en compte les parts més delicades, s'han realitzat 5 talls per al Palau de Congressos i 1 per a l'hotel, obtenint un total de 9 peces, distribuïdes en 6 del Palau de Congressos, 1 del pont d'unió entre el Palau i l'Hotel, i dues peces de l'hotel.

Una vegada tallades les peces, es torna a exportar una per una a format STL individualment.

Per a introduir els paràmetres de impressió es realitza amb el programa *Cura versió 14.12*, on abans de realitzar qualsevol passa, s'ha de introduir la impressora que s'emprarà. La impressora emprada es la *Creality 3D CR-10 Prusa i3*, i amb la qual disposa'm d'un llit d'impressió de 300 x 300 x 400 mm.

Seguidament, es procedeix a importar l'arxiu, i degut a que s'exporta en mm, s'ha d'escalar. Per això seleccionem la peça i mitjançant la pestanya *Scale*, seleccionem una escala de 5 en els tres eixos. Si la peça seleccionada és capaç de ser representada dins de l'àrea d'impressió la peça apareix en color groc, en canvi, si és més gran que l'àrea d'impressió, apareixerà en color gris.

Arribant al darrer pas, hem d'introduir els paràmetres estudiats amb antelació.



Category	Parameter	Value
Quality	Layer height (mm)	0.2
	Shell thickness (mm)	1.8
	Enable retraction	<input checked="" type="checkbox"/>
Fill	Bottom/Top thickness (mm)	1
	Fill Density (%)	4
Speed and Temperature	Print speed (mm/s)	40
	Printing temperature (C)	200
	Bed temperature (C)	24
Support	Support type	Touching buildplate
	Platform adhesion type	Brim
Filament	Diameter (mm)	1.75
	Flow (%)	100.0

El primer paràmetre a introduir es l'altura de capa, que es realitza de 0,2 mm per a obtenir uns acabats de millor qualitat.

L'espessor de la capa, es defineix segons l'altura de la capa i el filtre emprat, en aquest cas, i després de realitzar diferents combinacions, la més adient per a un filtre de 0,4 es de 1,80.

L'espessor de la tapa superior e inferior es fixa en 1 mm i la densitat de fil per a peces sòlides es de 4 %.

La velocitat d'impressió segons la complexitat de la peça es realitza entre 40 i 50 mm/s, amb una temperatura d'impressió de 200°C i 24 de llit calent.

Empra'm suports per tots els element que superen una inclinació de 60° i una plataforma inicial per a millorar l'adherència de la peça, mitjançant un contorn a aquesta de 1 cm de espessor.

Una vegada introduïts els paràmetres, s'obté el temps estimat, la longitud de fil i pes que s'empraran per a l'impressió. Una vegada revisats els paràmetres, es guarden els paràmetres en format g-code a una targeta micro SD que a posteriori s'introduirà a la impressora.

Una vegada a la impressora, es procedeix a introduir la targeta micro SD, però abans de començar amb l'impressió, s'ha de comprovar la anivellació del llit, per això, mitjançant una fulla de paper, es comprova que el filtre extrusor impedeixi un poc el pas del paper, es a dir, que no es quedi atascat ni passi sense cap impediment. Una vegada calibrada, es realitza la col·locació de la maquina al punt inicial 0,0,0, mitjançant l'*Auto Home*, i es procedeix a seleccionar l'arxiu per a començar l'impressió.

Per a la primera prova, s'introdueix filament PLA Wood, que aparentment pareix fusta, i s'obté un resultat poc esperat...



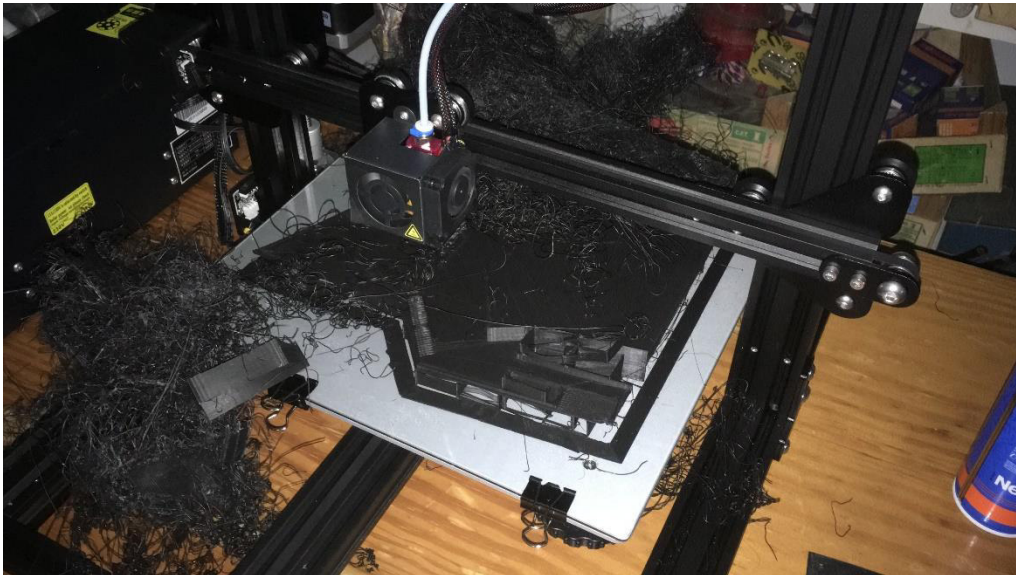
Després del primer resultat, es torna a provar una segona vegada, canviant els paràmetres d'impressió, reduint la velocitat i alçada de la capa, i el resultat obtingut es encara pitjor que l'esperat...

La plataforma del sostre de la peça, degut a la poca adherència de la que disposava, es va corvar, fent que l'extrusor s'enganchés per la part de darrera, i degut a que la impressora no disposa de aturada automàtica d'emergència o error, va continuar en direcció de l'eix Y, fent que la plataforma es separàs del vidre i acabàs al terra, rompent la base del cristall del que disposa i haguent de començar de ben nou l'impressió que duia més de 9 hores de realització.

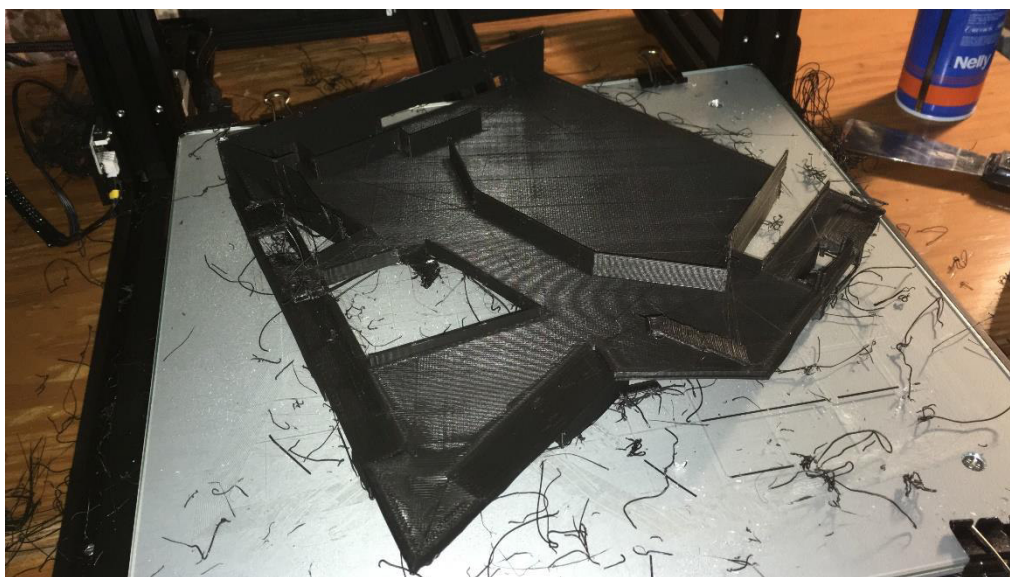


El primers resultats, encara que tenen un poc la idea o forma que es pretén, es desestimen, i tal com indiquen varies pagines de fòrums i xats sobre aquest tipus de filament de fusta es compleixen, degut a que es un filament que degut a la seva composició no disposa de bona adherència i el seu ús es sol emprar per a peces simples i massisses.

Per tant, es prova el filament mes comú, el PLA, amb els mateixos paràmetres, e igualment s'obté un altre intent fallit...



Detall de l'impressora amb la nova prova



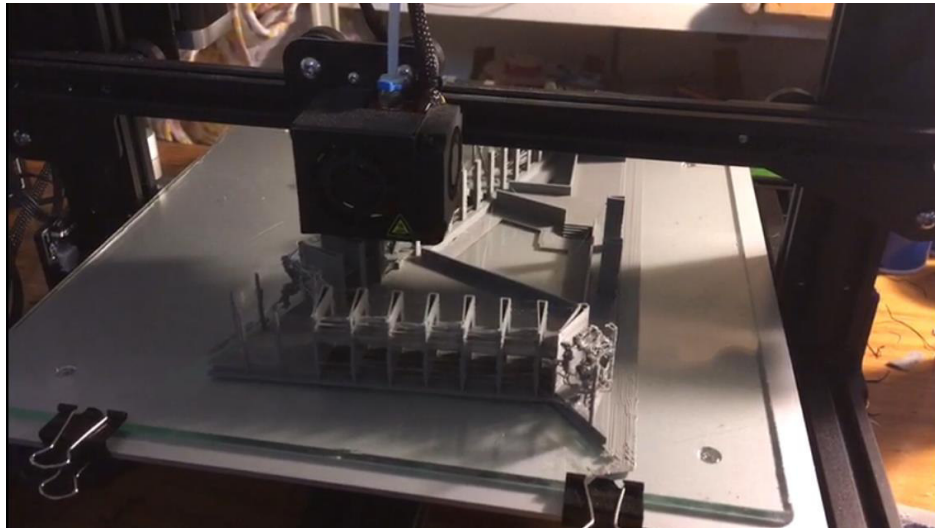
Nova prova amb eliminació dels fils sobrants

Aquest intent, encara que el resultat ha estat bastant aproximat a la realitat, es desestima degut a que no es pot continuar des de el moment en que ha començat a desfilar-se.

Aquesta prova i les posteriors realitzades, conclou que és necessària una supervisió dinàmica de l'impressió, per evitar que una vegada produït l'error, aquest continuï acumulant-se. I per altre banda, després de xerrar amb comercials de la marca dels filaments bq i de diferents tipus d'impressores, indiquen que el més aconsellable, és la impressió per plantes, degut a que ens evita'm una sobreestructura per suportar els sostres, i reduïm el temps

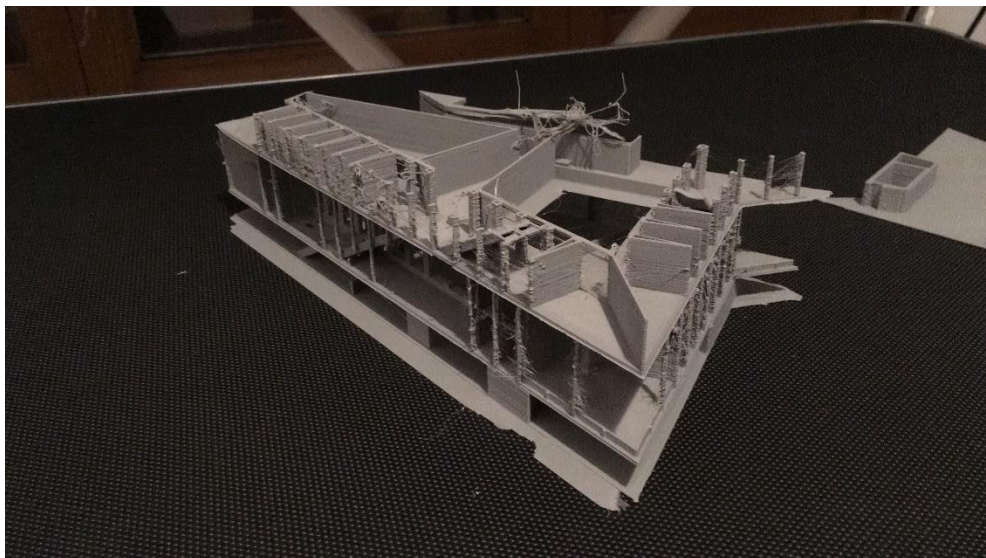
d'impressió de unes 24-30 hores a 3-6 hores, fent més accessible la possible supervisió del treball.

Per aquest motiu, s'estudia la divisió per plantes, amb el programa emprat anteriorment, el *netfabb Studio*, separant cada una de les diferents plantes, amb el seu forjat inferior o solera i els seus murs, obtenint 5 divisions corresponent cada una a cada una de les plantes del Palau de Congressos.



Impressió d'una peça

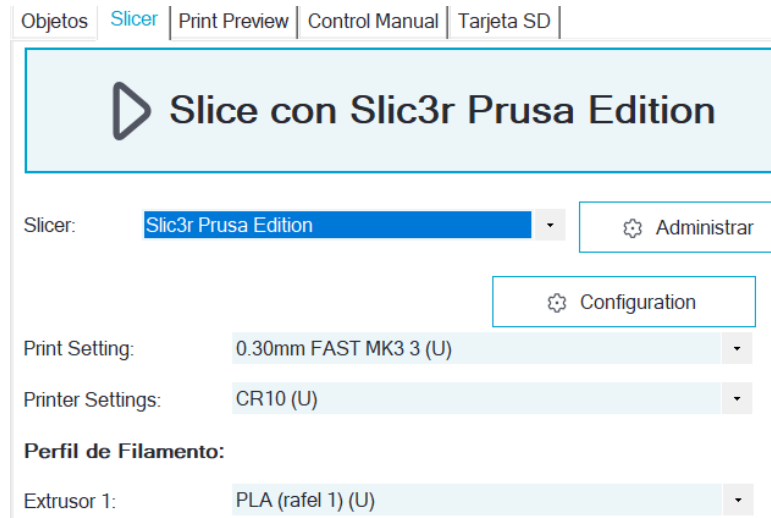
Una vegada obtinguts els stl. e introduïts els paràmetres al Cura, es realitza una altre prova, on el resultat obtingut és més acceptable... però no l'esperat per a una maqueta, degut a que s'observen part de filaments i restes d'impressió, que s'han d'eliminar manualment.



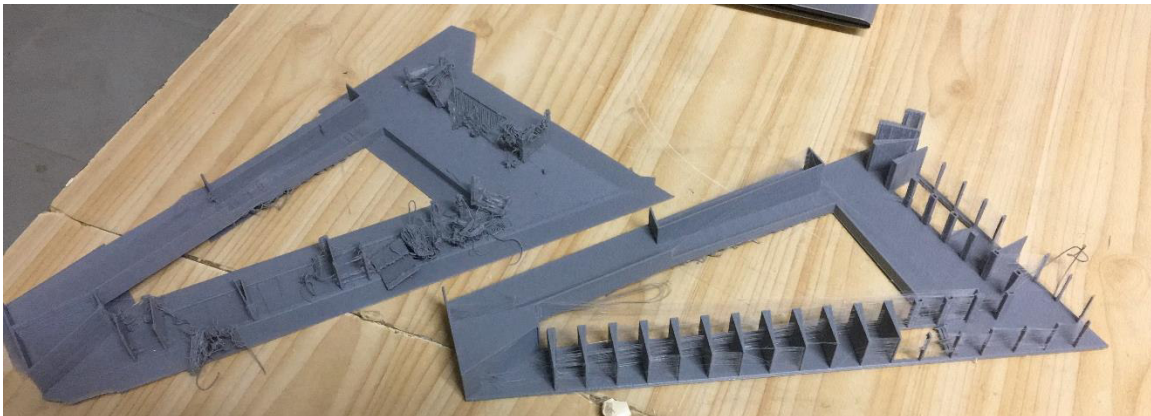
Com s'observa a la imatge anterior, encara que ja s'han realitzat l'eliminació de part de les estructures sobrants, encara queda part de la base d'impressió que crea per a augmentar l'adherència (Brim) i part de fils que o bé no han estat ben adherits o bé s'han creat per falta d'adherència.

Degut a aquest problema, i realitzant una nova recerca a fòrums sobre impressió 3D, és comenta que hi ha un altre programa de reconversió d'arxius stl. a gcode, anomenat Repetier-Host, actualment la versió emprada es la V2.1.3. Una vegada instal·lat i exportat l'arxiu stl. igualment com es va realitzar amb el Cura, s'ha de configurar el tipus de impressora a emprar i els paràmetres d'impressió que es vol emprar. En aquest cas, i ha tres tipus de processar la peça:

- CuraEngine
- Slic3r
- Slic3r Prusa Edition



Després de realitzar diferents comprovacions, la que realitza la descomposició de les peces en millor qualitat es la Slic3r Prusa Edition.



Processat amb Cura

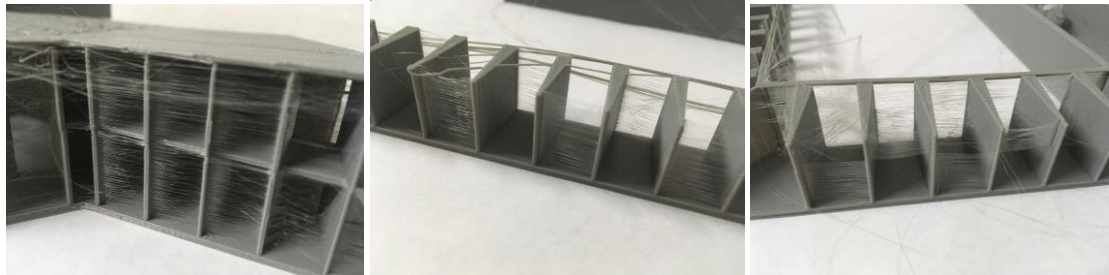
Processat amb Repetier-Host

Es pot observar, que la mateixa peça, realitzada amb els mateixos paràmetres però canviant el programa de exportació, canvia completament la seva aparença. En el primer cas, la màquina una vegada realitzades les columnes i les costelles, degut a una deficient configuració del programa d'exportació del g-code, procedeix a tirar-les amb el mateix filtre de subministrament de fil. La segona peça, exportada mitjançant el programa Repetier-Host, es pot considerar que la qualitat és l'esperada per aquest tipus d'impressió.

6.2 Post processat

Una vegada realitzades totes les peces, on s'han obtingut un total de 35 peces, s'ha de procedir al muntatge del conjunt.

Primer, abans de realitzar el muntatge, s'ha de procedir a netejar les peces, que degut a l'impressió, disposa de fils molt primos.



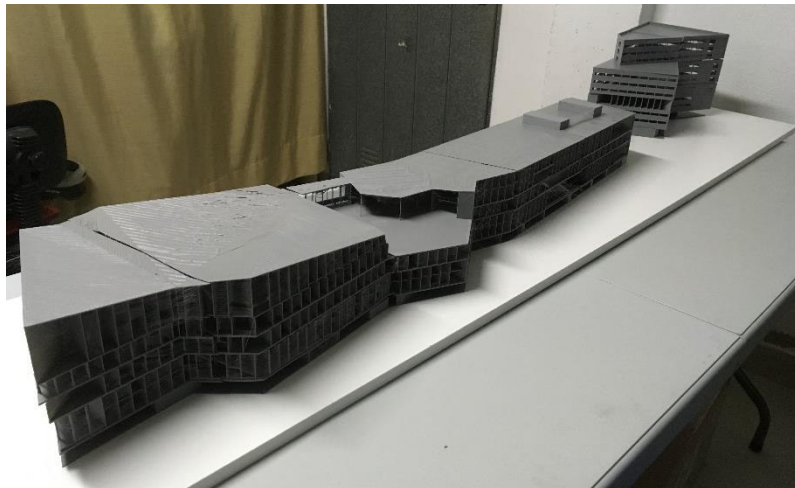
Aquest fil son deguts a stretch, que és l'estirament realitzat entre dues peces sòlides. Encara que s'han realitzat diferents proves i s'ha reduït el màxim aquest estirament. Degut a l'escala d'impressió que s'empra dificulta l'ajust d'aquest paràmetre.

Per això, es procedeixen a netejar les peces. Primer es tallen gran part d'aquests fils amb un bisturí i també unes estenalles de tall, prestant cura als pilars, que degut a la seva esveltesa son bastant fràgils.

Una vegada que s'han eliminat gran part dels fils, es procedeix o bé amb un encenedor de cuina o bé amb una espelma, a eliminar la resta de fils. Per aquesta acció, cal practicar amb peces que no s'hagin d'emprar, degut a que si es realitza lentament, la peça es comença a desfer.

Per a continuar, i tenint en compte que el conjunt fa un total de 165 cm de longitud i 32,5 cm d'amplada, es procedeix a cercar una base per a l'estructura. Per això s'empra una fusta de melamina amb acabat blanc de 2000 x 400 cm.

Es procedeix a realitzar el muntatge de tota l'estructura sobre aquest element per a realitzar el plantejament in situ de com aferrar-ho.



Per a procedir a unir el conjunt, s'ha de tenir en compte que degut a les característiques del material emprat a l'impressió, no qualsevol adhesiu es adient.

- "*Cianoacrilato*": vulgarment conegut com a "superglue". Encara que és resistent i ràpid, deixa marques blanques quan l'adhesiu es solidifica.

- *Epoxy*: compost per la mescla de dos adhesius. Disposa de una alta viscositat per tant tarda més en assecat que l'anterior, però quan es seca, es queda transparent, per tant, poc visual.
- *Adhesiu de neoprè*: com en el cas del "cianoacrilato" no és incolor, i el temps de assecat es relativament alt.



Després de estudiar els diferents adhesius, realitzar una prova amb el "superglue" i descartar-lo per la quantitat de residus que deixa, es realitza una prova amb Epoxy. Aquest s'ha de tenir especial cura a on es realitza i la quantitat a realitzar, degut a que disposa de un assecat bastant ràpid una vegada mesclats ambdós component. Per això, es pot emprar una antiga revista o be un tros de cartó per a realitzar la mescla, però abans s'ha de disposar les peces a aferrar, degut a que amb menys de 10 minuts es solidifica i es torna impossible la seva manipulació.

S'ha de tenir en compte que s'ha de realitzar l'aferrament de tota la planta sencera i deixar-la secar completament.

Una vegada secada la planta, es procedeix a col·locar el "vidres", que es realitza amb cartolina transparent, emprada per a portades de encuadernacions.



Mitjançant un flexometre es mesura la longitud i altura del "vidre", per a posteriorment marcar-ho sobre la cartolina transparent i amb l'ajuda de una guillotina realitzar els talls oportuns.

Es realitza el mateix procediment per a totes les plantes, incluit la part de l'hotel.

Una vegada completades la totalitat de les plantes, es procedeix a realitzar els "vidres" exteriors, amb la mateixa dinàmica comentada anteriorment.



7. Resultats i discussió

Per a comentar els resultats, podem diferenciar entre l'aixecament i la impressió 3D.

El resultat obtingut a l'**aixecament** són els esperats d'un treball d'aquesta magnitud, encara que han sorprès les idees inicials preconcebudes, degut a que la idea principal de realitzar l'aixecament amb les noves tecnologies s'ha posat en dubte per diferents motius.

L'aixecament amb noves tecnologies, podria considerar-se com aquelles que empenen una estació total, un GPS o bé un escàner làser 3D, on aquest darrer es troba a la capdavantera de la innovació, però la idea de realitzar-lo sols amb aquests mètodes s'ha vist afectada, en primer lloc, per l'alt cost que disposen aquests equips, en especial els dos darrers. L'estació total, encara que es considera dins de les noves tecnologies, disposa d'una trajectòria superior, sent més assequible econòmicament y fàcil de obtenir-ne en lloguer.

En segon lloc, aquestes noves tecnologies, aporten una gran quantitat d'informació digital que ha de ser processada manualment, sent necessari una formació constant de la persona que la processa, podent considerar una feina per a persones especialitzades, i requerint un maneig de nivell avançat de distints tipus de programes.

Per finalitzar, moltes d'aquestes tecnologies sols poden mesurar el que es troba dins del seu camp visual, sempre sent necessari la presa de mesures amb aparells més comuns, com el distanciómetre làser o bé el flexòmetre. Per tant, per a aixecaments de grans dimensions, on el camp visual és molt ample i requereix que l'instrument es desplaci en diferents ocasions, a part de l'ajut de presa de mostres a mà, es podria considerar que un aixecament mixt entre la nova tecnologia i aparells més comuns, seria el més adient, mentre que per a petits aixecaments, es podria realitzar sols amb nova tecnologia.

Per altre banda, per a la **maquetació e impressió 3D**, encara que s'ha obtingut la totalitat del que es planteja, han aparegut molts inconvenients i problemes a l'hora de realitzar-ho.

Per començar, s'ha conclòs que per a poder imprimir, s'ha de tenir uns coneixements avançats en aquesta matèria, degut a que un sol paràmetre desviat 1 punt, pot canviar completament l'impressió, i tenint en compte que en el concepte bàsic hi participen més de 25 paràmetres. Per altre banda, també el tipus de programa amb que es realitzi l'exportació a g-code, és fonamental, degut a que amb els mateixos paràmetres i distint programes, els resultats son completament distints.



Processat amb Cura

Processat amb Repetier-Host

Continuant amb l'impressió i encara que en un principi es pretenia realitzar 7 peces, 1 per cada uns 50 metros de edifici, després de realitzar distintes proves, es va descartar aquesta opció havent de fraccionar en diferents altures cadascuna d'aquestes peces. Per això s'han obtingut un total de 35 peces, on cada una de elles, ha disposat de almenys 3 hores d'impressió.

<i>Peça</i>	<i>Nº Hores</i>	<i>Peça</i>	<i>Nº Hores</i>	<i>Peça</i>	<i>Nº Hores</i>
<i>Palau 1</i>	2:44	<i>Palau 13</i>	4:34	<i>Hotel 2</i>	4:36
<i>Palau 2</i>	6:18	<i>Palau 14</i>	11:23	<i>Hotel 3</i>	5:53
<i>Palau 3</i>	4:17	<i>Palau 15</i>	2:47	<i>Hotel 4</i>	5:04
<i>Palau 4</i>	4:22	<i>Palau 16</i>	5:53	<i>Hotel 5</i>	3:19
<i>Palau 5</i>	7:01	<i>Palau 17</i>	3:29	<i>Hotel 6</i>	0:56
<i>Palau 6</i>	5:49	<i>Palau 18</i>	7:13	<i>Hotel 7</i>	2:40
<i>Palau 7</i>	7:29	<i>Palau 19</i>	3:04	<i>Hotel 8</i>	3:27
<i>Palau 8</i>	5:04	<i>Palau 20</i>	6:53	<i>Hotel 9</i>	4:10
<i>Palau 9</i>	5:15	<i>Palau 21</i>	3:42	<i>Hotel 10</i>	7:05
<i>Palau 10</i>	13:31	<i>Palau 22</i>	7:43	<i>Hotel 11</i>	3:45
<i>Palau 11</i>	4:16	<i>Pont</i>	3:47	<i>Hotel 12</i>	1:47
<i>Palau 12</i>	9:33	<i>Hotel 1</i>	3:14		

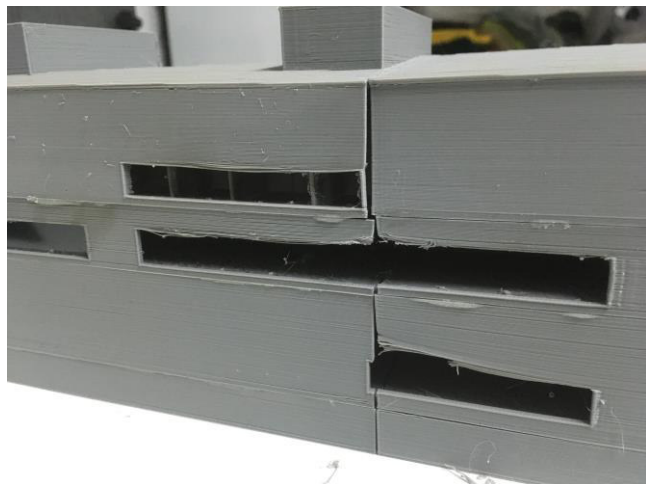
TOTAL HORES = 182,05 hores → 7 dies 13 hores i 58 minuts.

Tenint en compte que cadascuna de les peces no es va realitzar a la primera, alguna es va realitzar fins a 8 vegades, es va obtenir un total de 72 peces, sent 37 les peces amb errors.

Considerant que la impressora una vegada finalitzada l'impressió requereix de un refredament d'envoltant 1 hora, per tal de poder llevar la peça sense produir-li danys, és fa que no es pugui estar supervisant el treball que realitza i la represa de la impressió immediatament finalitzada la peça anterior.

El post processat que requereix, endarrereix l'acabat i també podent causar danys a alguna de les peces, degut a una mala precisió.

S'ha de tenir en compte a la impressió, que quan es realitzen peces volades, com poden ser voladissos o bé la part superior de una finestra, l'element al no tenir suports, es deforma, creant petites deformacions, com es poden observar a la imatge de la dreta. L'error en qüestió es pot solucionar amb massilla reparadora, però no s'ha realitzat cap actuació degut a que no és àmbit de l'estudi.



L'avantatge que disposa d'aquest tipus de impressió, és per a estructures simples i de baixa dificultat estructural, presenten una comprovació volumètrica visual i amb un període de temps curt, on una vegada realitzat el model 3D, el resta de temps invertit, es realitzat per a la impressora.

8. Conclusions

Aplicació i estudi d'inconvenients de les noves tecnologies en la realització de l'estat actual d'un edifici existent

Com s'ha estudiat, l'aplicació d'aquestes tecnologies per a l'aixecament d'un estat actual d'un edifici, pot resultar molt adient per a edificis de estructures simples o de poca magnitud. Però quan es tracta d'un edifici de grans dimensions, el més adient és emprar uns conjunts de mètodes, tant actuals com més tradicionals, per a aconseguir un aixecament precís.

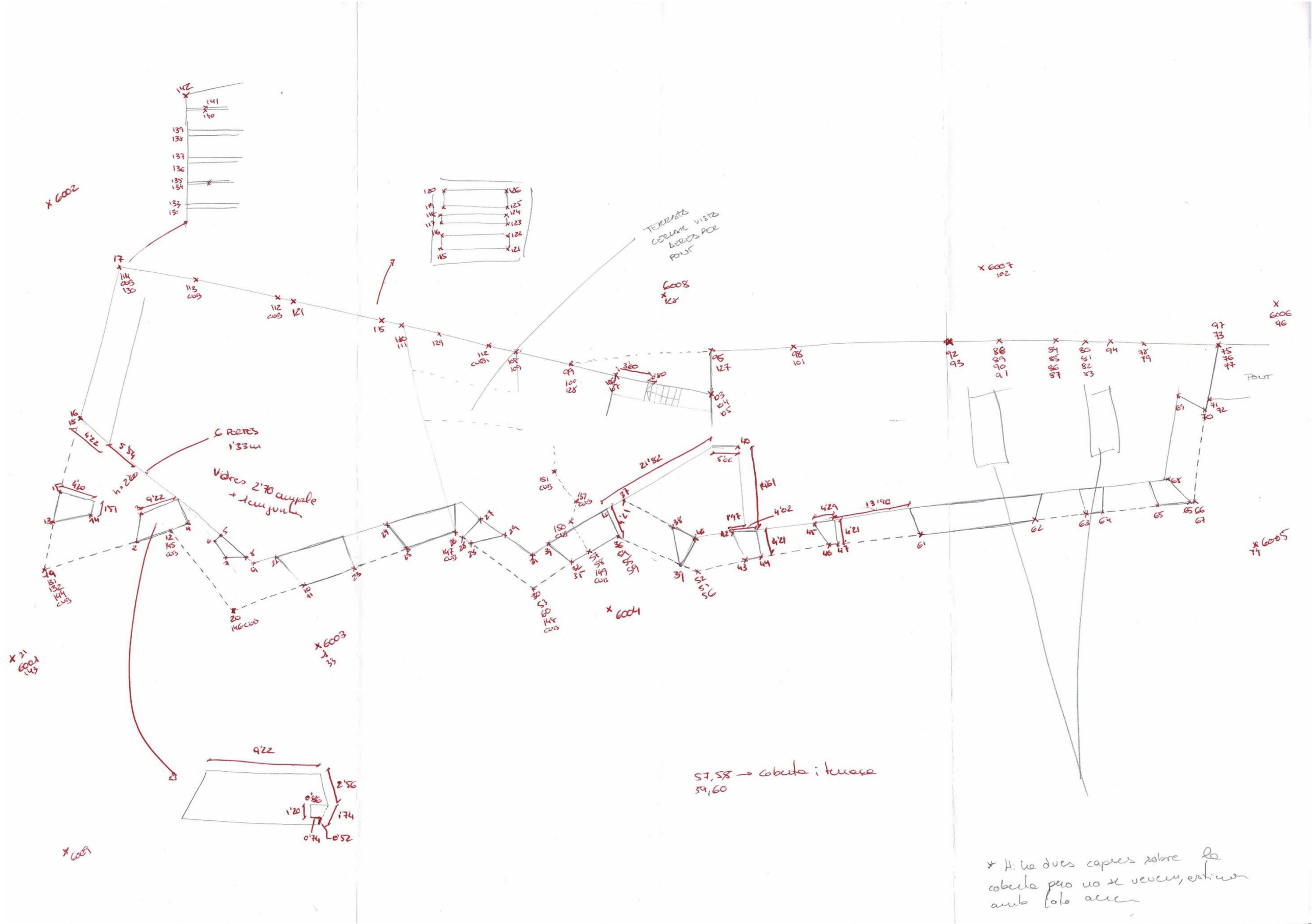
Les noves tecnologies, encara que han evolucionat i es fan més accessibles per als usuaris, encara disposen d'un gran cost, tant de lloguer com de compra, i per altre banda, un post processat digital que requereix de persones especialitzades tant amb el reconeixement d'aquestes dades, com amb maneig de distints programes per a la importació i exportació d'aquests arxius digitals.

Maquetació amb impressora 3D

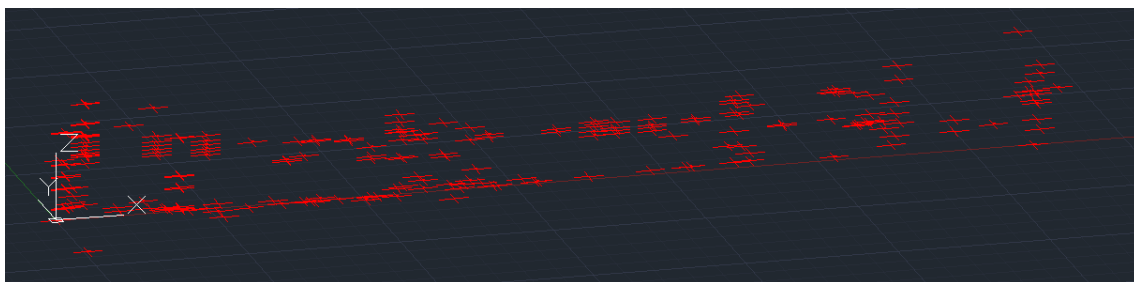
La maquetació amb aquest tipus d'impressora disposa de un nivell de dificultat bastant elevat, degut a que es requereix dominar tots els paràmetres que requereix aquest tipus de impressora, igualment com el resultat que s'obté d'aquesta.

El resultats obtinguts, no són molt precisos, tractant-se de una escala molt petita de 1/200, s'obtenen bastants errors definits a la precisió de la que disposa la màquina.

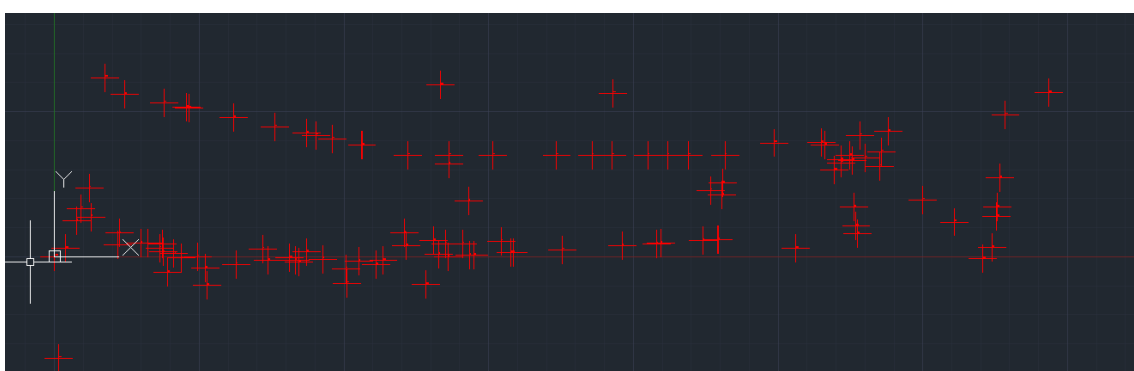
Per això és pot concloure, que per a edificis més simples on es puguin realitzar a una escala 1/50-1/75, els resultats que s'obtindran seran de més precisió i qualitat, en canvi, per a edificis de grans magnituds on l'escala sigui petita, com el cas de 1/200, pot donar una orientació volumètrica de l'edificació, sense poder observar-se els detalls.



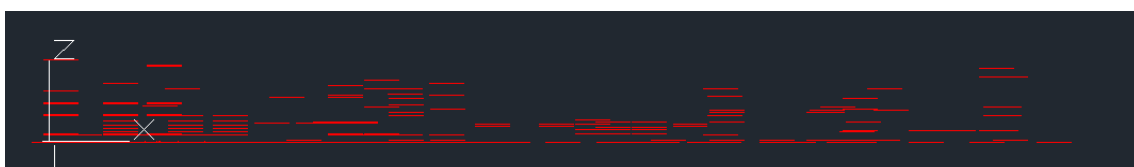
II. Núvol de punts



Perspectiva del núvol de punts



Vista en planta del núvol de punts



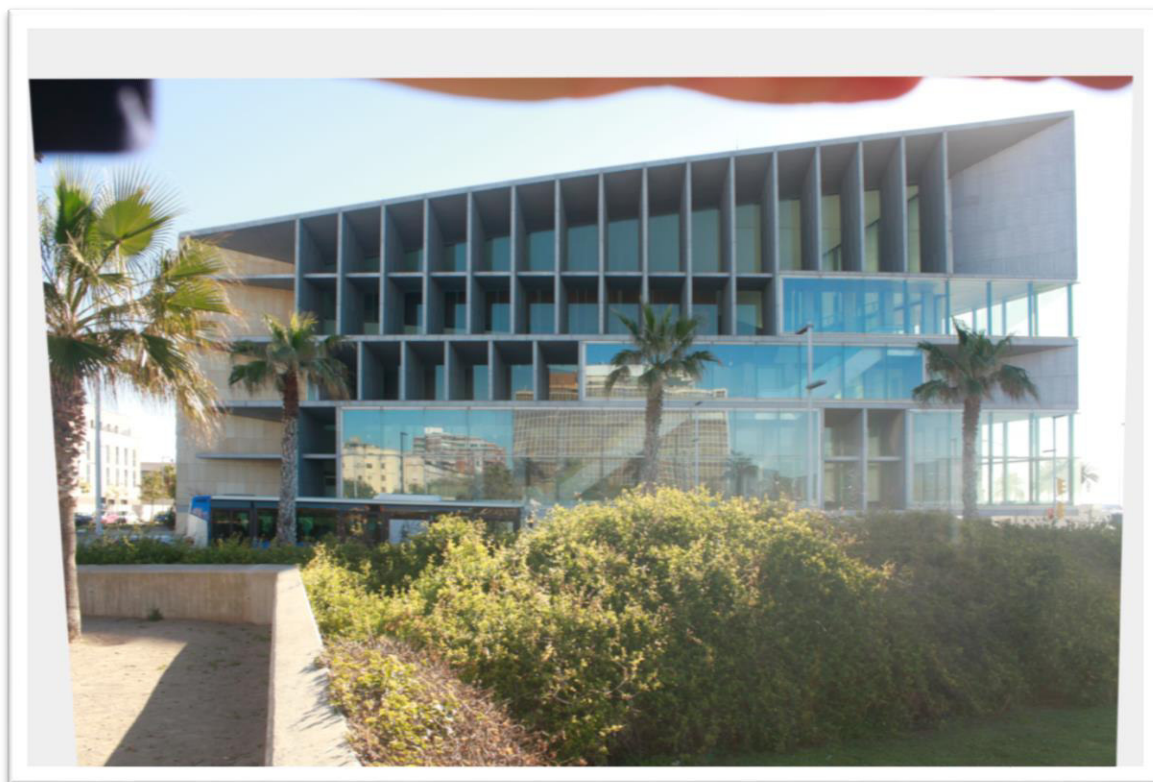
Vista d'alçat

Es va realitzar una recol·lecció de 211 punts, en el qual es va prioritzar en l'envolvent exterior i diferents altures de mostra per a extrapolar-ho a l'arxiu digital, marcant-ho al croquis, per a poder realitzar l'aixecament.

III. Transformació fotogrametria



Imatge original lateral de C/ Manuel Azaña



Imatge retocada lateral de C/ Manuel Azaña



Imatge original façana de Passeig Portitxol



Imatge retocada de façana de Passeig Portitxol



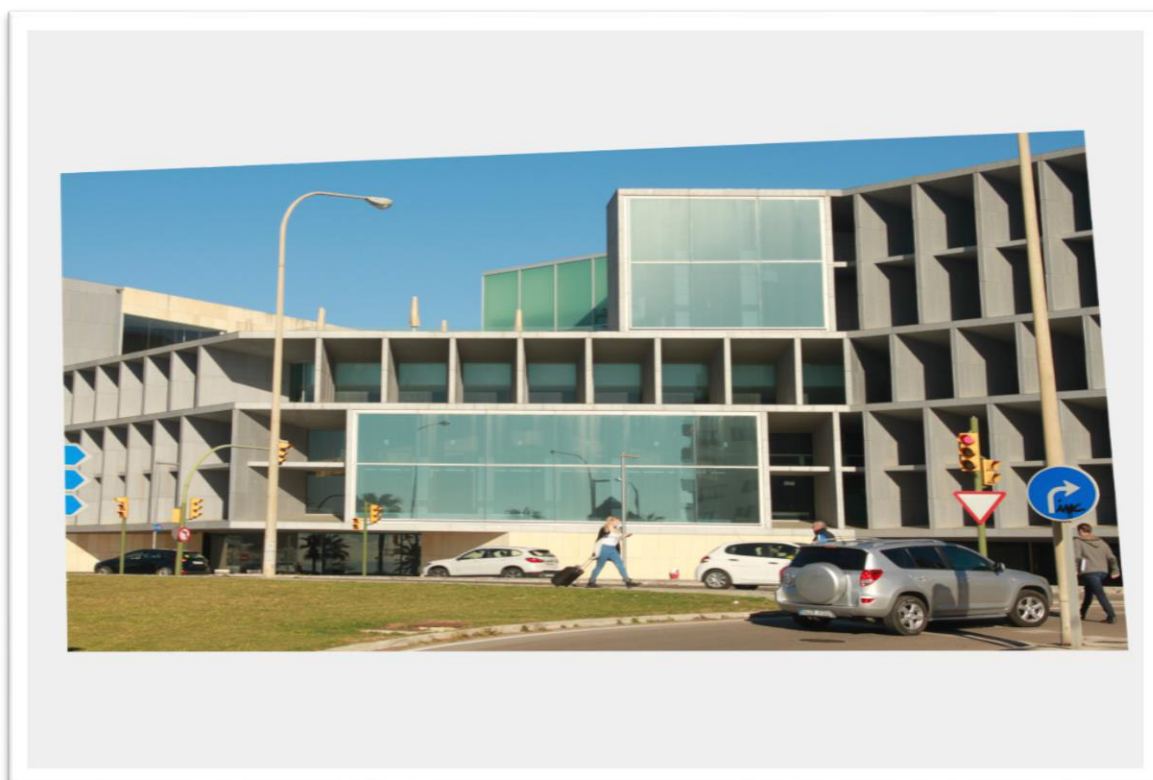
Imatge original entrada auditorium



Imatge retocada entrada auditorium



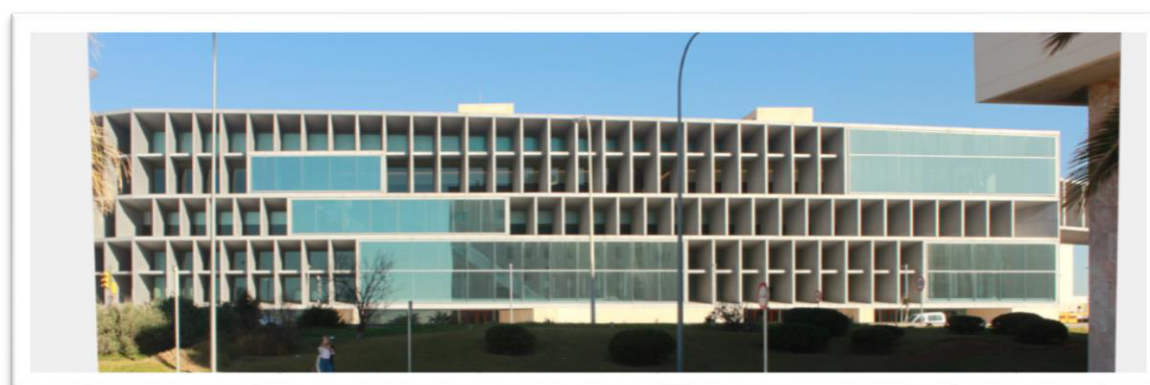
Imatge original entrada bar



Imatge retocada entrada bar



Imatge original entrada sala de congressos



Imatge retocada entrada sala de congressos



IV. Plànols del palau de Congressos i hotel

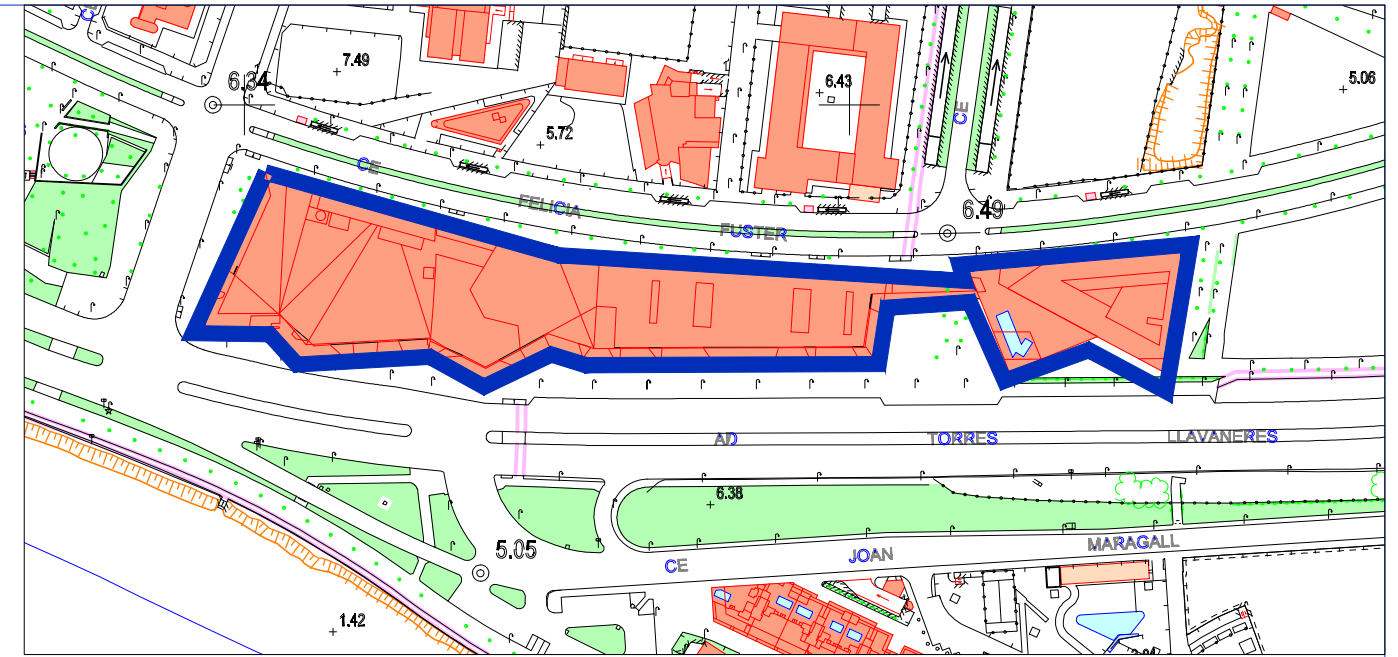
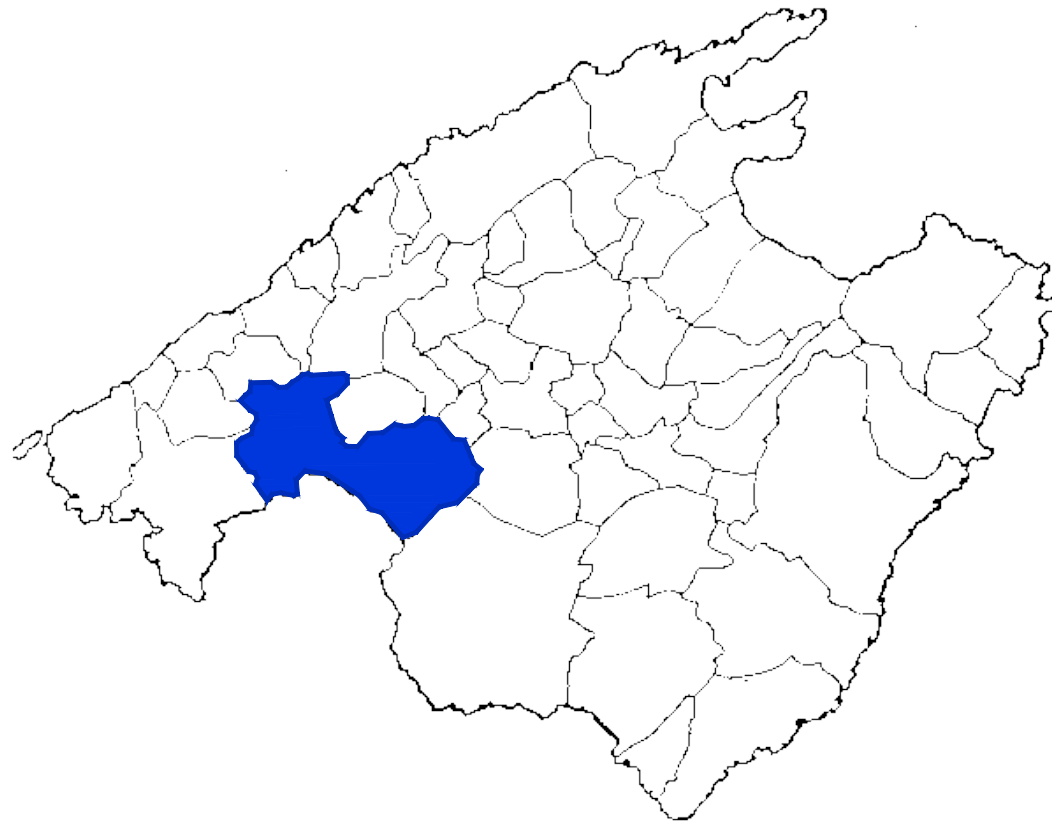
01 – Situació i Emplaçament

02 – Planta baixa i Planta primera

03 – Planta segona i Planta tercera

04 – Planta quarta i Planta coberta Palau de Congressos

05 – Alçats




E: 1/2.500

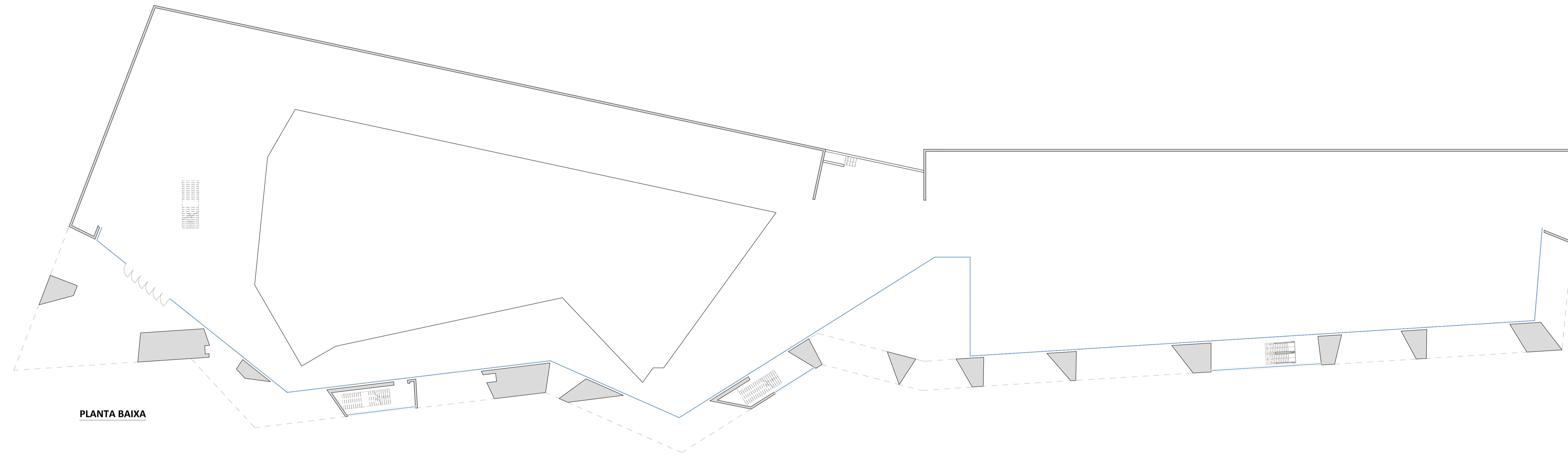


E: 1/2.500

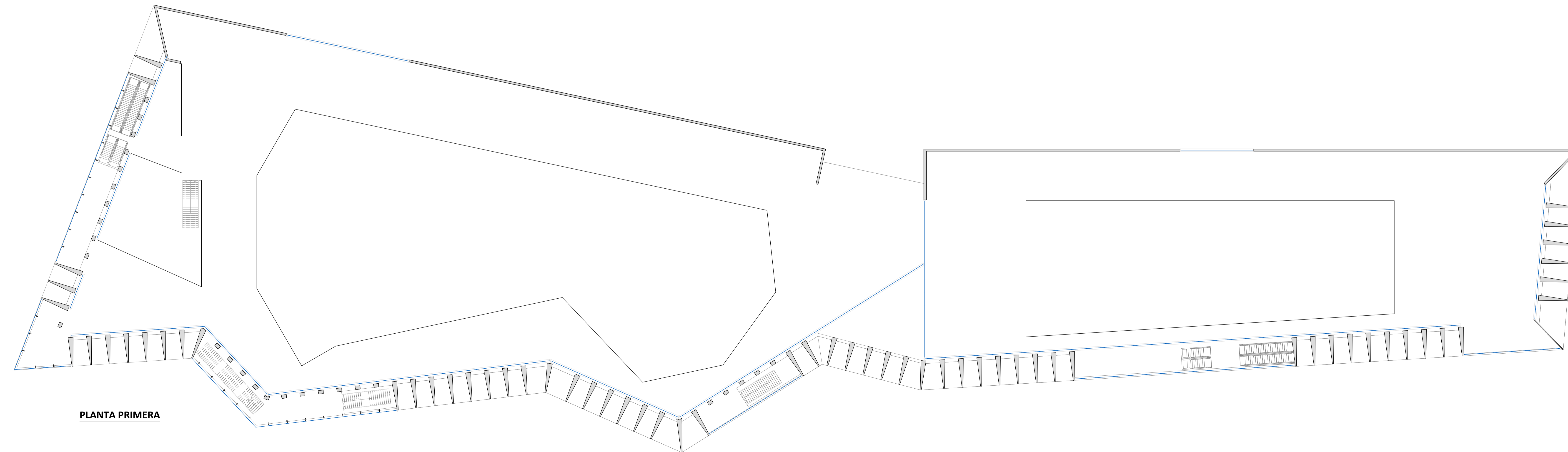


E: 1/10.000

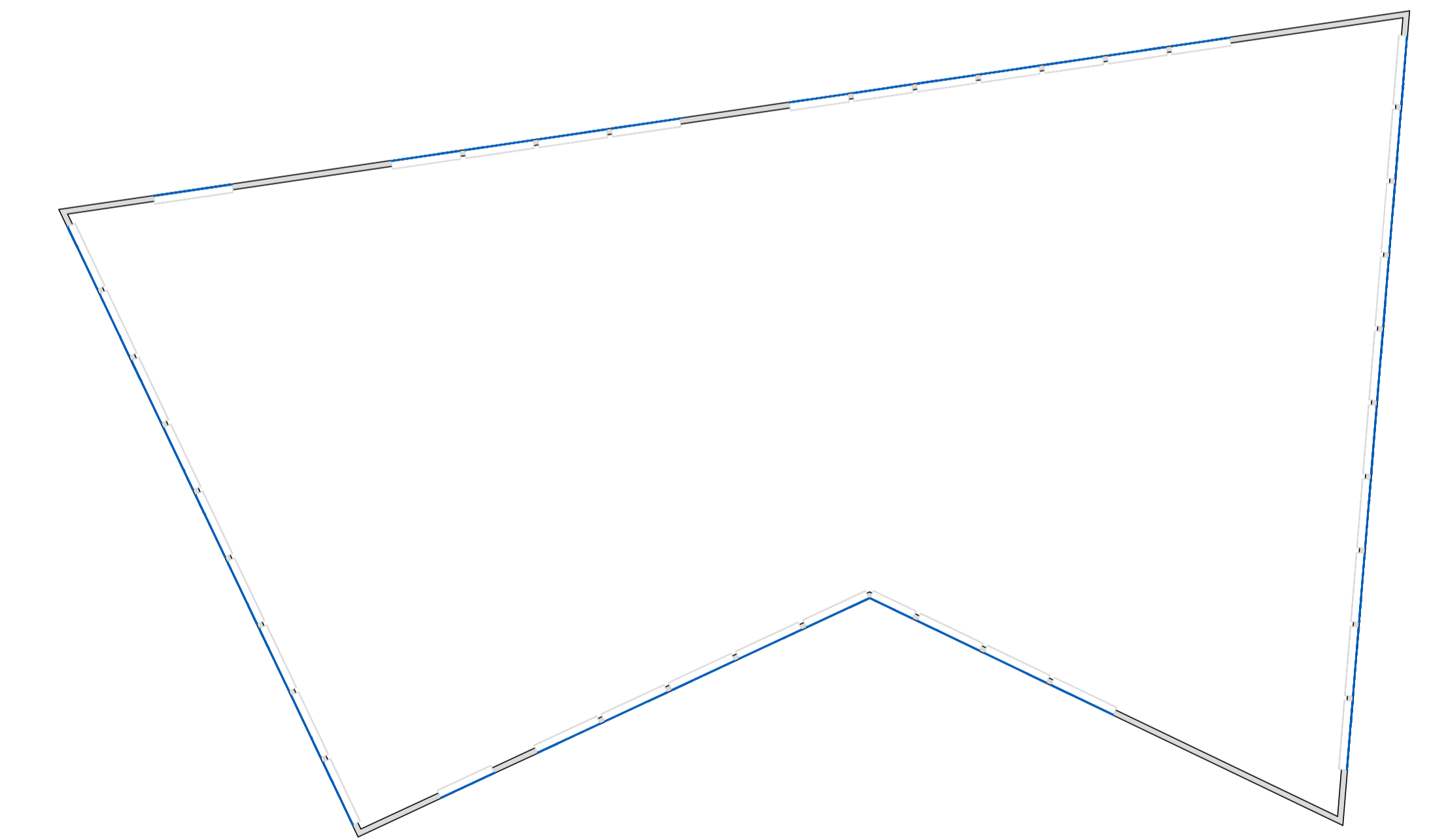
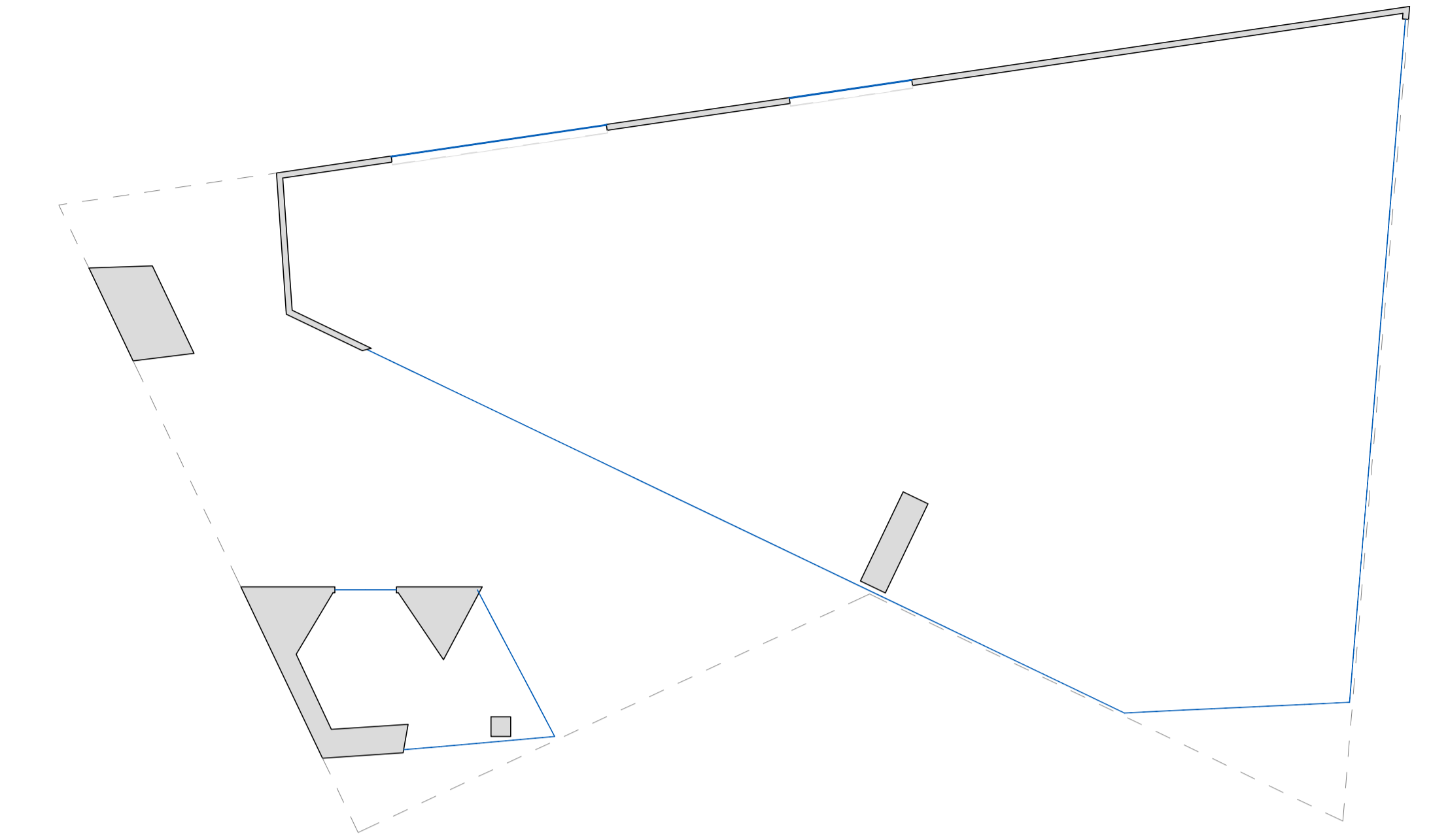
 RAFEL ROSSELLÓ		PROYECTE DE FI DE GRAU Aixecament arquitectònic e impressió 3D	
PLANO Situación y Emplazamiento		Nº DE PLANO 01	
SITUACIÓ Palau de Congressos i Hotel Palma Bay		ESCALA S/E	
AUTOR Rafel Roselló Lupiáñez		DATA Juny 2019	



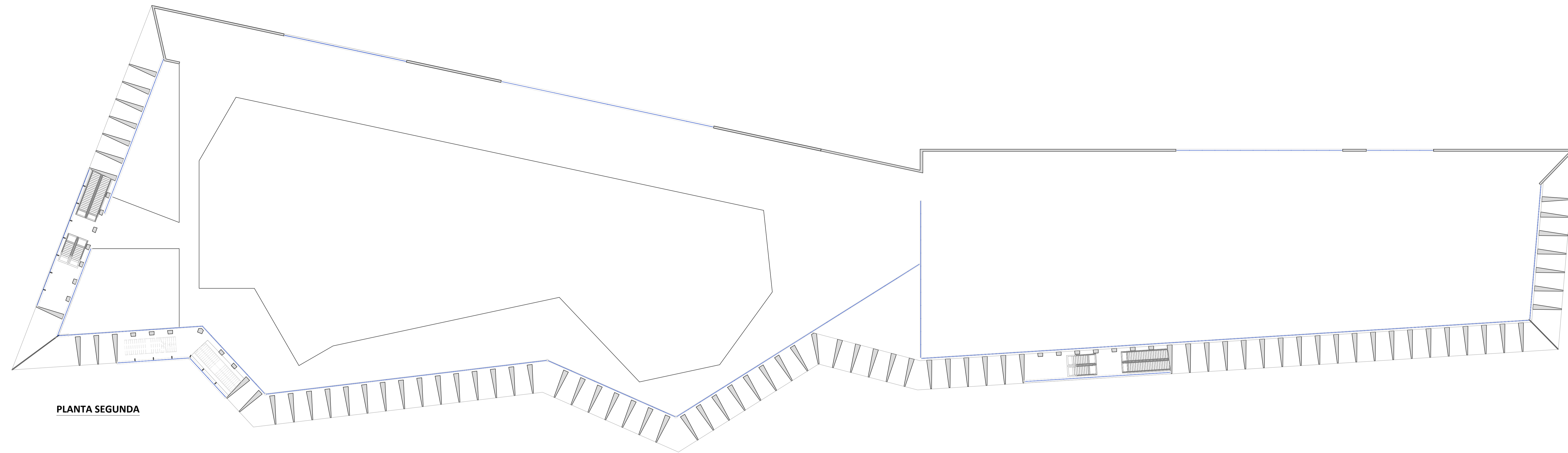
PLANTA BAIXA



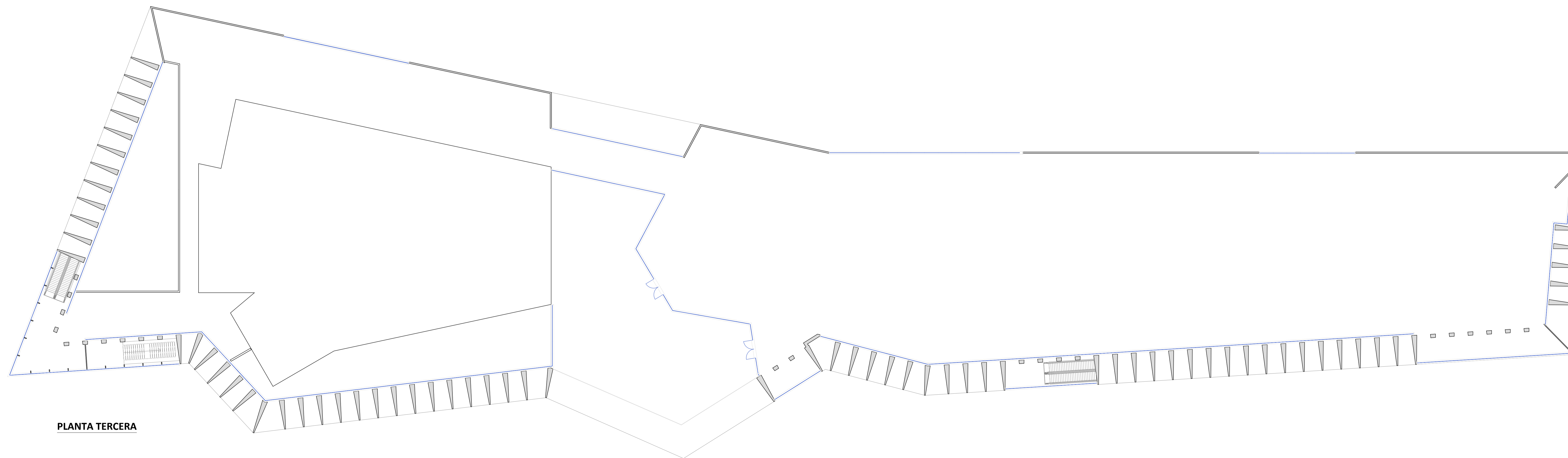
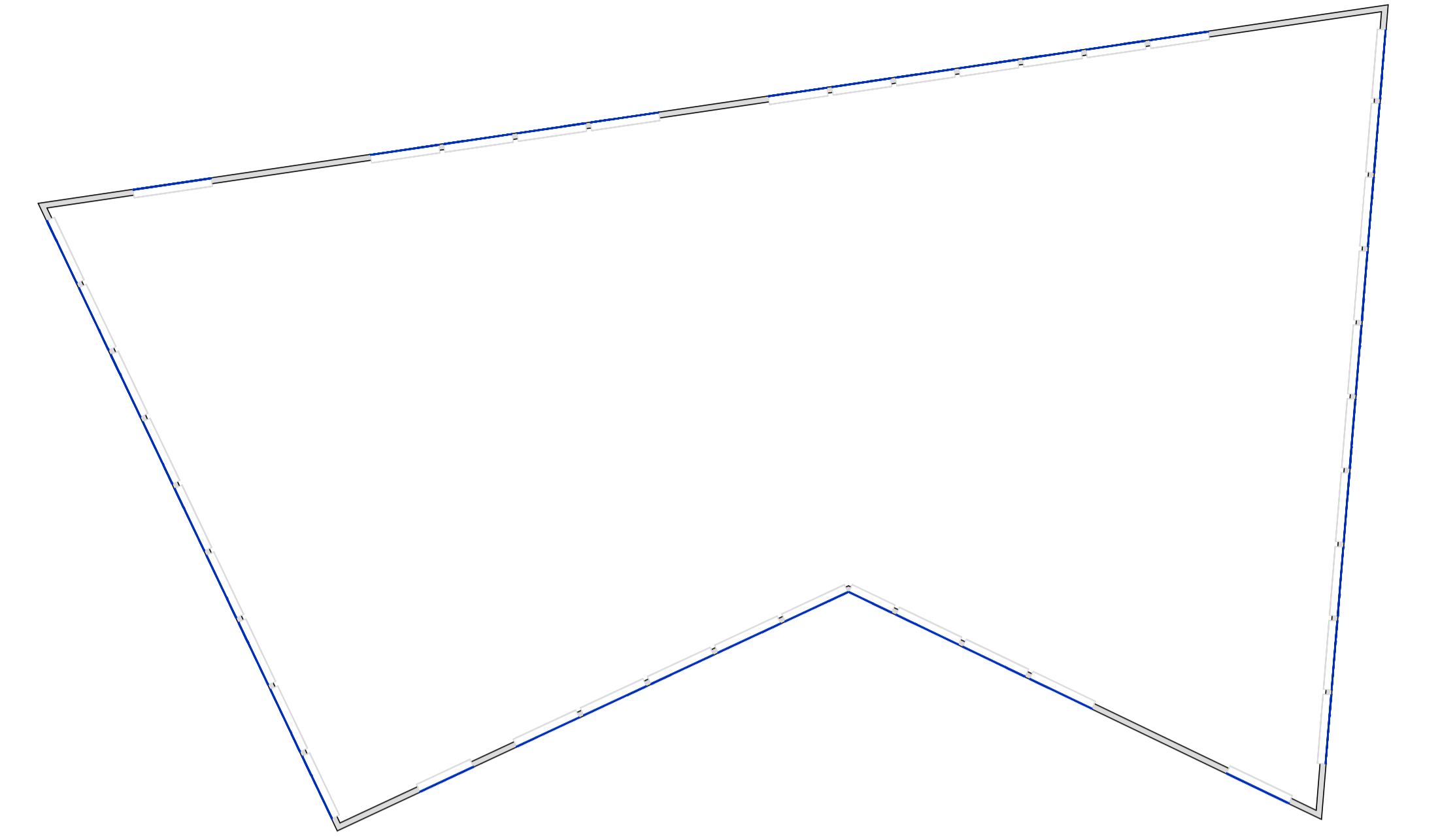
PLANTA PRIMERA



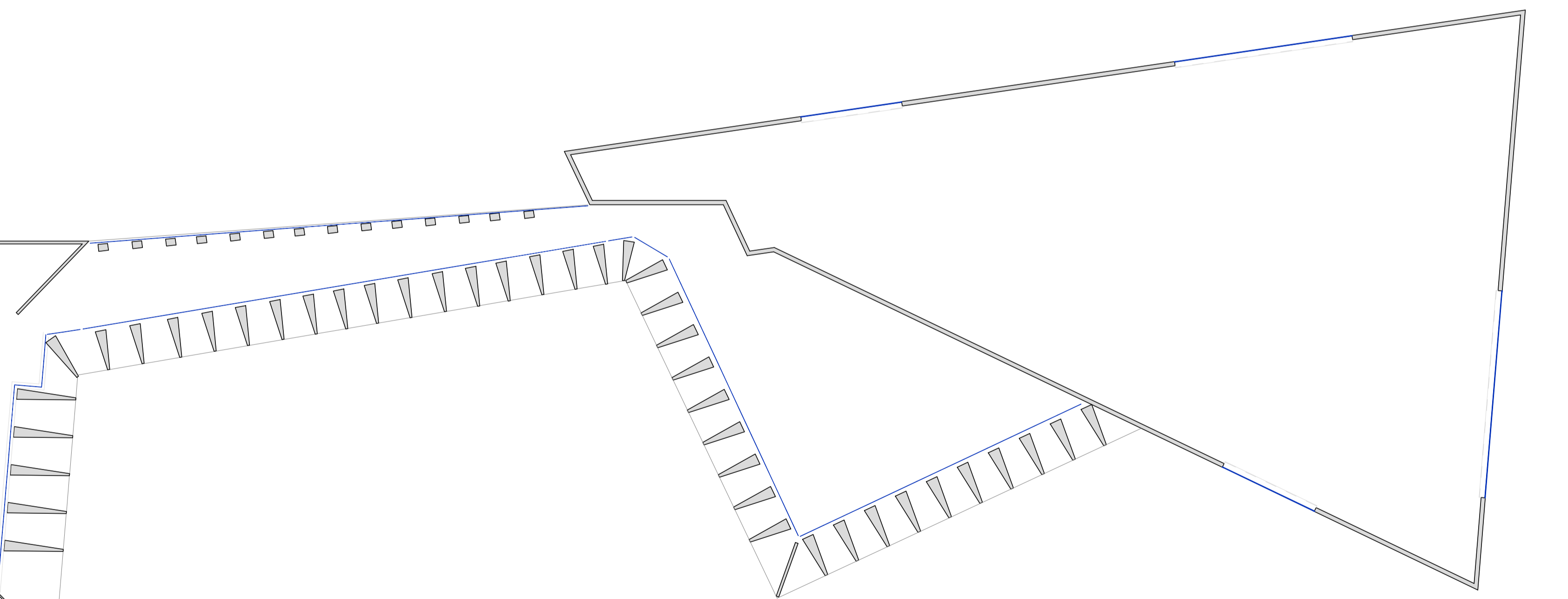
 PROFECTE DE FI DE GRAU Aixecament arquitectònic e impressió 3D		Nº DE PLANO 02
PLANO Planta baixa i Planta Primera	ESCALA 1 : 250	
SITUACIÓ Palau de Congressos i Hotel Palma Bay	DATA Juny 2019	
AUTOR Rafel Roselló Lupiáñez		



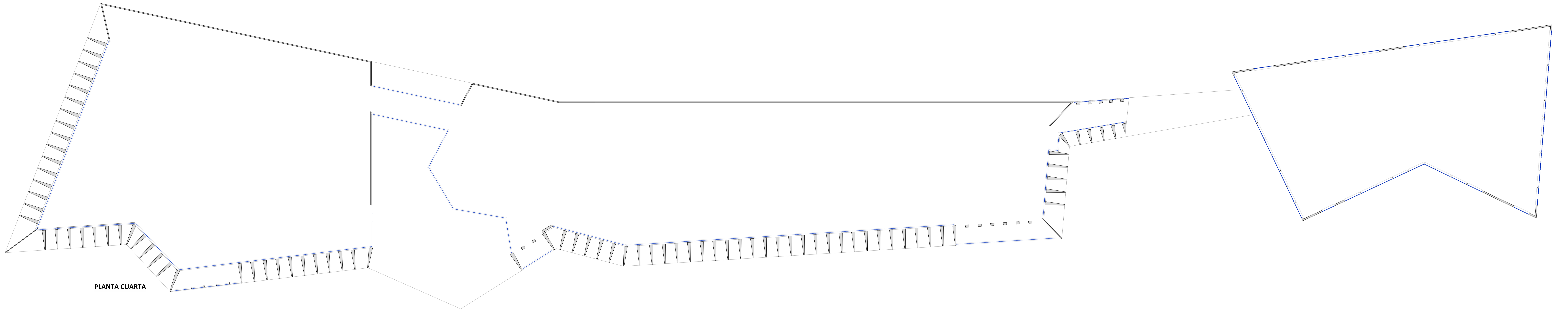
PLANTA SEGUNDA



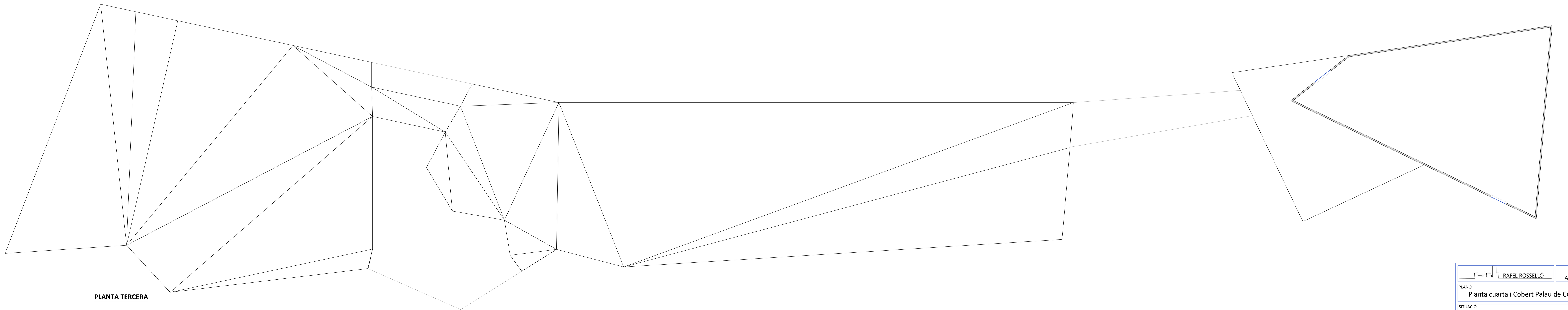
PLANTA TERCERA



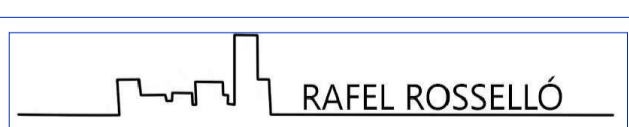
 RAFAEL ROSSELLÓ		PROYECTE DE FI DE GRAU Aïecament arquitectònic e impressió 3D	
PLANO	Planta Segona i Planta Tercera	NR DE PLANO	03
SITUACIÓ	Palau de Congressos i Hotel Palma Bay	ESCALA	1 : 250
AUTOR	Rafel Roselló Lupiáñez	DATA	Juny 2019

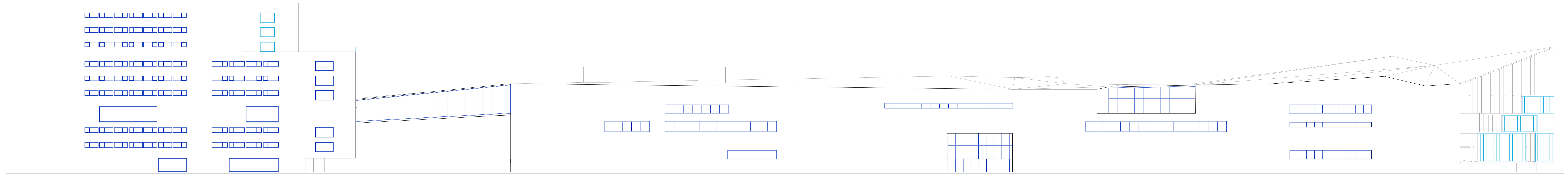


PLANTA CUARTA

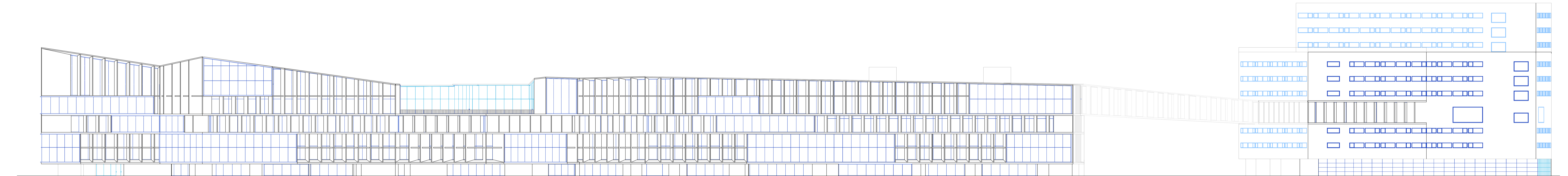


PLANTA TERCERA

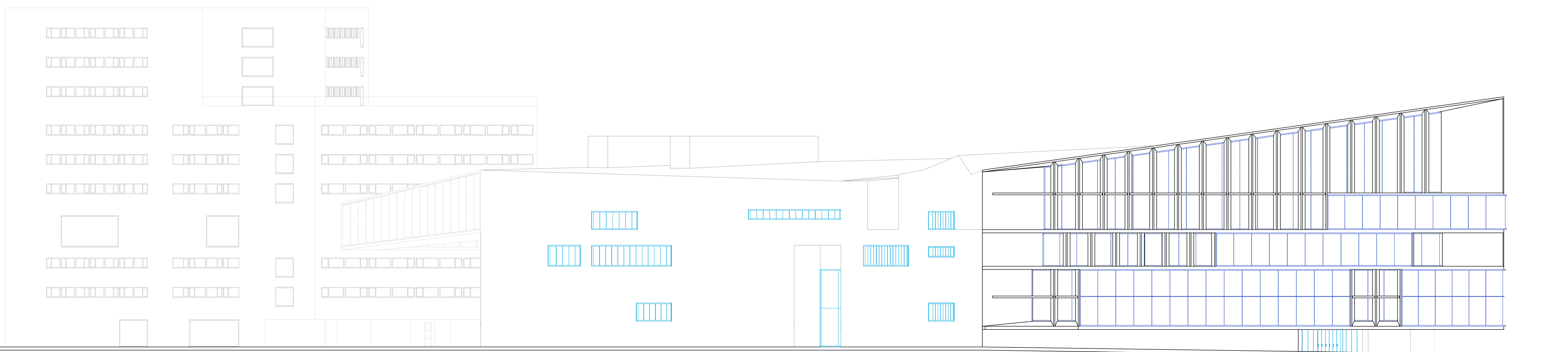
 PROFECTE DE FI DE GRAU Aïecament arquitectònic e impressió 3D		Nº DE PLANO 04
PLANO Planta cuarta i Cobert Palau de Congressos		ESCALA 1 : 250
SITUACIÓ Palau de Congressos i Hotel Palma Bay		DATA Juny 2019
AUTOR Rafel Rosselló Lupiáñez		



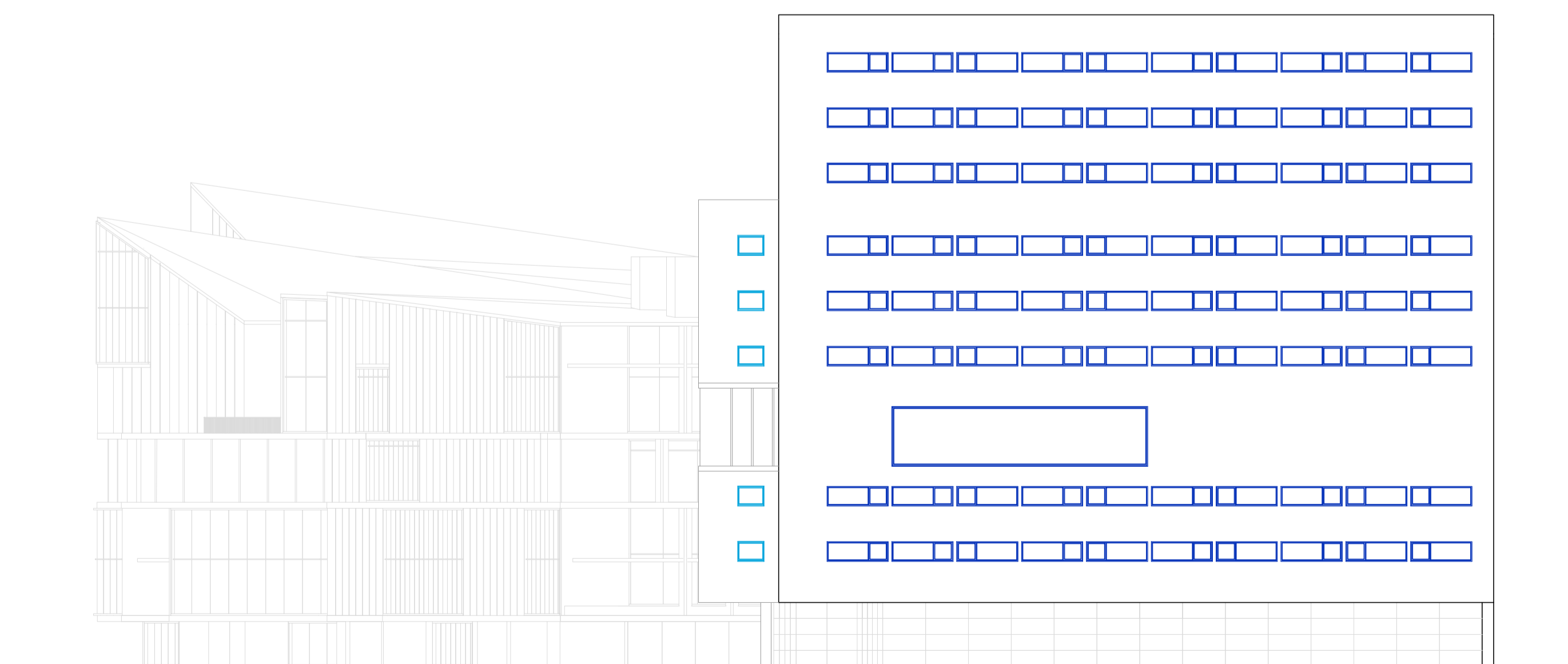
1 ALZADO NORTE
05 1:250



2 ALZADO SUR
05 1:250



3 ALZADO OESTE
05 1:250



4 ALZADO ESTE
05 1:250

 PROFECTE DE FI DE GRAU Aixecament arquitectònic e impressió 3D			
PLANO	Alzados	Nº DE PLANO	05
SITUACIÓ	Palau de Congressos i Hotel Palma Bay	ESCALA	1 : 250
AUTOR	Rafel Roselló Lupiáñez	DATA	Juny 2019

V. Imatges renderitzades



Entrada del Palau de Congressos



Hotel Melià Palma Bay

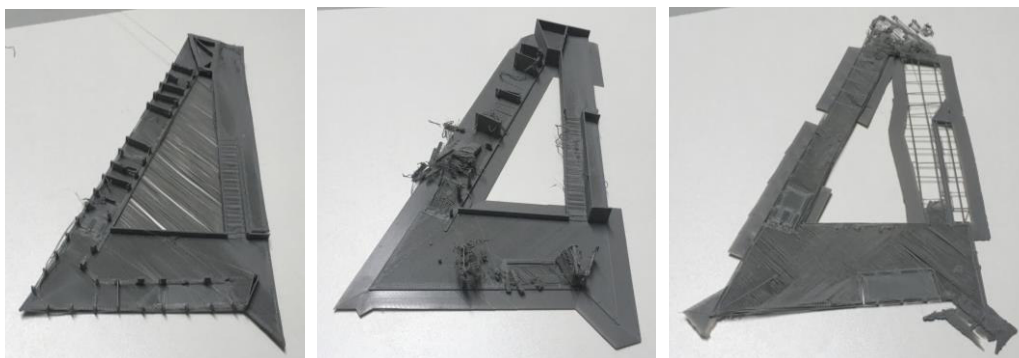
VI. Errors de impressió



Primer error, produït quan la impressora duia 31 hores en funcionament



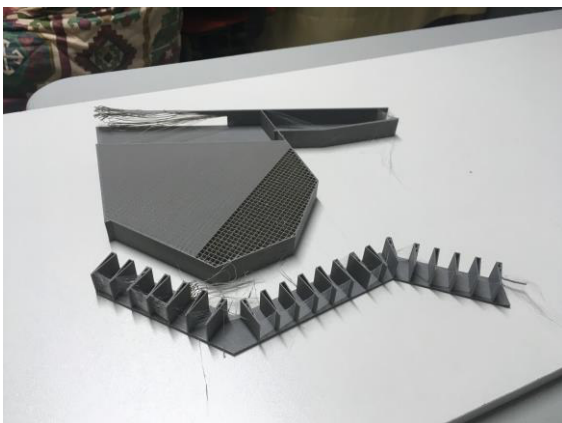
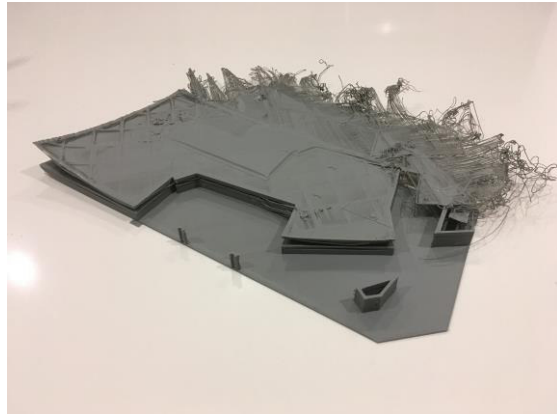
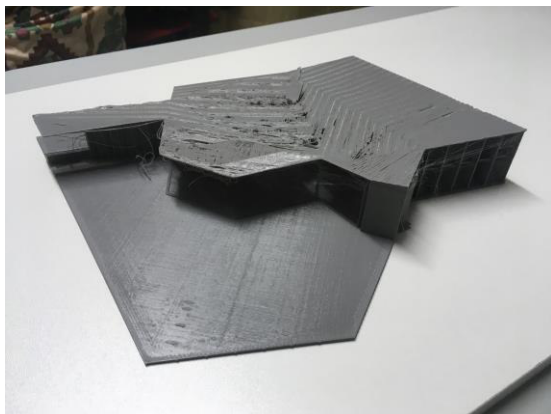
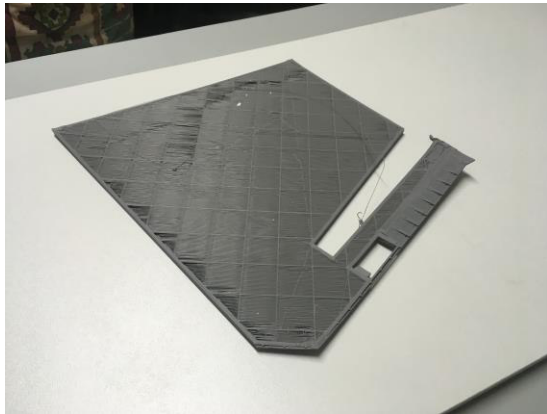
Un altre error, després de realitzar envers 21 hores de impressió, on es va procedir a la paralització de l'equip.

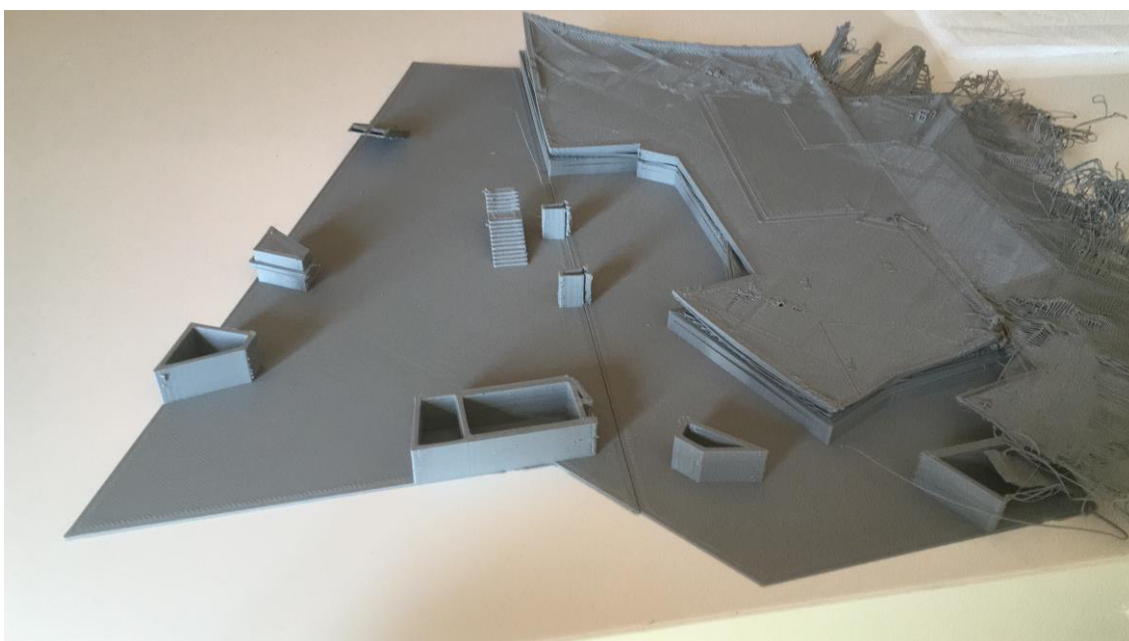
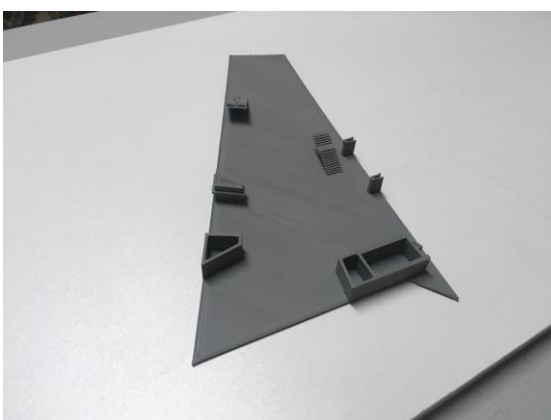
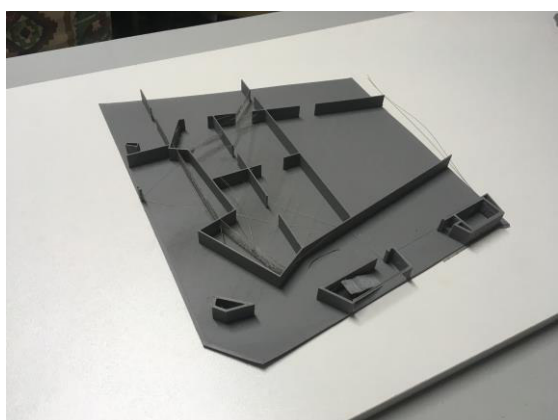
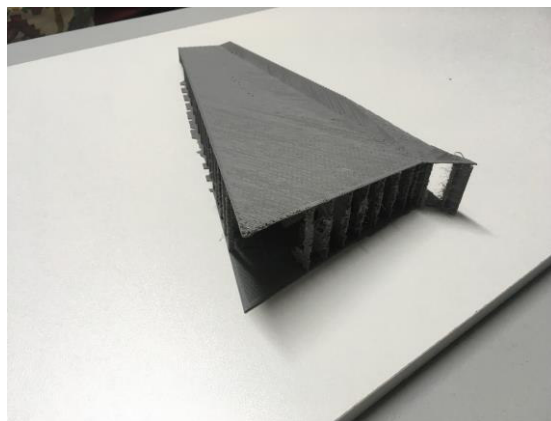
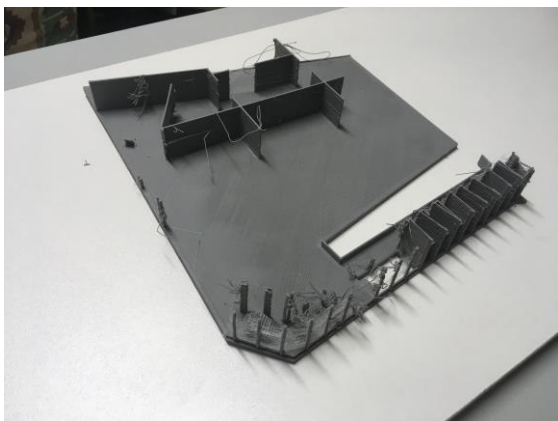


La mateixa peça, on es va tenir que realitzar fins a 8 vegades, per a obtenir un resultat adient.

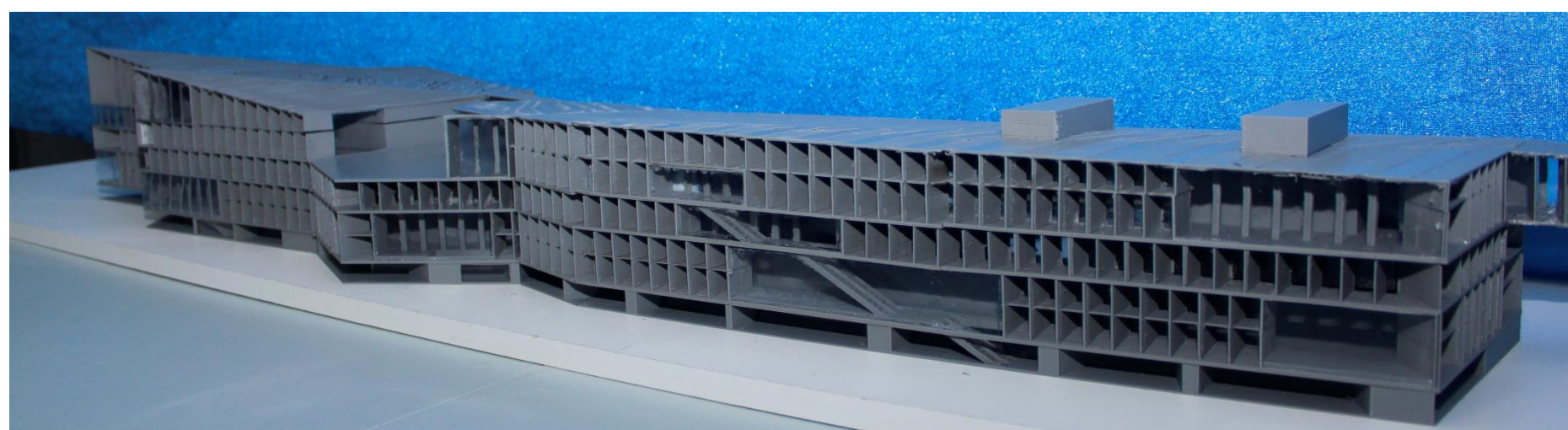
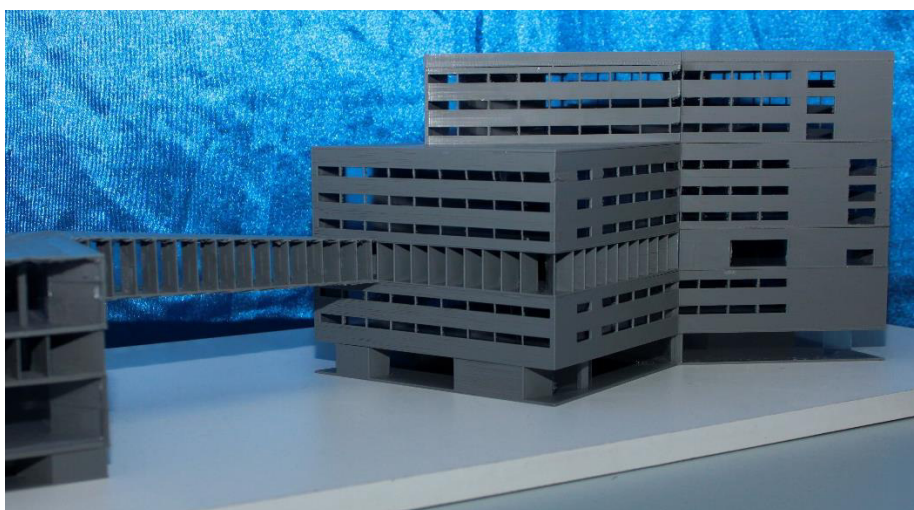
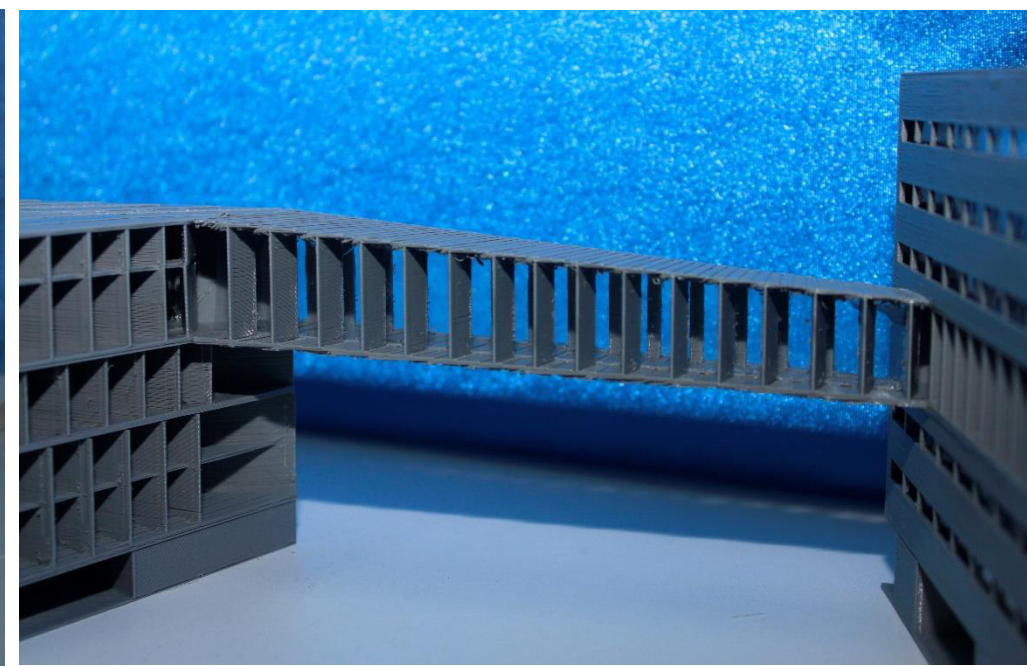
A continuació, s'adjunten un seguit d'imatges de diferents errors, on el mes comuns son:

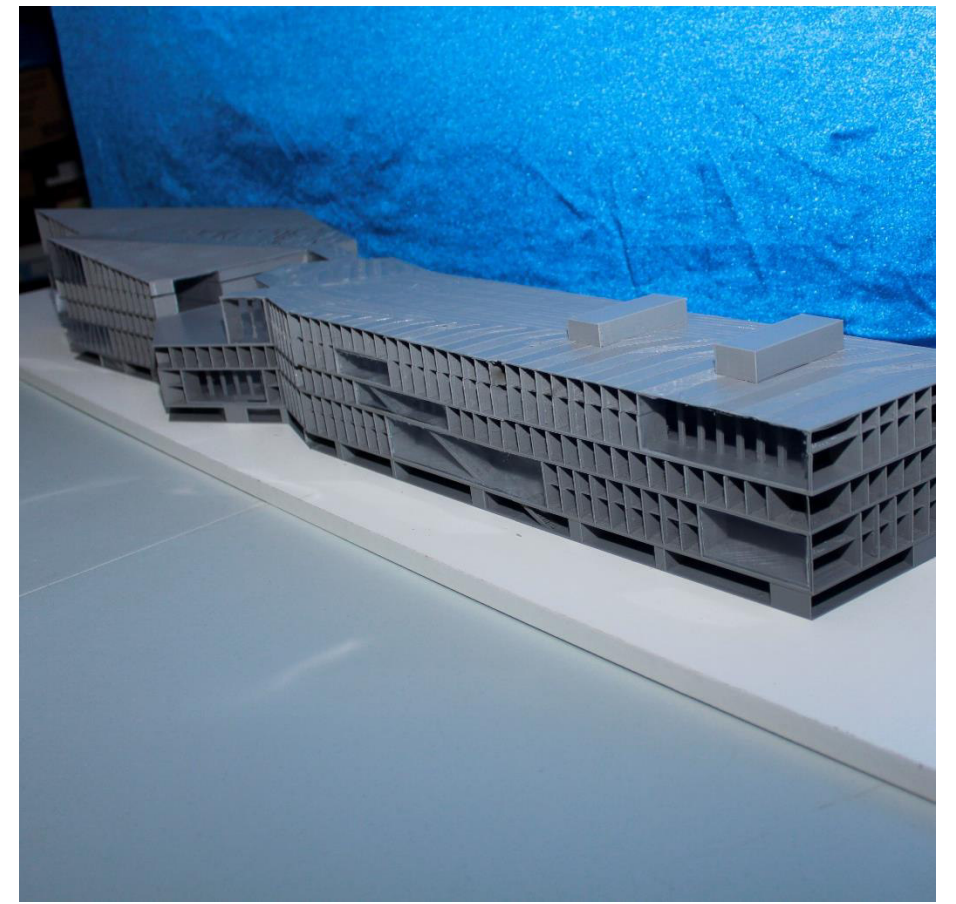
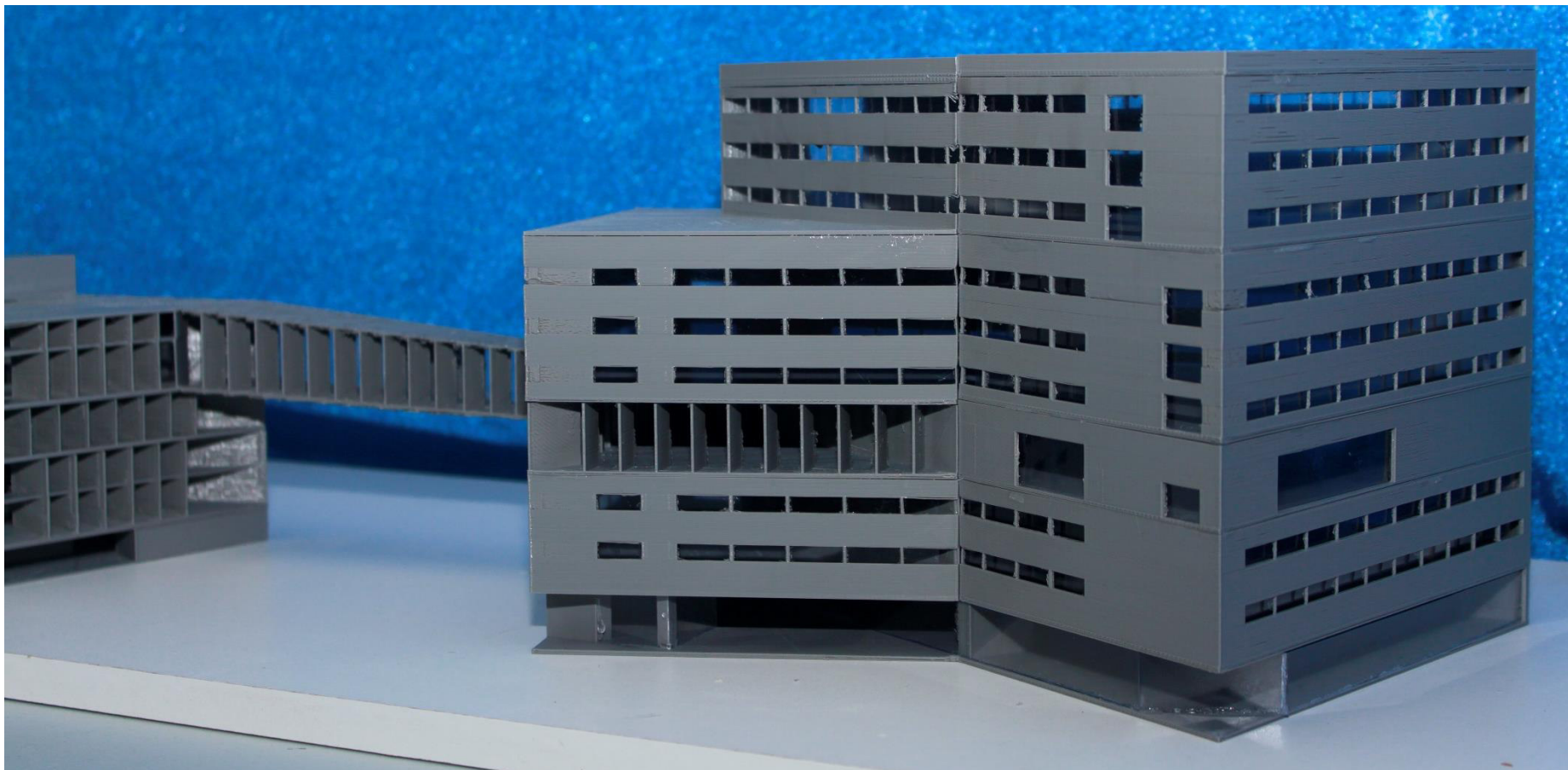
- Aixecament per falta d'adherència de una de les parts de la peça.
- Acabament de fil per consum excessiu o error amb el càlcul d'aquest al programa.
- Moviment del vidre de la base d'impressió degut a un enganxament.
- Falta d'alguna part necessària de la peça.
- Qualitat deficient o precària.





VII. Maqueta 3D





10. Referències bibliogràfiques

- <https://pcongressosdepalma.palma.cat>
- <https://teodolito.top/estacion-total/>
- <https://polaridad.es/gcode-cura-imprimir-3d/>
- <https://www.impresoras3d.com>