



Projecto Digital

Modelação Tridimensional em Arquitectura

Maquete Virtual da Vila da Fuzeta

Bruno Miguel Matos Ruas

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Arquitectura

Júri

Orientador: Prof^ª Maria Helena Neves Pereira Ramalho Rua

Presidente: Prof. Teresa Frederica Tojal de Valsassina Heitor

Vogal: Prof^ª Ana Paula Filipe Tomé

Dezembro de 2013

i. RESUMO

A presente dissertação constitui um relatório sobre o desenvolvimento das tecnologias de apoio ao estudo, simulação e demonstração de obras de arquitetura e engenharia, nomeadamente sobre a aplicação das ferramentas de modelação tridimensional na produção de maquetes virtuais, bem como na exploração e análise de técnicas a implementar sobre as mesmas.

Para esse efeito é estabelecido um relato exaustivo no qual é explicado o processo detalhado de modelação e desenvolvimento de uma maquete tridimensional da Vila da Fuzeta, localizada no Algarve, em Portugal, assim como os problemas levantados durante a execução do projeto e as alternativas optadas para os solucionar.

De seguida, no contexto de desenvolvimentos futuros, são inferidas as diferentes interligações das principais tecnologias de modelação, visualização e análise disponíveis, bem como a sua influência no atual processo de Arquitetura, salientando quais os principais benefícios dessas mudanças.

Por fim, saliente-se ainda que o desenvolvimento do caso de estudo serviu como instrumento de suporte a um trabalho de doutoramento, ainda em curso, sobre as tipologias da construção tradicional da vila da Fuzeta, o que permitiu validar o processo de modelação proposto.

PALAVRAS-CHAVE:

Modelação tridimensional

Maquete virtual

Simulação urbana

Arquitectura tradicional / Abóbadas

ii. ABSTRACT

The present dissertation constitutes a report on the development of technologies that aid in the simulation and demonstration of works of architecture and engineering, particularly on the application of three-dimensional modelling tools in the production of virtual models, as well as the exploration and analysis techniques to be implemented on them.

For this purpose an exhaustive account is established, in which is explained the detailed process modelling and development of a three-dimensional model of the Vila da Fuzeta, located in Algarve, Portugal, as well as the problems raised during the execution of the project and alternatives opted to solve them.

Then, in the context of future developments, different interconnections between the main modelling, visualization and analysis technologies available are inferred, as well as their influence on the current process of Architecture, with special emphasis on the main benefits of these changes.

Lastly, it is noted that the development of this case study functions as a support tool for a Doctorate's dissertation, still in development, on the main traditional construction typologies present in Vila da Fuzeta, allowing the validation of the proposed modelling project.

KEYWORDS:

Three-dimensional Modelling

Virtual Model

Urban Simulation

Traditional Architecture / Domes

iii. AGRADECIMENTOS

A execução deste projeto não teria sido possível sem a ajuda e a motivação por parte de grupos e pessoas que ao longo destes meses me apoiaram na recolha de informação, aquisição de material e na realização da dissertação. Sem todos estes intervenientes não teria sido possível trabalhar nesta nova área relativamente pouco explorada e receber conhecimento destas novas tecnologias de apoio à arquitetura e à engenharia. A todos os seguintes mencionados, agradeço:

- ✓ à professora Teresa Heitor, por me ter sugerido este trabalho e pela ajuda e apoio que tem vindo a proporcionar, mesmo muito antes desta dissertação;
- ✓ à professora Helena Rua, pelo acompanhamento no desenvolvimento e na organização do trabalho;
- ✓ à Mafalda Pacheco, que, para além de ter fornecido os elementos-base necessários para a execução deste trabalho, esteve sempre pronta a ajudar e apoiar o desenvolvimento do projeto;
- ✓ aos meus colegas de curso, nomeadamente à Ana Gil e à Sónia Ildefonso por me terem introduzido e fornecido informação variada sobre vários programas e softwares;
- ✓ ao professor Aurélio Nogueira, que apesar de se encontrar no Brasil durante todo o período que decorreu na produção desta dissertação, não deixou de demonstrar apoio e de fornecer informação sobre vários tópicos que vieram a servir de auxílio;
- ✓ à Biblioteca Municipal da Fuzeta, por permitir o acesso a arquivos guardados da História da Vila da Fuzeta, e por permitir a utilização do seu espaço para desenvolvimento de trabalho aquando a minha estadia temporária na localidade;
- ✓ aos meus pais e os meus avós, pela paciência, ajuda e apoio que têm vindo a fornecer, não só no acompanhamento desta tese, mas no decorrer de toda a minha vida.

iv. ÍNDICE

i.	RESUMO	iii
ii.	ABSTRACT	v
iii.	AGRADECIMENTOS	vii
iv.	ÍNDICE	ix
v.	ÍNDICE DE FIGURAS, TABELAS E DIAGRAMAS	xi
1.	INTRODUÇÃO	1
2.	A VILA DA FUZETA	5
2.1.	MODELAÇÃO DO TERRENO	7
2.2.	MODELAÇÃO DAS HABITAÇÕES	11
2.2.1.	Tipologia “Cerca”	13
2.2.2.	Tipologia “Igreja”	19
2.2.3.	Tipologia “Dupla”	21
2.3.	MODELAÇÃO DE COMPONENTES	25
2.4.	MODELAÇÃO DA ENVOLVENTE	27
2.5.	INSERÇÃO DOS EDIFÍCIOS	29
2.6.	MODELAÇÃO DA LINHA DO COMBOIO	31
2.7.	INTEGRAÇÃO DO CONJUNTO: PROJETO FUZETA	35
3.	APLICAÇÕES E UTILIDADES	39
3.1.	DWF (Design Web Format)	41
3.2.	Georreferenciação KML/KMZ	43
3.3.	Industry Foundation Classes	45
3.4.	Robot Structural Analysis	47
3.5.	DesignBuilder	49
3.6.	CityEngine & UCL DepthMap	51
3.7.	Unity3D	55
4.	CONCLUSÕES	57
	REFERÊNCIAS	61
	ANEXOS	63

v. ÍNDICE DE FIGURAS, TABELAS E DIAGRAMAS

<i>Fig. 1: Exemplos de objectos “impressos” com recurso à modelação tridimensional. Devido à sua complexidade, não seria possível a sua criação manual como peça única</i>	1
<i>Fig. 2: Exemplo de uma maquete virtual, mais especificamente a cidade de Londres, no Reino Unido</i>	2
<i>Fig. 3: Núcleo histórico da Vila da Fuzeta. As ruas demarcadas são a Rua Dr. Manuel da Silva Ramos (azul), a Rua Magalhães Lima (verde), e a Rua Dr. Virgílio Inglês (amarelo)</i>	5
<i>Fig. 4: Ficheiro CAD original da Vila da Fuzeta</i>	7
<i>Fig. 5: Ortofotomapa da Vila da Fuzeta (Google Earth), executado por foto-montagem (Adobe Photoshop CS 6)</i>	8
<i>Fig. 6: Imagem da aplicação do ortofotomapa como textura de terreno</i>	9
<i>Fig. 7: Planta de distribuição das divisões da habitação tipo “Cerca”</i>	13
<i>Fig. 8: Acesso à cobertura por escadas</i>	14
<i>Fig. 9: Abóbadas de berço em arcos abatidos na tipologia “Cerca”</i>	15
<i>Fig. 10: Modelação das três tipologias de cobertura da habitação “Cerca” num único ficheiro de famílias</i>	16
<i>Fig. 11: Diferentes coberturas da tipologia “Cerca”, possíveis de ativar conforme o necessário</i>	16
<i>Fig. 12: Planta de distribuição de espaços da tipologia “Igreja”</i>	19
<i>Fig. 13: Fachada detalhada da moradia tipo “Igreja”</i>	20
<i>Fig. 14: Pormenor da cobertura plana no anexo da habitação “Igreja”</i>	20
<i>Fig. 15: Planta de distribuição de espaços da tipologia “Dupla”</i>	21
<i>Fig. 16: Axonometria aérea da tipologia “Cerca”</i>	22
<i>Fig. 17: Corte da tipologia “Cerca”, demonstrando as uniões e formatos da cobertura</i>	23
<i>Fig. 18: Desenho da moldura das portas das habitações, que será utilizada como guia para as extrusões</i>	25
<i>Fig. 19: Elementos decorativos das fachadas após a sua extrusão, neste caso para a tipologia “Dupla”</i>	26
<i>Fig. 20: Selecção de um conjunto específico de layers para serem elevados de acordo com a altura do edifício (neste caso, foram seleccionadas todas as layers que terminam os seus nomes em “_P0”)</i>	27
<i>Fig. 21: Selecção de um conjunto específico de layers que serão elevadas de acordo com a topografia (neste caso, as layers diferenciam-se pelo seu nome começar em “N02_”)</i>	28
<i>Fig. 22: Resultado final das elevações dos blocos de casas, quer em altura, quer na topografia</i>	28
<i>Fig. 23: Perspectiva aérea da inserção dos blocos de casas</i>	30
<i>Fig. 24: Inserção da tipologia “Dupla” com a sua envolvente</i>	30
<i>Fig. 25: Perfil do carril para a linha do comboio</i>	31
<i>Fig. 26: Exemplar das travessas que constituem os caminhos-de-ferro</i>	32

<i>Fig. 27: Os caminhos-de-ferro aplicados no terreno do projecto completo</i>	33
<i>Fig. 28: Perspectiva dos carris em relação aos blocos de casas. Note-se a elevação em relação ao terreno</i>	33
<i>Fig. 29: Exemplos da tipologia de habitação “Cerca” na Rua Dr. Manuel da Silva Ramos</i>	36
<i>Fig. 30: Exemplo da tipologia de habitação “Dupla”, na Rua Magalhães Lima</i>	36
<i>Fig. 31: Habitação de tipologia “Igreja”, na Rua Dr. Virgílio Inglês</i>	37
<i>Fig. 32: Perspectiva aérea da maquete virtual da Fuzeta</i>	37
<i>Fig. 33: Modelo da tipologia “Dupla” exportado em DWF. Note-se na barra lateral do lado esquerdo que só é possível fazer selecções das vistas disponibilizadas pelo autor</i>	41
<i>Fig. 34: Exemplo de aplicação de um modelo Revit em Google Earth</i>	44
<i>Fig. 35: Exemplo da compatibilidade entre diferentes softwares com recurso ao formato IFC</i>	45
<i>Fig. 36: Resumo da aplicação do software RSA</i>	47
<i>Fig. 37: Exemplo de conversão de Revit para DesignBuilder</i>	49
<i>Fig. 38: Exemplo do ambiente de trabalho do CityEngine</i>	51
<i>Fig. 39: Modelo Revit importado para CityEngine</i>	52
<i>Fig. 40: Resultado de uma análise gráfica em DepthMap à cidade de Washington, EUA. As linhas vermelhas representam as ruas com mais actividade e interconectividade</i>	53
<i>Fig. 41: Ambiente de trabalho do software Unity3D, juntamente com um exemplo de um interior de uma habitação modelada. A aplicação deste software na área da Arquitectura pode resultar numa grande flexibilidade de visualização de projectos complexos para o público</i>	55
<i>Fig. 42: Projecção holográfica de um modelo tridimensional da Torre de Pisa</i>	59
<i>Tabela 1: Descrição crítica dos principais softwares utilizados no processo de modelação</i>	3
<i>Tabela 2: Resumo das descrições, aplicações, vantagens e inconvenientes das diferentes tecnologias de análise e modelação tridimensional</i>	39
<i>Diagrama 1: Esquema de “workflow” do Projecto Fuzeta</i>	35

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais se fazem notar as tecnologias de modelação e projecção virtual de obras de construção existentes para auxílio nas áreas da Arquitectura e da Engenharia. De facto, o recurso ao modelo tridimensional virtual tem crescido não só nestas áreas, mas em praticamente todas as áreas do mercado que envolvem a produção de objectos artísticos.

Em comparação, o traçado através do desenho ou das maquetes tradicionais possui vantagens em relação ao modelo tridimensional e às maquetes virtuais, principalmente quando se olha para áreas como a Moda ou o Artesanato Tradicional. Mas para outras áreas de trabalho, como a Arquitectura, a Engenharia ou o Design em geral, actualmente obtém-se mais benefícios da modelação tridimensional, vantagens essas cada vez mais desenvolvidas para melhorar a rapidez e a qualidade de execução dos projectos.

Por exemplo, a renderização de modelos tridimensionais realistas é perfeitamente executável num grau de qualidade que torna o render quase indistinguível de uma fotografia, visto que o modelo tridimensional é mais flexível para obtenção de imagens fotorealistas, sem sacrificar a sua qualidade ao mesmo tempo que é um processo mais facilitado do que o de uma fotografia de um edifício, porque se pode controlar quer os componentes a considerar nessa cena quer os elementos atmosféricos. Da mesma forma, torna possível aos técnicos, independentemente da sua experiência, tirarem partido desta tecnologia, criando modelos de uma única peça com zonas ocas no seu interior, pois uma peça modelada virtualmente pode ser depois impressa de uma só vez, como uma peça única (Fig. 1).



Fig. 1: Exemplo de objecto impresso com recurso à modelação tridimensional. Devido à sua complexidade, não seria possível a sua criação manual como peça única. (Fonte: Proto3000.com (2013))

Tal como diferentes áreas beneficiam da modelação tridimensional, na Arquitectura também se recorre a este tipo de tecnologia (Fig. 2). Entre algumas vantagens do recurso ao virtual, quando comparado com métodos mais tradicionais de modelação manual de maquetes ou o desenho manual, estão:

- melhor capacidade de visualizar todos os tipos de edifícios, de uma forma flexível, rápida e eficaz;
- possibilidade de verificação de erros de concepção e de execução antes destes virem a ocorrer, na fase de construção;
- melhores perspectivas da futura compartimentação interior (tais como, interiores de cozinhas, casas-de-banho ou escritórios);
- criação de visitas e passeios virtuais;
- melhor eficácia de marketing e melhores ferramentas para publicidade;
- renderizações com componentes personalizados;
- quantidade mínima de erros nas revisões de projecto;
- melhor coordenação e comunicação entre engenheiros, arquitectos e empreendedores;
- utilização e pré-visualização de materiais optimizada;
- custos de projecto efectivamente reduzidos.



Fig. 2: Exemplo de uma maquete virtual, mais especificamente a cidade de Londres, no Reino Unido. (Fonte: Vertex Modelling (2013))

Razões mais do que suficientes para justificarem a grande divulgação desta tecnologia. Assim, quando me foi sugerido desenvolver um modelo de cidade no contexto de dissertação de final de curso, afigurou-se constituir uma excelente oportunidade de explorar este tipo de aprendizagem, onde a sequência do processo de modelação pudesse ser utilizado como base de discussão e ensinamento a trabalhos futuros.

O conteúdo desta dissertação demonstra um exemplo do processo de modelação urbana, mais especificamente da Vila da Fuzeta, localizada no Algarve. Será explicada a modelação de habitações individuais e a sua inserção no ambiente urbano modelado com o recurso a softwares de modelação tridimensional (Tabela 1), e a possibilidade de exploração de outros softwares com diferentes utilidades para a modelação e simulação tridimensional virtual, num contexto de desenvolvimentos futuros.

Tabela 1: Descrição crítica dos principais softwares utilizados no processo de modelação

PROGRAMA	DESCRIÇÃO	ÍCONE	VERSÃO
Autodesk® AutoCAD®	Ferramenta de desenho e modelação 3D em formato CAD (Computer Assisted Design).		Architecture 2013 Version G 55.0.0
Autodesk® Revit®	Programa especializado na projecção e modelação em formato BIM (Building Information Modeling).		2013 - Build 20120221_2030(x64) 2014 - Build 20130722_2115(x64)
Adobe® Photoshop®	Software de manipulação, modificação e melhoria de imagem.		CS6 Version 13.0 x64
Google® Earth®	Garante acesso a imagens de satélite de diversos locais do globo.		7.1.1.1888

Assim, a presente tese foi estruturada de forma a, no primeiro capítulo fazer uma pequena introdução ao trabalho. No segundo capítulo, descrever o processo de modelação que, por sua vez, foi separado em terreno, edifícios, componentes arquitetónicos, agregação dos elementos e outros pormenores. No terceiro capítulo, são analisadas as principais vantagens e inconvenientes do processo, especialmente no que diz respeito à conversão de ficheiros e à utilização de softwares que potenciam análises específicas ao modelo tridimensional, incluindo análises estruturais, ambientais, espaciais e simulações. E, por fim, no quarto capítulo tecem-se as conclusões do trabalho.

2. A VILA DA FUZETA

A vila da Fuzeta localiza-se na zona do sotavento algarvio, mais precisamente a 20 quilómetros para Este da cidade de Faro. Presentemente estende-se por uma área a Sul da Estrada Nacional 125 e a Norte da margem costeira, mas o seu núcleo histórico corresponde à zona delimitada pela Estrada Nacional 125-5, pela Rua General Humberto Delgado e pela linha dos caminhos-de-ferro.



Fig. 3: Núcleo histórico da Vila da Fuzeta. As ruas demarcadas são a Rua Dr. Manuel da Silva Ramos (azul), a Rua Magalhães Lima (verde), e a Rua Dr. Virgílio Inglês (amarelo). (Fonte: Google Earth (2013))

Para efeitos de modelação, e uma vez que o trabalho versava as tipologias construídas nos finais do séc. XIX e inícios do séc. XX, optou-se por delimitar a malha urbana de forma detalhar esse núcleo histórico (Fig. 3), também para ir ao encontro dos objectivos do trabalho de doutoramento que visa a análise das diferentes tipologias de habitação presentes na Fuzeta.

A malha urbana modelada, essencialmente ortogonal e composta por lotes homogéneos, corresponde ao Núcleo Histórico, em que a tipologia dos edifícios se desenvolve de acordo com aquilo que foi classificado por “Cerca”, “Igreja” e “Dupla”. A tipologia “Cerca” distingue-se por ser do tipo lote estreito e de distribuição lateral, vencendo vários desníveis de terreno; a “Igreja” distingue-se da anterior por se desenvolver num lote mais comprido e sem desníveis; a “Dupla” trata-se de um lote de maior frente, de distribuição central.

O objectivo da maquete virtual é de dispor de uma base representativa da malha urbana da Vila da Fuzeta, bem como da simulação dos casos de estudo das tipologias habitacionais, que permitissem visualizar e analisar diferentes períodos históricos, num trabalho em contínuo desenvolvimento.

Uma vez que se pretendia dispor de uma maquete multifuncional que conjugasse elementos gráficos com outros descritores de texto, sem que isso acarretasse linguagens de programação específicas, optou-se por desenvolver o modelo em Revit.

2.1. Modelação do Terreno

A informação topográfica utilizada corresponde aos dados – curvas de nível, pontos cotados e linhas de água, (base à escala 1:10.000) em formato digital – obtidos junto dos serviços municipalizados.

Para a modelação do terreno, utilizou-se o comando disponível em Revit que gera automaticamente uma superfície topográfica através da importação de um ficheiro que possua as curvas de nível (separador “Massing & Site”, selecciona-se “Toposurface”, seguido de “Create from Import” e de “Select Import Instance”). Por uma questão de simplificação e de eficácia, e dada a extensão da área de estudo, recorreu-se a um ficheiro contendo apenas as curvas de nível e uma referência de localização para a inserção de outras plantas CAD em fases posteriores. Estando essa relação ativa – link entre modelo Revit e desenho CAD – pode proporcionar-se a atualização automática dos dados.

Deste modo, sempre que, em fases posteriores, foi necessário fazer aferições ao terreno, as mesmas foram efetuadas com recurso à planta de CAD como guia de orientação (Fig. 4), o que possibilitou corrigir esses erros imediatamente, tais como, por exemplo, seleccionar todos os pontos cotados da zona do rio e atribuir-lhes um valor nulo da superfície da água. Do mesmo modo, também foi possível fazer a inserção de novos pontos com alturas definidas pelo modelador com recurso à ferramenta “Place Point” enquanto se modifica o terreno. A visualização desses troços e sua comparação com o existente permitiu uma boa aproximação à pormenorização do terreno, cujo procedimento pode ser implementado em qualquer fase da modelação, e assim modifica-lo e corrigi-lo continuamente.

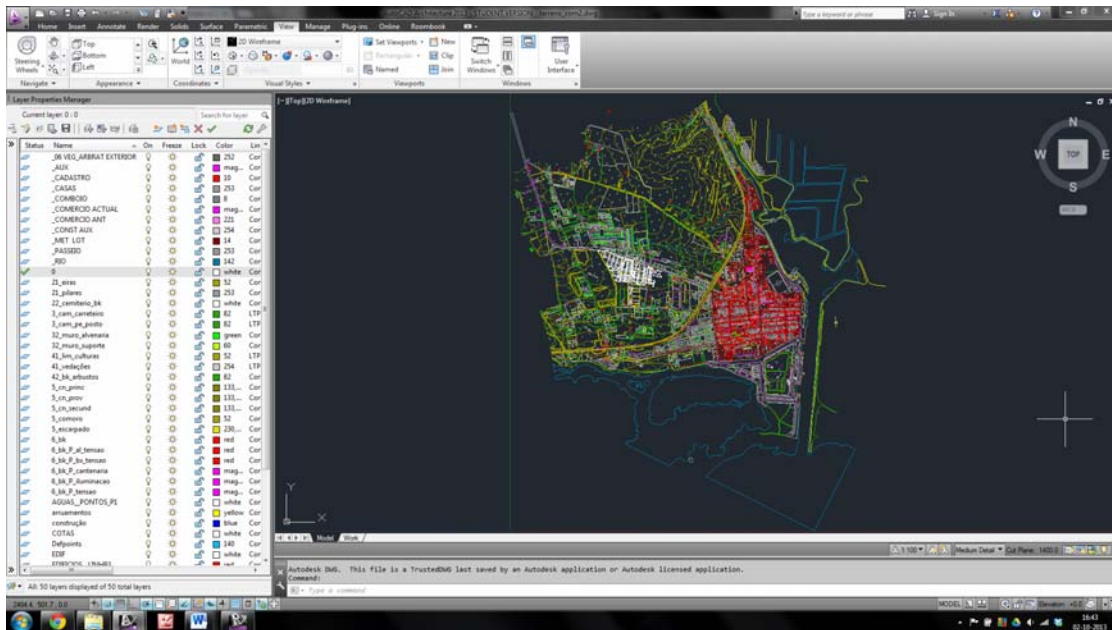


Fig. 4: Ficheiro CAD original da Vila da Fuzeta.

Após a modelação do terreno, será útil atribuir-lhe uma textura. Na barra “Properties”, com o terreno seleccionado, na opção “Material” vai-se escolher o material mais adequado. Inicialmente, o material escolhido para a textura do terreno foi “Asphalt, Pavement” mas, posteriormente, concluiu-se que seria melhor utilizar um ortofotomapa da Fuzeta, quer por uma questão de melhor qualidade de render final, como por uma questão de rigor e atualização dos dados na elaboração do modelo.

Para a elaboração das texturas foram utilizados dois tipos de software, o Google Earth para a captação de imagens e o Adobe Photoshop CS6 para o tratamento e unificação das imagens obtidas (Fig. 5). Utilizando o Google Earth, procedeu-se em primeiro lugar à pesquisa da localização da vila da Fuzeta, identificando e delimitando a área a utilizar de acordo com os ficheiros CAD fornecidos. Após a delimitação verificou-se a necessidade de realizar a obtenção de várias imagens, isto é, compor a zona delimitada a partir de uma grelha de 15 imagens de 1680 x 1050 pixels, obtendo assim uma qualidade de definição que permita a elaboração de uma imagem geral (textura) com as propriedades necessárias para o modelo.



Fig. 5: Ortofotomapa da Vila da Fuzeta (Google Earth), executado por foto-montagem (Adobe Photoshop CS 6).

Após a recolha das várias imagens necessárias, procedeu-se ao “crop” das extremidades das imagens para melhor definição dos limites. Segue-se a colocação das 15 imagens retiradas num novo ficheiro com a dimensão total de 6.000 por 6.000 pixels. Cada imagem possui a sua layer específica, sendo alinhadas em 5 filas de 3 imagens cada. Procedeu-se ao seu alinhamento linha a linha, ou seja, após movê-las para as colocar numa posição aproximada, recorre-se ao teclado para mover a imagem pixel a pixel, até estas estarem perfeitamente alinhadas entre si. Este processo é auxiliado com a alteração da transparência de todas as imagens de 100% para 40%, para ser possível visualizar as sobreposições. Quando todas as imagens estiverem alinhadas, volta-se a definir os seus valores de opacidade para 100%, e utiliza-se o comando “Merge Layers” para combinar todas as imagens numa única layer, formando uma imagem única e contínua. Guarda-se a imagem final no formato JPG, visto que as imagens PNG, embora possuam melhor qualidade, não são aceites pelo Revit.

Finalmente, falta inserir o novo ortofotomapa como textura de terreno. Com o material “Asphalt, Pavement” atribuído ao terreno e seleccionado, na opção “Edit Material” vai ser alterada o valor “Generic” em “Appearance Properties” da textura de forma a que a imagem reproduzida seja a do ortofotomapa. Clicando em “Image”, seguido de “Source”, escolhe-se o ficheiro de imagem pretendido, e depois, com recurso às opções “Position” e “Scale” vão ser alterados a escala da imagem e a sua posição no mapa. Este será um processo de tentativa e erro, uma vez que não existem referências comuns aos dois ficheiros, que terá de ser repetido várias vezes até a imagem corresponder às plantas CAD importadas. Noutros softwares como ArcGIS e CityEngine este processo seria muito mais rápido e facilitado (através da coerência entre sistemas de coordenadas). O Revit não possui ferramentas de tratamento de terreno tão eficazes porque o programa não é vocacionado para a modelação de complexos urbanos (Fig. 6).

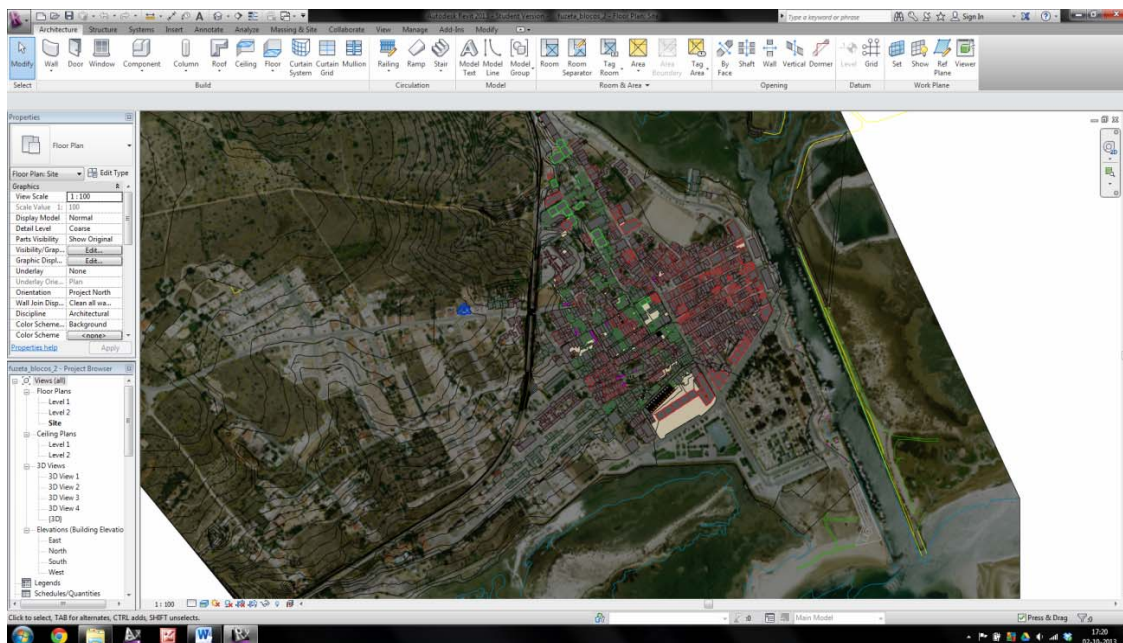


Fig. 6: Imagem da aplicação do ortofotomapa como textura de terreno.

2.2. Modelação das Habitações

Como já referido anteriormente, existem três tipologias de habitação que foram modeladas com maior detalhe, para posteriormente serem inseridas no modelo geral. As restantes habitações serão apenas volumes sólidos simples, que correspondem à casca dos edifícios; possuem uma volumetria adequada e encontram-se na respetiva posição topográfica.

Às três tipologias modeladas foram-lhes atribuídas nomes específicos, para facilitar a diferenciação entre os diferentes componentes: 1)“Cerca” – trata-se de uma das tipologias arquitectónicas mais comuns na Fuzeta, cujo conjunto mais homogéneo foi construído no limite urbano da Vila, e popularmente designado de “casas da Cerca”; 2)“Igreja” – principalmente visíveis nos lotes de menor dimensão de fachada, com alguns exemplares na área em redor da Igreja local; 3) “Dupla” – existentes em números reduzidos, ocupam dois lotes e que são mais compactas quando comparadas com as duas tipologias anteriormente referidas.

2.2.1. Tipologia “Cerca”

Esta tipologia de habitação é das mais frequentes na Fuzeta, especialmente na Rua Dr. Manuel da Silva Ramos e na Rua do Contra Almirante Marcelino Carlos (ver Fig. 3, pág. 5). A entrada da habitação faz-se junto a uma das paredes divisórias de lote, acedendo-se a um corredor que, por sua vez, permite aceder a um compartimento de duas janelas que confina com a fachada principal ou, então, aos compartimentos dos fundos. No fim do corredor encontram-se uma série de pequenas divisões e, nas traseiras, há também um pequeno espaço com uma escadaria que permite o acesso quer à cobertura em terraço, quer ao piso inferior (Fig. 7).

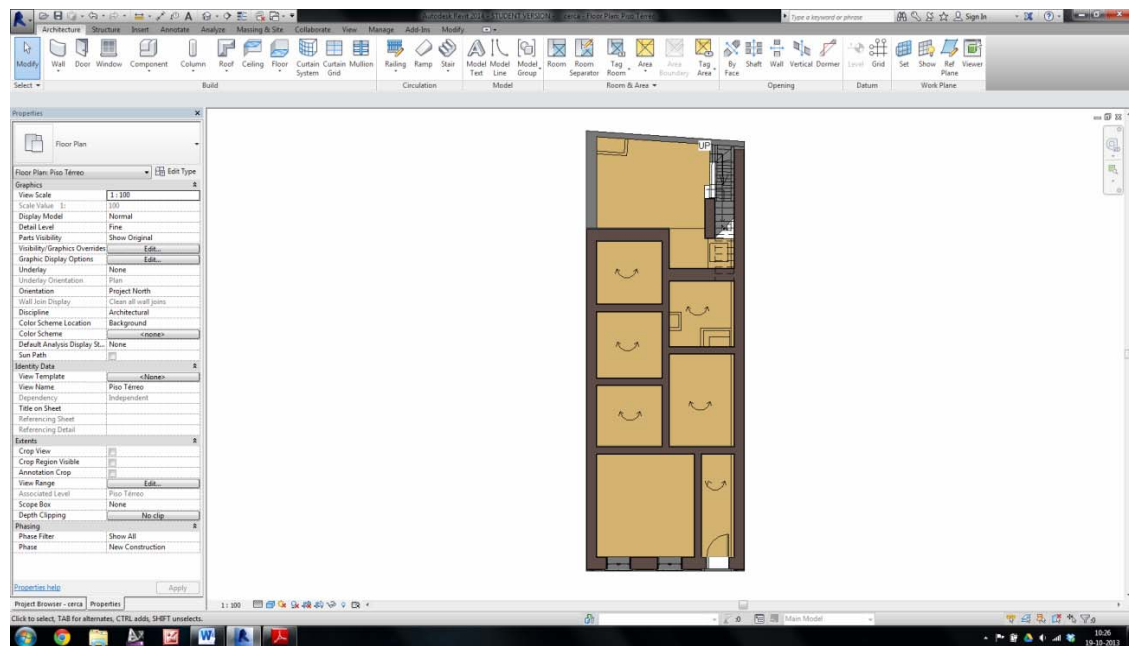


Fig. 7: Planta de distribuição das divisões da habitação tipo “Cerca”.

Para qualquer uma das tipologias de habitação, o processo de modelação em Revit é idêntico. Após importar as plantas em CAD, são utilizadas as várias ferramentas disponíveis para criação de elementos, nomeadamente paredes, pavimentos, vãos, acessos verticais e coberturas.

As paredes são executadas de uma forma rápida e directa. O Revit possui uma ferramenta denominada “Walls” no seradador “Architecture”. Com este comando activo, seleccionam-se dois pontos ao longo das linhas orientadoras do CAD que correspondem às paredes (Snap ativo). Os materiais constituintes das paredes são idênticos, sendo a única diferença a sua espessura. No comando “Edit Type” alteram-se os materiais de forma a que a primeira e a última camada sejam o equivalente a reboco de 25mm, e a camada intermédia – tijolo – com a espessura necessária para corresponder aos desenhos CAD. Todas as paredes para as três tipologias de habitação foram constituídas da mesma forma.

Os pavimentos são também criados com uma ferramenta chamada “Floor”, no separador “Architecture”. Outra vez, com a ajuda das plantas, desenham-se os limites do pavimento, que coincidem com os limites das divisões. Os materiais constituintes são opcionais mas, para este caso, optou-se por um pavimento de madeira.

Um componente de relevância para a tipologia “Cerca” é o acesso vertical. Para este ser criado utilizou-se a ferramenta “Stair”, mais uma vez no separador “Architecture”, seguido de “Stair by Sketch”. Pretende-se que as escadas tenham um total de 7 metros de altura, o que se traduz para um total de 23 degraus, com 30cm de espelho e 25cm de cobertor, num corredor de 60cm de largura. Com recurso ao desenho da escada já contido no CAD, desenham-se as linhas de “boundary”, que é o limite exterior da escada, neste caso em forma de L nos últimos degraus da base, e as linhas de “riser”, que dividem a escadaria em degraus. Opcionalmente também se define a escada em “Edit Type” como sendo “Monolithic Stairs” (Fig. 8).

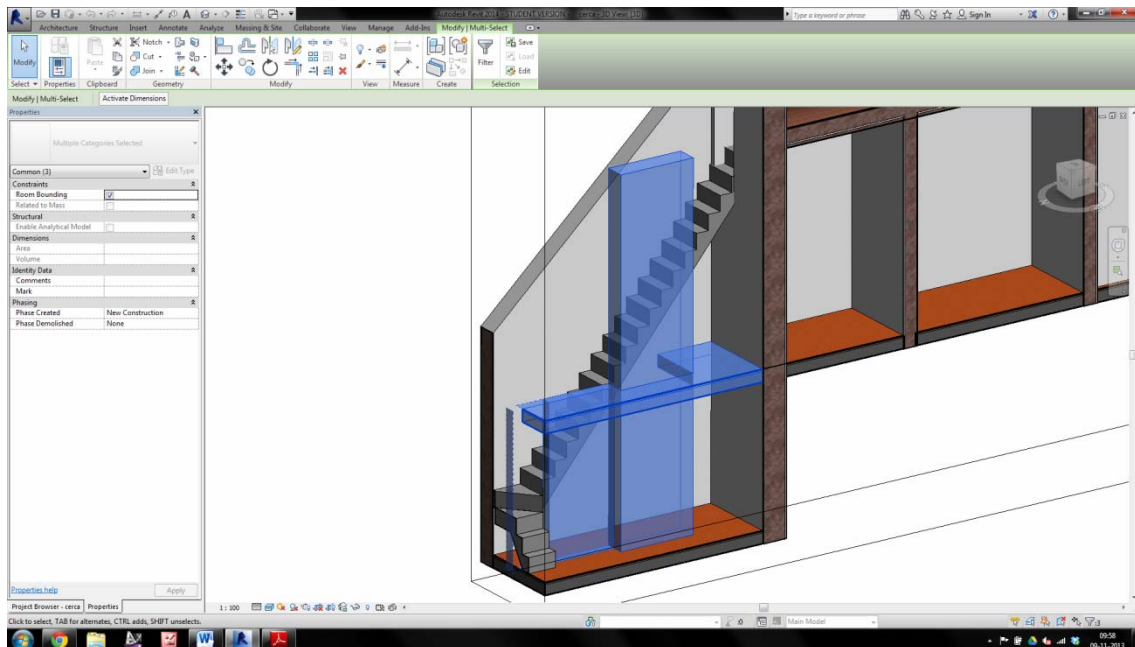


Fig. 8: Acesso à cobertura por escadas.

As coberturas em abóbada de berço abatido⁽¹⁾, presentes nas três tipologias, são executadas de forma semelhante. No separador “Architecture” selecciona-se a opção “Roof”, seguido de “Roof by Extrusion”. Será pedido para seleccionar um plano de referência, sendo que se deverá escolher uma parede perpendicular à cobertura. Será de notar que esta selecção só será possível com a vista 3D activa. Seguidamente, define-se um plano de vista que permita desenhar o perfil da cobertura, sendo este plano normalmente frontal à parede da qual a cobertura se vai projectar (Fig. 9).

⁽¹⁾ Abóbada de berço abatido é uma abóbada gerada por um arco abatido ao longo de um eixo longitudinal. (Teixeira, 1985, pág. 10)

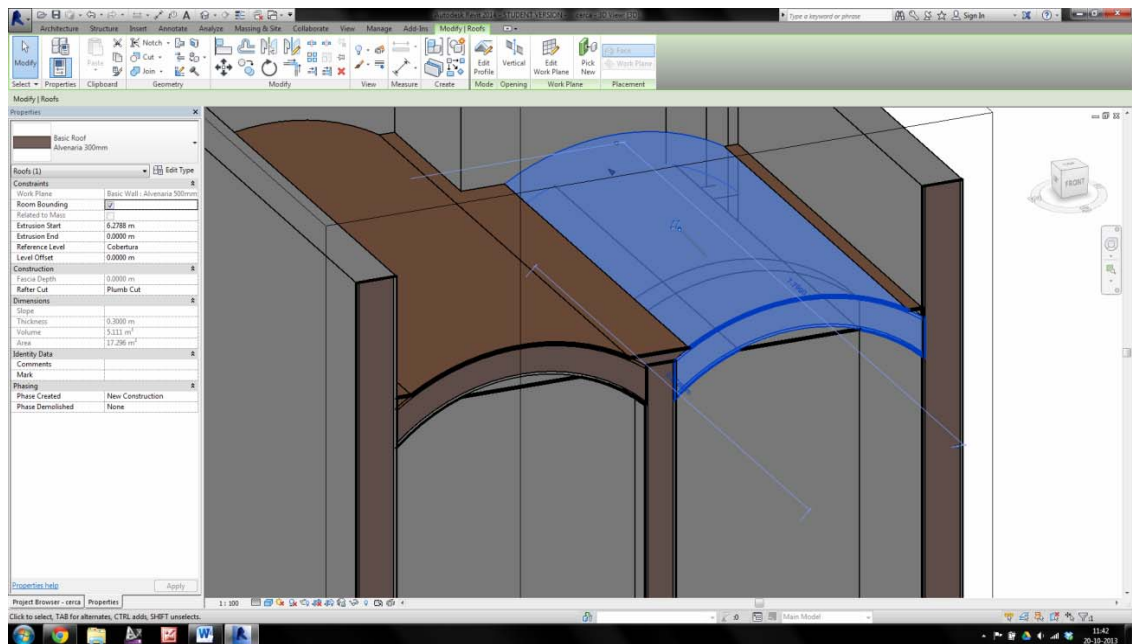


Fig. 9: Abóbadas de berço em arcos abatidos na tipologia “Cerca”.

Estas coberturas possuem um formato de um arco abatido. Após o seu desenho, deve-se recorrer a um “offset” das linhas do desenho em cerca de 30cm na direcção exterior ao arco. Corrige-se as intersecções com as paredes laterais e com os novos arcos resultantes, apagam-se os arcos originais, e conclui-se o desenho do perfil.

A habitação tipo “Cerca” possui um componente de maior complexidade formal que não é partilhado pelas outras habitações, nomeadamente a cobertura localizada na área da sala, imediatamente ao lado do corredor de entrada da habitação. Esta cobertura, composta por três soluções diferentes, foi desenvolvida através de uma família de elementos que, dependendo da localização da casa no mapa real, apenas terá uma dessas soluções activa de cada vez.

A criação deste componente começa com a abertura de um novo ficheiro de famílias Revit, utilizando o “Generic Model” como base. A intenção será modelar as três coberturas, e posteriormente alterar os parâmetros de visibilidade. A primeira cobertura é a mais simples, trata-se de uma cobertura plana com as mesmas dimensões da sala, é executada com recurso a um “extrude” rectangular simples, com 30cm de espessura.

A segunda cobertura, o tradicional telhado de quatro águas (telhado-de-tesouro) possui um formato piramidal quadrangular, sendo oca no seu interior (Fig. 10). Para este desenho recorre-se ao comando “Sweep”, em que o “Path” será o limite da sala, enquanto que o perfil, desenhado num dos alçados laterais, possui uma forma rectangular de 10mm de espessura e uma inclinação de 45° verticalmente em relação à sala.

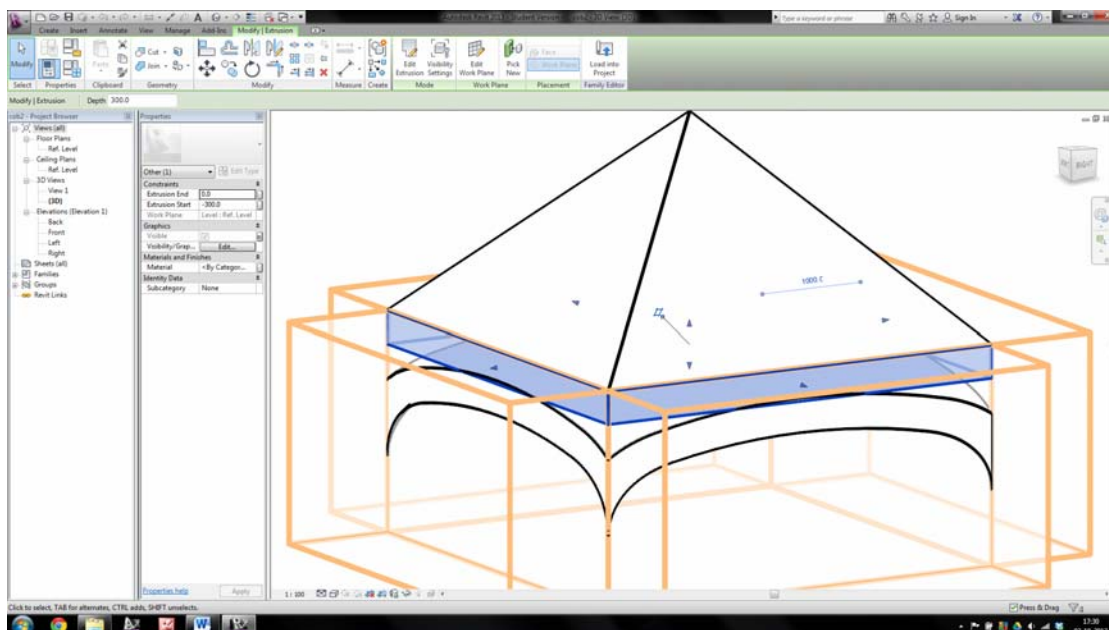


Fig. 10: Modelação das três tipologias de cobertura da habitação “Cerca” num único ficheiro de famílias.

O desenho da última cobertura – abóbada de vela⁽¹⁾ – será feito com a ferramenta “Revolve”. Num dos alçados laterais desenha-se a “Boundary”, com o formato de meio arco abatido, que começa no limite inferior da abóbada, seguido de um “Offset” de 30cm para cima. Como “Axis” utiliza-se uma linha vertical ao centro do rectângulo equivalente à sala. Finalmente, com recurso ao “Void Extrusion”, desenham-se paralelepípedos seguindo as arestas da divisão, cortando-se assim os excessos da abóbada que se estendem para fora dos limites da sala.

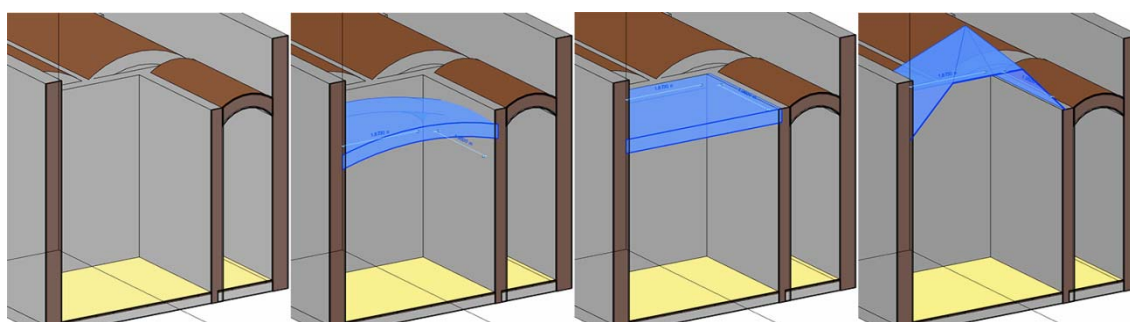


Fig. 11: Diferentes coberturas da tipologia “Cerca”, possíveis de ativar conforme o necessário.

⁽¹⁾ Abóbada de vela é uma abóbada esférica seccionada por quatro arcos verticais, que a inserem numa planimetria quadrada. (Rodrigues, Sousa e Bonifácio, 1990, pág. 15)

Com as três coberturas criadas, faltam definir os parâmetros de visibilidade. Para isso são criados novos parâmetros, um para cada cobertura, do tipo “Yes/No” no grupo “Graphics” (Fig. 11). Selecionando cada cobertura individualmente, associa-se o parâmetro de “Visibility” na barra lateral das propriedades, de forma a que cada parâmetro esteja interligado a cada cobertura. Finalmente pode-se utilizar o comando “Load to Project” para inserir o novo componente no ficheiro da casa da “Cerca”. Para alterar qual será a cobertura visível entre as três, selecciona-se o componente, e em “Edit Type” escolhe-se quais as coberturas ligadas ou desligadas.

2.2.2. Tipologia “Igreja”

Trata-se de uma tipologia de habitação unifamiliar, semelhante à da “Cerca”, caracterizada por um volume que ocupa a maioria do comprimento do lote da habitação (Fig. 12). A compartimentação interior é composta por quatro divisões, a que por vezes se acrescentam anexos localizados no pátio, consoante a dimensão do lote e resultantes de actuais intervenções. O formato da fachada assemelha-se ao da tipologia “Cerca” com a diferença de apenas possuir uma janela em vez de duas e de não se aceder diretamente ao corredor, por se tratar de um lote mais estreito.

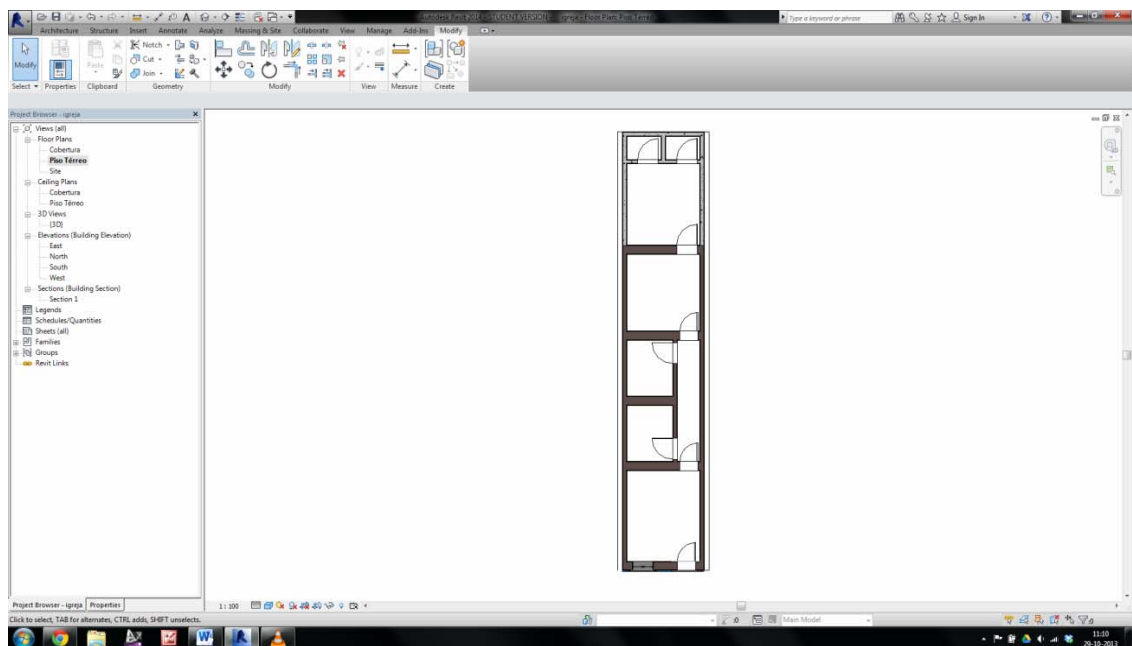


Fig. 12: Planta de distribuição de espaços da tipologia “Igreja”

Da mesma maneira, os formatos da janela e da porta são semelhantes aos da tipologia “Cerca”, daí que a mesma família de objectos criada em Revit pode ser utilizada para esta tipologia (Fig. 13).

A cobertura também foi alvo de execução semelhante à da cobertura abobadada da tipologia “Cerca”. No separador “Architecture” selecciona-se a opção “Roof”, seguido de “Roof by Extrusion”. Será pedido para seleccionar um plano de referência, sendo que se deverá escolher uma parede perpendicular à cobertura. Será de notar que esta selecção só será possível com a vista 3D activa. Seguidamente, define-se um plano de vista que permita desenhar o perfil da cobertura, sendo este plano normalmente frontal à parede da qual a cobertura se vai projectar. Tal como as coberturas na tipologia “Cerca”, elas têm uma forma de um arco abatido. Após o seu desenho, deve-se recorrer a um “offset” das linhas do desenho em cerca de 30cm na direcção exterior ao arco. Corrige-se as intersecções com as paredes laterais e com os novos arcos resultantes, apagam-se os arcos originais, e conclui-se o desenho do perfil.

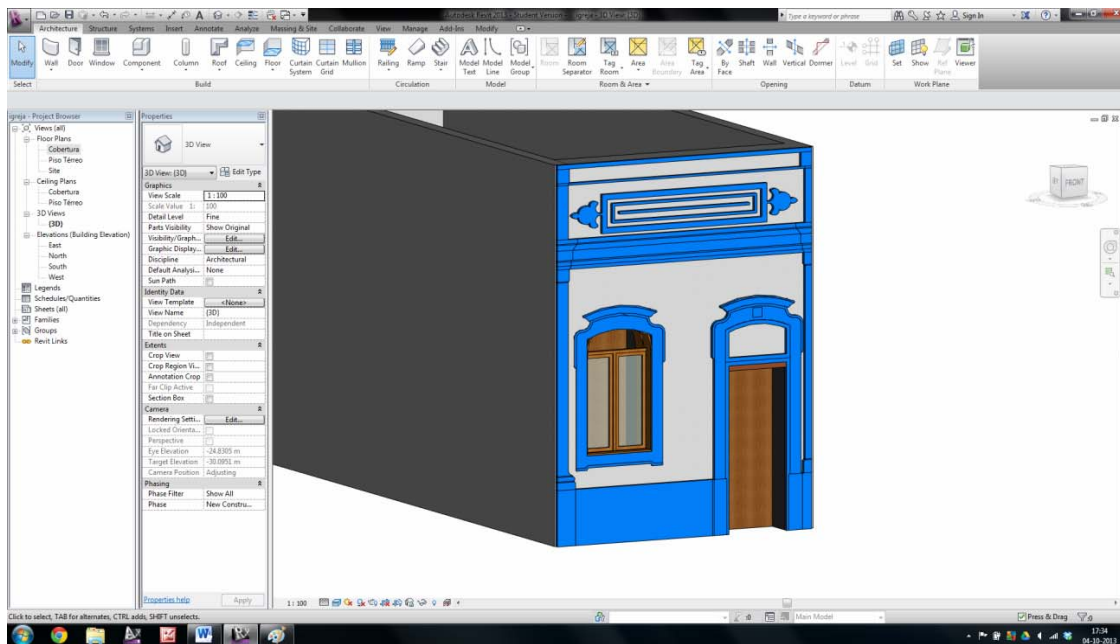


Fig. 13: Fachada detalhada da moradia tipo “Igreja”.

Os materiais de construção que constituem as paredes são iguais às da tipologia “Cerca”, com excepção do anexo nas traseiras da habitação que, de acordo com os dados do ficheiro CAD, serão inteiramente constituídas de betão. Este anexo possui ainda uma cobertura de tipologia plana, criada através da ferramenta “Roof”, seguido de “Roof by Footprint”, ambos no separador “Architecture”. Desenha-se um rectângulo correspondente aos limites exteriores do anexo, seleccionam-se todas as arestas e desliga-se a opção “Slope” para todas elas (Fig. 14).

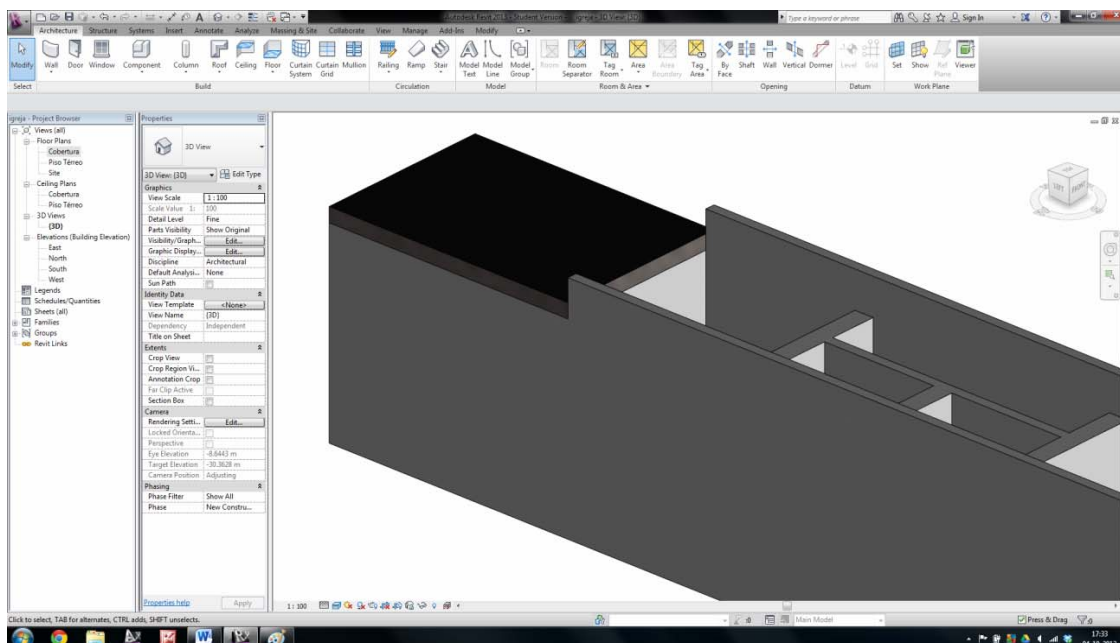


Fig. 14: Pormenor da cobertura do anexo da habitação “Igreja”.

2.2.3. Tipologia “Dupla”

As habitações de tipologia “Dupla” (Fig. 15), são caracterizadas por um pequeno corredor central, de entrada, que permite aceder a dois quartos confinantes com a fachada principal, e a um terceiro compartimento localizado nas traseiras normalmente utilizado como sala que, por sua vez, permite aceder a outros compartimentos localizados no fundo do lote.

Das três tipologias da vila da Fuzeta, a “Dupla” é a que mais se aproxima do formato quadrangular e compactado, quando comparada com a “Cerca” e “Igreja”, mais estreitas.

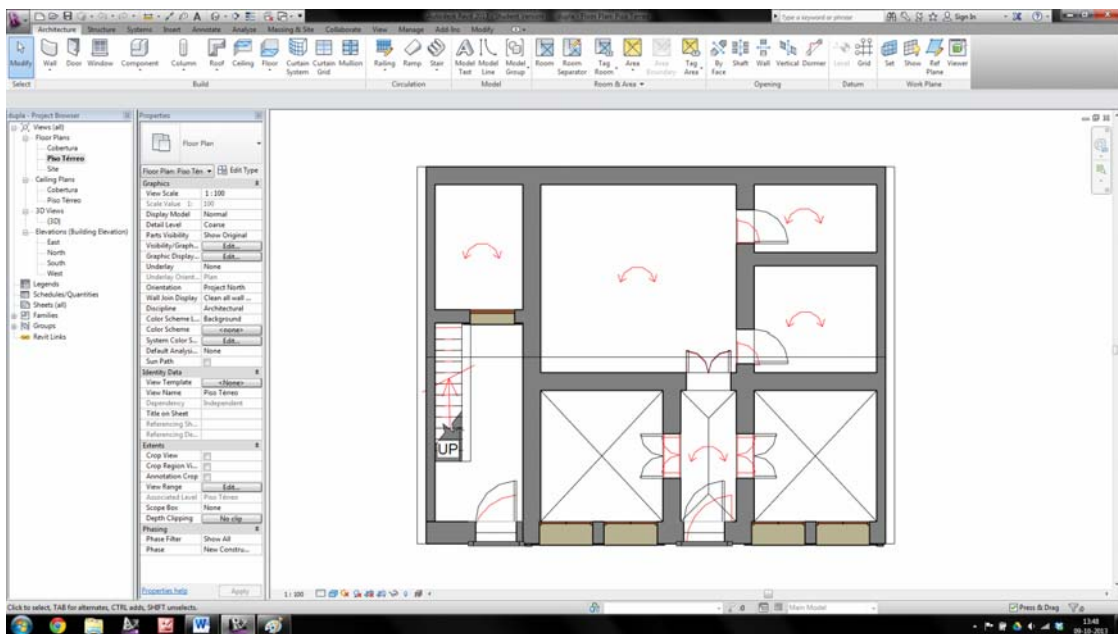


Fig. 15: Planta de distribuição de espaços da tipologia “Dupla”.

As coberturas da tipologia “Dupla” podem-se dividir em duas secções diferentes: uma, junto à fachada, que é composta por três coberturas de barrete de clérigo, sobrepostas por uma cobertura plana; e outra, composta por três coberturas de berço abatido, sobrepostas por uma única cobertura de várias curvaturas.(Fig. 17).

⁽¹⁾ Abóbada de barrete de clérigo é a que resulta da intersecção de duas abóbadas cilíndricas, cujas intersecções definem, no intradorso, ângulos côncavos. (Rodrigues, Sousa e Bonifácio, 1990, pág. 14)

Todas estas coberturas são efectuadas através do comando “Roof by Extrusion”, no separador Architecture, sempre pelo mesmo processo de execução: selecciona-se um plano de referência, ou seja uma parede, de onde a cobertura surge perpendicularmente; desenha-se um perfil com o formato de um arco abatido, seguindo-se um “offset” de 20cm para o exterior, tendo em atenção possíveis intersecções com as paredes laterais; finalmente, extrude-se o comprimento da cobertura ao das correspondentes divisões interiores. A única excepção será a cobertura plana da primeira secção, que é efectuado com recurso ao comando “Roof by Footprint”, em que se desenha um polígono em planta, que será o formato dessa cobertura.

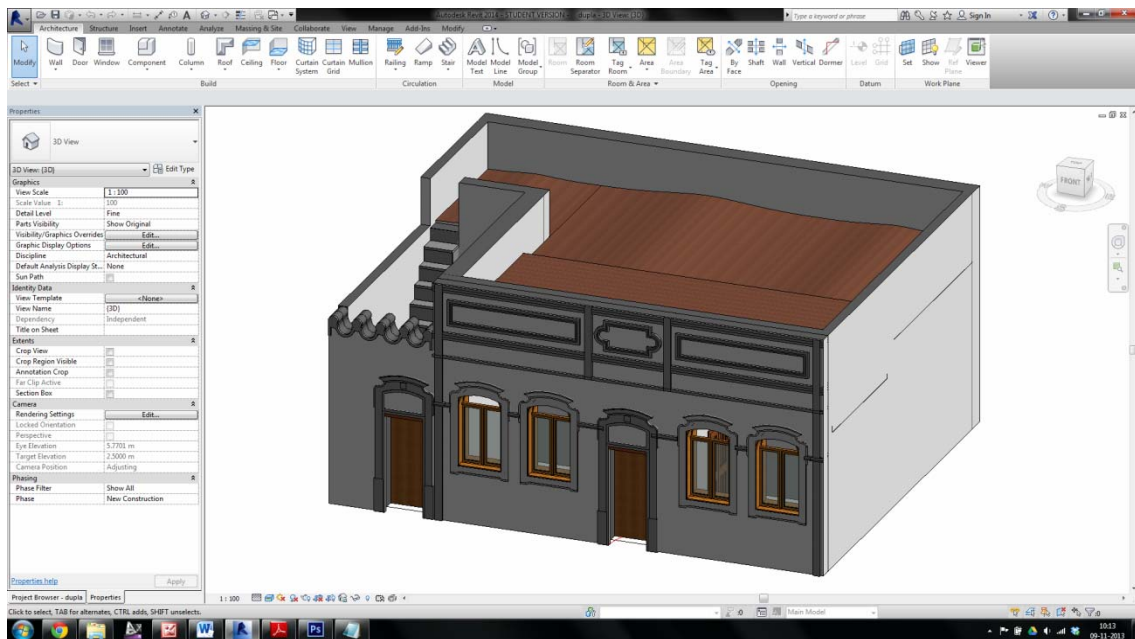


Fig. 16: Axonometria aérea da tipologia “Cerca”.

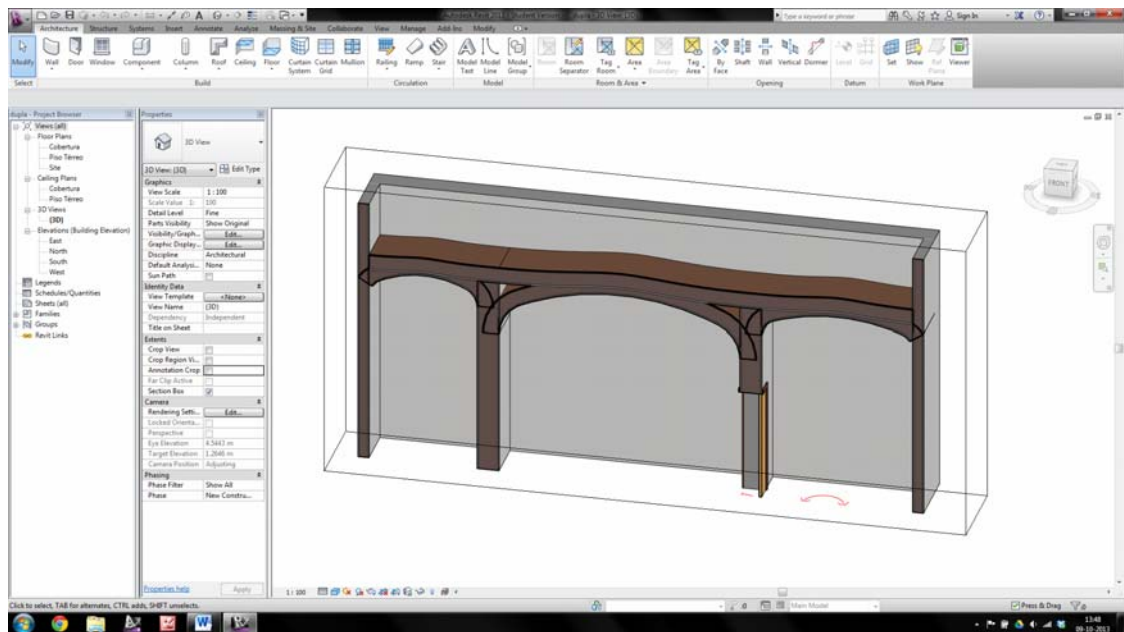


Fig. 17: Corte da tipologia "Cerca", demonstrando as uniões e formatos da cobertura.

2.3. Modelação de componentes

Para cada uma das tipologias de habitação modeladas, existem elementos específicos não incluídos nas bibliotecas de famílias e componentes do Revit. Trata-se de elementos a modelar individualmente, para posterior inserção nos projectos das moradias.

Inicia-se a modelação abrindo ficheiros de famílias pré-existentes que se assemelhem às janelas e às portas a modelar, que serão os ficheiros “Metric Door” e “Metric Window with Trim”. A fachada será modelada com base num ficheiro de família associado a paredes designado “Metric Generic Model wall based”. Os ficheiros CAD fornecidos possuem desenhos bifimensionais das molduras dos componentes a modelar, daí ser conveniente criar ficheiros CAD individuais para cada uma destas molduras.

Após a importação do desenho CAD para o novo ficheiro de família Revit, as molduras são executadas através de uma série de extrusões, recorrendo aos ficheiros CAD como guias (Fig. 18). Quando concluídos, as famílias são inseridas nos ficheiros Revit das habitações como novos componentes (Fig. 19).

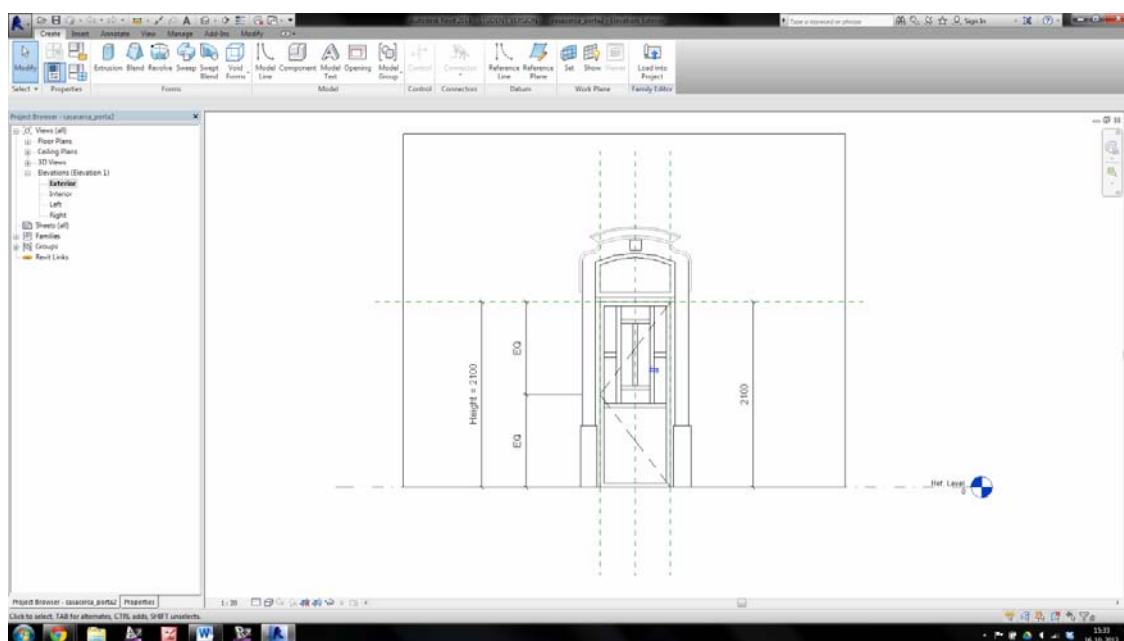


Fig. 18: Desenho da moldura das portas das habitações, que será utilizada como guia para as extrusões.

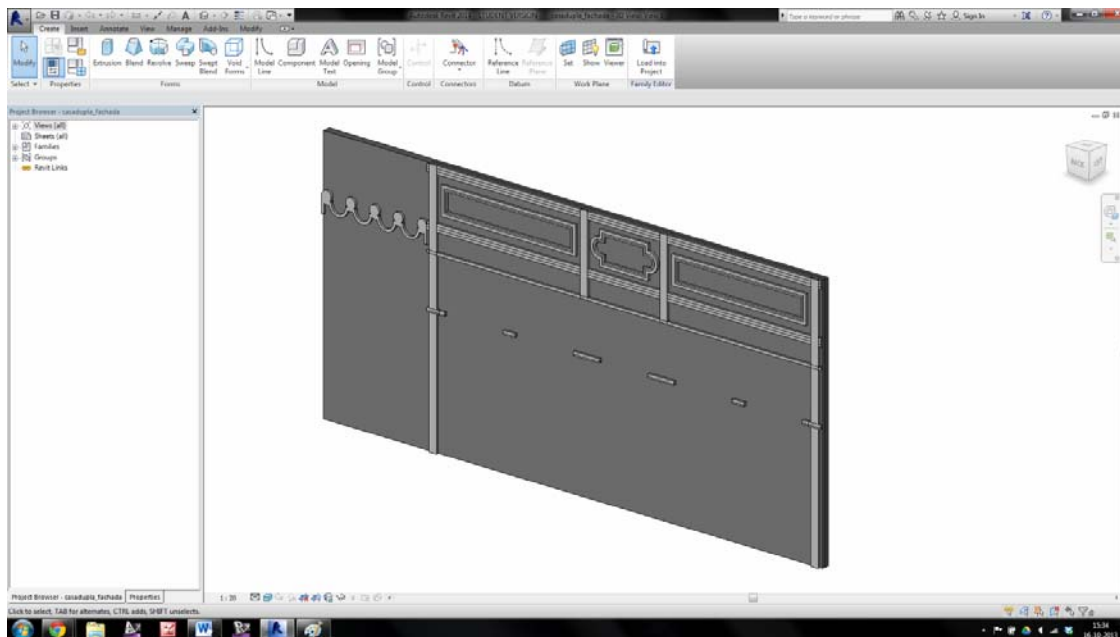


Fig. 19: Elementos decorativos das fachadas após a sua extrusão, neste caso para a tipologia “Dupla”.

2.4. Modelação da Envolvente

Para a definição dos blocos de edifícios correspondentes à envolvente da vila da Fuzeta, foi utilizado o AutoCAD, porque tinha sido deixado prepositadamente um link activo. A base (footprint) dos edifícios foi conformada ao terreno em incrementos de 2 metros de altura, o mesmo incremento das cotas das curvas de nível adquiridas no terreno; e em incrementos de 4 metros de altura por piso (número obtido noutra planta CAD) para determinar a volumetria de cada bloco. Quando esse valor se encontrava omissivo, i.e. quando o número de pisos não estava definido em planta, optou-se por representar os edifícios com somente um piso de altura.

Na planta CAD utilizada para este passo (contendo a área de ocupação correspondente a cada edifício, assim como a informação topográfica do terreno, normalmente representada pelas suas curvas de nível) foram criadas layers de auxílio com a categorização de cada prédio, definindo, respetivamente, a cota do terreno e o número de pisos, para cada bloco.

Com este procedimento, permite-se executar a volumetria por classes de edifícios. Neste caso, optou-se por realizar primeiro a elevação dos blocos, seleccionando-se os edifícios com o mesmo número de pisos através da respectiva layer, recorrendo-se ao comando “Extrude” na barra de comandos “Solids”, e elevando-se todos os blocos de uma só vez (Fig. 20); este passo é repetido para todos os edifícios que partilham o mesmo número de pisos que, no presente caso, corresponde a um total de 3 extrusões/elevações.

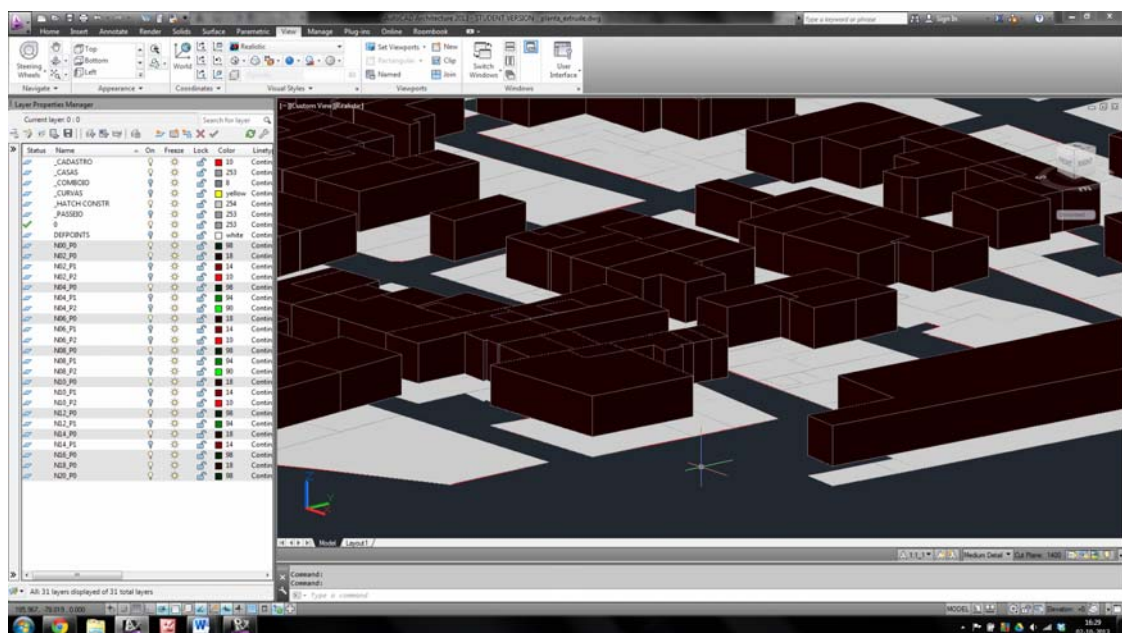


Fig. 20: Selecção de um conjunto específico de layers para serem elevados de acordo com a cerca do edifício (neste caso, foram seleccionadas todas as layers que terminam os seus nomes em “_P0”).

Deste modo, cada conjunto de edifícios encontra-se separado por layers de acordo com a cota no terreno, baseada na distinção entre as cores verde e vermelho; por sua vez mais claro ou mais escuro consoante o número de pisos dos edifícios (Fig. 21), também separados por layers.

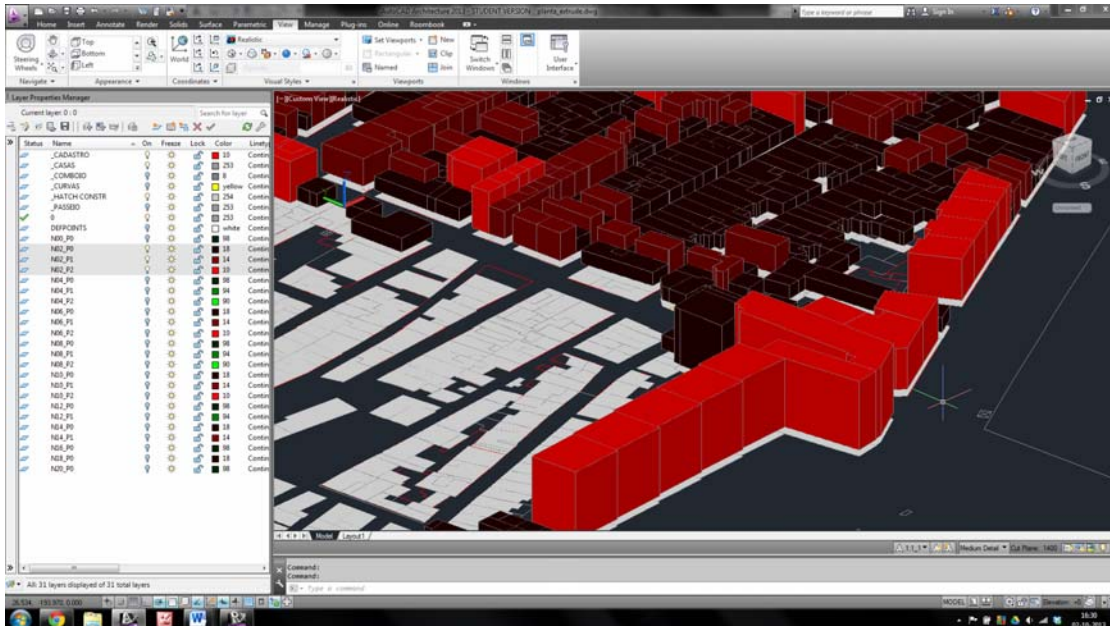


Fig. 21: Selecção de um conjunto específico de layers que serão elevadas de acordo com a topografia (neste caso, as layers diferenciam-se pelo seu nome começar em “N02_”).

Para posicionar os edifícios à respectiva cota de soleira, foram activadas as respectivas layers e, com o comando “Move”, deslocam-se todos os blocos de uma só vez sobre o eixo Z, em conformidade com a altimetria do terreno (Fig. 22); este processo foi repetido para todas as layers e para todos os blocos (à excepção das parcelas correspondentes aos edifícios que serão desenvolvidos com mais detalhe numa fase posterior do projecto, nomeadamente as tipologias “Cerca”, “Igreja” e “Dupla”).

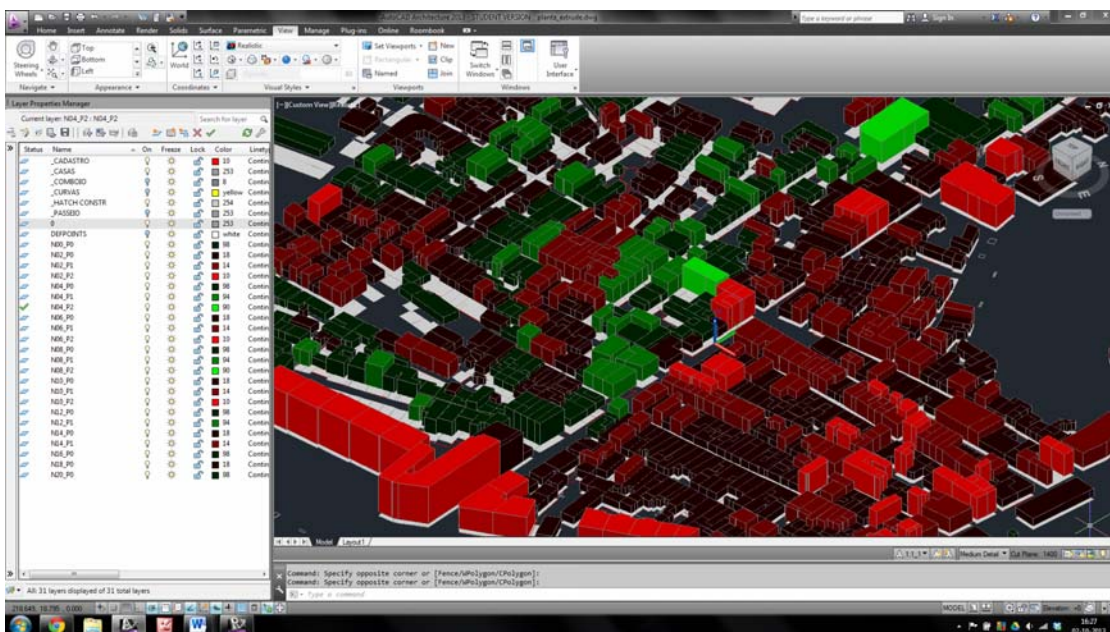


Fig. 22: Resultado final das elevações dos blocos de casas, quer em altura, quer na topografia.

2.5. Inserção dos Edifícios

Após a conclusão da modelação da geometria da envolvente, composta pelos blocos das casas, bem como a sua reposição para corresponder às elevações do terreno, tudo isto em AutoCAD, segue-se a preparação da importação do ficheiro dos blocos para o ficheiro Revit do projecto.

Antes de serem inseridos os blocos, é necessário criar uma guia, i.e uma subregião que se sobrepusse à textura do terreno, para ajudar na inserção exacta dos lotes modelados. O ideal será recorrer a uma ferramenta no Revit denominada “Subregion”. Esta ferramenta cria zonas dividindo o terreno em porções independentes, cujos limites são definidos manualmente. É possível alterar a textura destas porções para demarcar diferentes porções de terreno. Ao recorrer a esta opção, será possível corrigir o posicionamento dos edifícios no terreno, assim como outros erros que poderão eventualmente aparecer. Por exemplo, alguns blocos poderão surgir inseridos dentro do próprio terreno, e com as subregiões será possível identificar quais blocos são esses, seguindo-se posteriormente a correcção manual da morfologia do terreno nesse local, consoante o necessário.

Outro erro que poderá acontecer será a ausência de alguns blocos de edifícios devido a inconsistências entre as plantas nos ficheiros CAD. Se tal acontecer, volta-se ao ficheiro CAD com os modelos dos edifícios da envolvente, acrescentam-se os blocos em falta, e actualiza-se o link CAD no ficheiro Revit. Estas subregiões serão novamente utilizadas em fases mais avançadas do desenvolvimento da maquete virtual para melhorar o nível de detalhe em zonas específicas da Fuzeta, como por exemplo atribuir texturas de calçada aos passeios ou asfalto às estradas.

A finalização do modelo dá-se com a importação dos dados para o modelo Revit. No separador “Insert” usa-se o comando “Link CAD” e escolhe-se o ficheiro com os blocos extrudidos. Ao inserir o ficheiro como link será possível editá-lo em fases posteriores e, ao fazê-lo, o ficheiro de projecto é automaticamente actualizado com as alterações feitas ao ficheiro CAD.

Com recurso à ferramenta “Move”, e com a ajuda das plantas CAD já importadas, posicionam-se os blocos no ficheiro (Fig. 23).

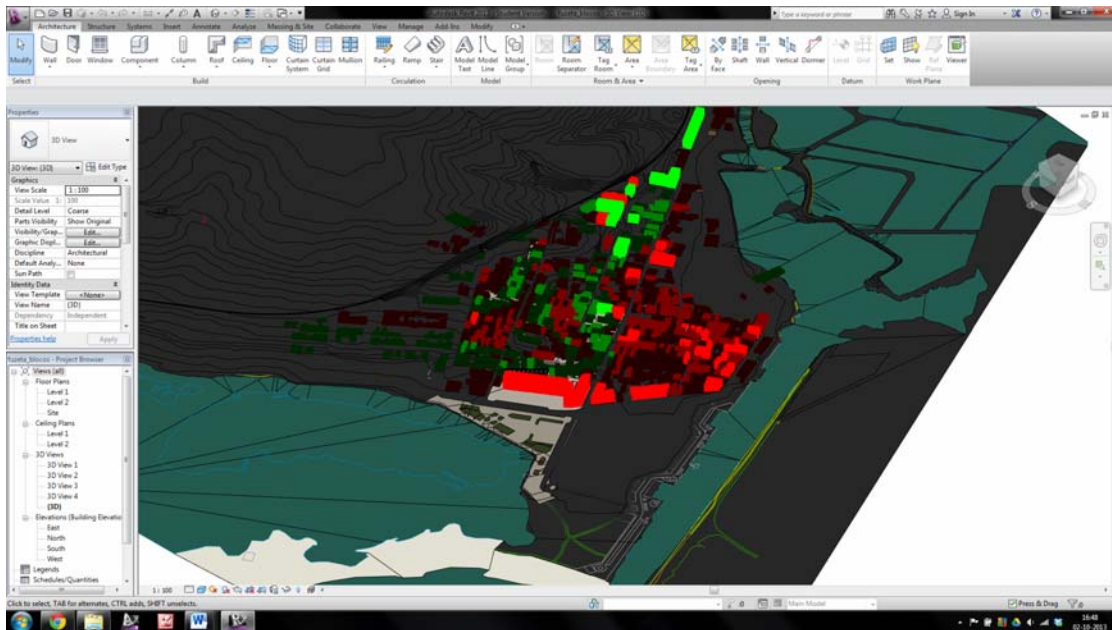


Fig. 23: Perspectiva aérea da inserção dos blocos de casas.

A inserção das tipologias mais detalhadas segue um processo semelhante, mas são de outra origem: Revit. Antes de estas serem inseridas, é necessário primeiro eliminar os blocos de casas no ficheiro CAD que correspondem a estas casas específicas. Depois de actualizar o link do CAD em Revit, importam-se os ficheiros Revit das tipologias, mais uma vez como links, para o ficheiro do projecto, e com recurso à ferramenta “Move” colocam-se os novos modelos nos sítios designados. Desta forma, sempre que um dos ficheiros das tipologias for alterado, o link correspondente no projecto será automaticamente actualizado sem ser necessário alterar cada casa inserida individualmente (Fig. 24).

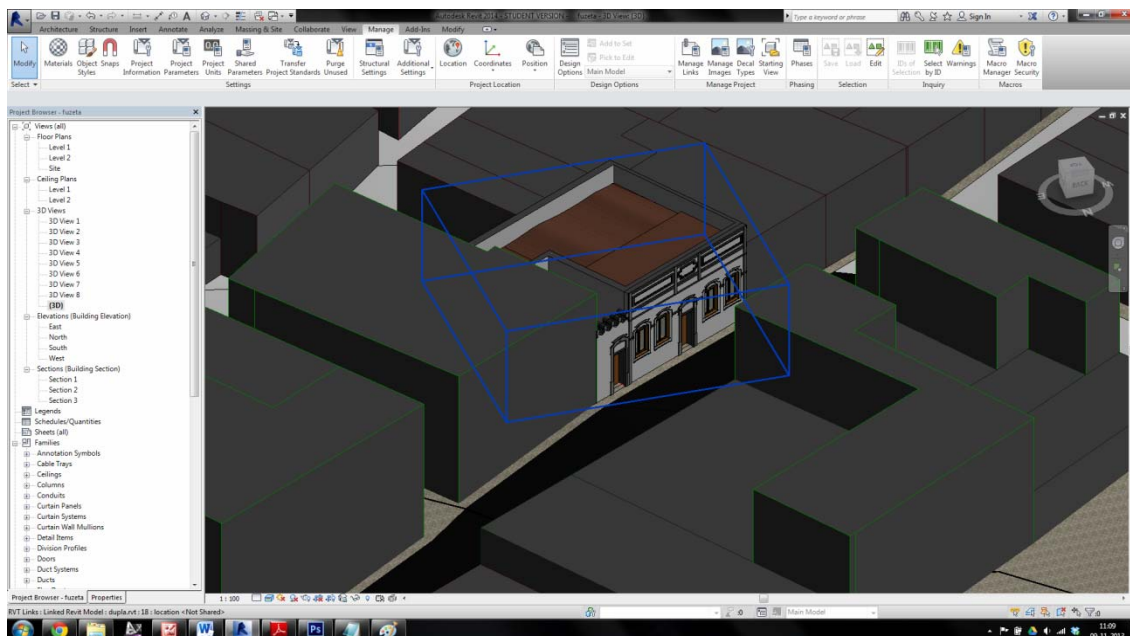


Fig. 24: Inserção da tipologia “Dupla” com a sua envolvente.

2.6. Modelação da Linha do Comboio

Para a modelação das linhas de comboio optou-se pela utilização da ferramenta “Railings” no separador “Architecture”. No entanto, como não existem famílias que se assemelhem a linhas de comboio, terão de ser criadas duas novas famílias: uma de “rails”, desenhada com o formato do perfil dos carris, e uma família de “balousters” que constitui as travessas da linha.

Ao iniciar o Revit opta-se por criar uma nova família, com base no ficheiro “Metric Profile-Rail”. Com recurso a uma pesquisa de imagens na Internet, foi possível aferir a imagem do perfil dos carris, sendo esta utilizada como base para o desenho em Revit. A imagem foi escalonada para corresponder às unidades em Revit e, através das ferramentas do separador “Create”, nomeadamente o comando “Create Line”, desenha-se o perfil do carril. Não será necessário desenhar mais do que uma das metades, pois a outra é facilmente obtida pelo comando “Mirror”. Note-se que a base do perfil deve coincidir com a linha de referência de nome “Rail Top”. Quando terminado o desenho, guarda-se o ficheiro como uma nova família (Fig. 25).

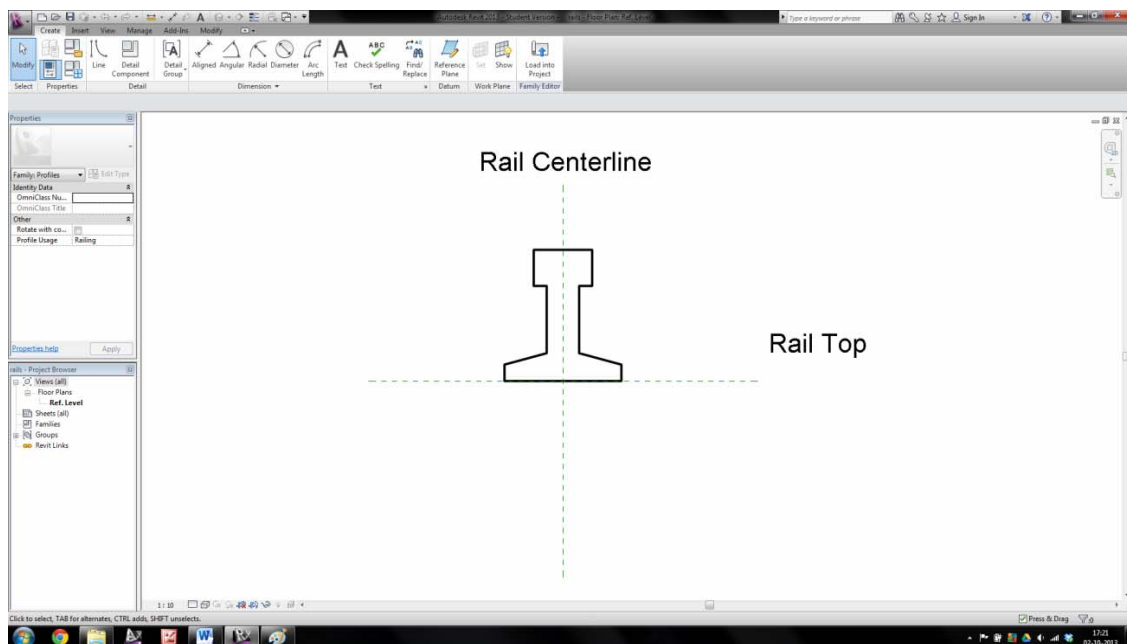


Fig. 25: Perfil do carril para a linha do comboio.

Da mesma forma, para desenhar a travessa, foi criado um novo ficheiro de famílias recorrendo-se, para isso, ao ficheiro base de nome “Metric Balouster-Post”. Começando no alçado “Left”, na medida já referenciada como “Balouster Height” insere-se a altura da travessa com cerca de 38mm. Depois, novamente com as ferramentas do separador “Create”, desenha-se um rectângulo com essa mesma altura e com 300mm de largura, não esquecendo que a figura deve estar centrada no plano de referência já existente. Muda-se para o alçado “Front” e corrige-se o rectângulo desenhado de forma a

que se fique centrado com o plano de referência existente, e atribui-se um comprimento de 1830mm. No final, a travessa será um paralelepípedo de 1830x300x38mm (Fig. 26).

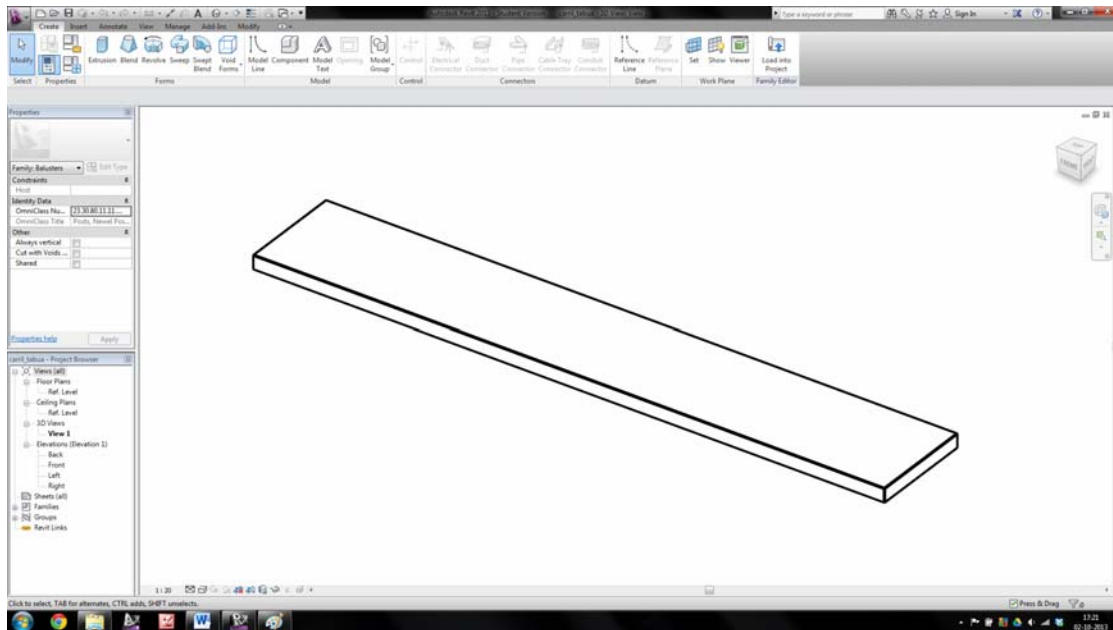


Fig. 26: Exemplar das travessas que constituem os caminhos-de-ferro.

Agora que as duas famílias necessárias foram criadas, já é possível gerar uma sequência correspondente a uma linha de comboio. Ainda com ambos os ficheiros abertos, e a opção “Upload to Project” seleccionada, importar ambas as famílias para o ficheiro do projeto. Seguidamente, no separador “Architecture” selecciona-se o comando “Railing”, seguido de “Sketch Path”. Não é possível criar “splines” em Revit, por isso a linha de orientação para os carris será desenhada com um conjunto de linhas e curvas tangentes a essas linhas, para que se assemelhe ao máximo com o traçado da planta. Não esquecer de, nos tipos de “railings” disponíveis, escolher a nova família de carris. Antes de concluir o processo, deve definir-se que o “rail” será constituído por duas linhas (em “Edit type”, ativar “Rail structure” e escolher offsets de +0,7175m e -0,7175m, respectivamente), bem como confirmar que o perfil seleccionado é o da nova família criada e que estes terão os 38mm de altura.

Ainda na opção “Edit type”, defini-se a inserção das travessas nos carris em “Baluster Placement”. Todos os “Posts” deverão estar desligados e, em “Main Pattern”, apenas se deixa activo a “regular balouster”, que deverá ser definida como correspondendo à nova família das travessas do comboio. Conclui-se definindo a “Distance from Previous” como 600mm. Se todos os passos mencionados forem corretamente executados, no ficheiro do projeto deverá surgir uma linha de comboio (Fig. 27).

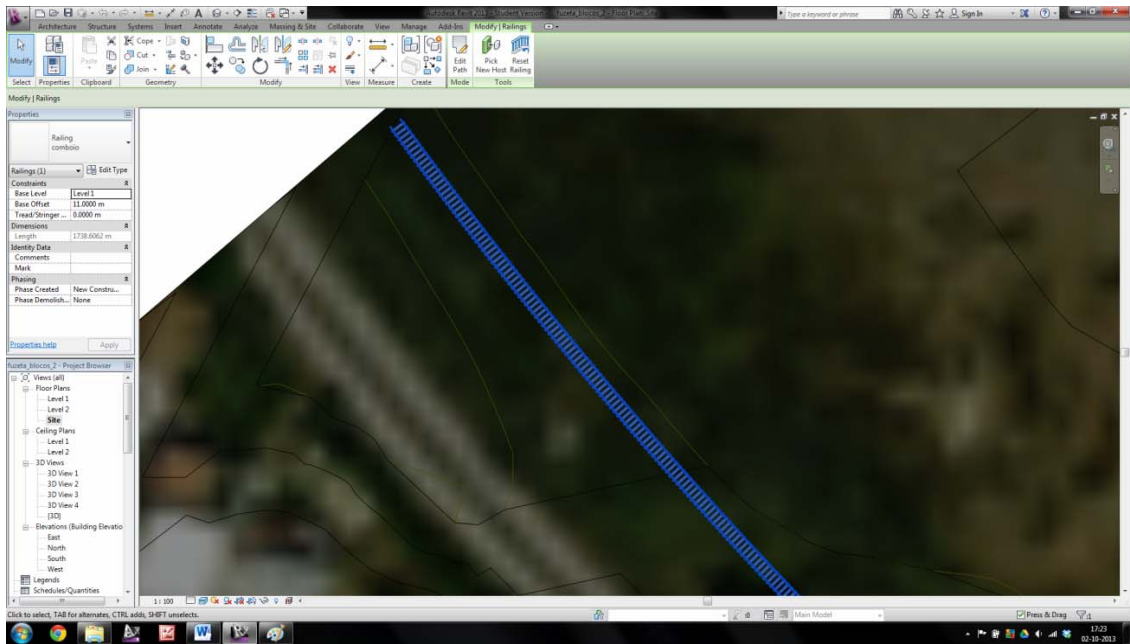


Fig. 27: Os caminhos-de-ferro aplicados no terreno do projecto completo.

No entanto, esta linha de comboio será plana e não acompanhará as variações do terreno visto que este elemento carece de ser associado a um “host”. Trata-se essencialmente de um objecto ao qual um “Railing”, como o é a linha do comboio, se pode agregar para lhe ser atribuído uma inclinação. Normalmente recorre-se a planos ou objectos com um formato de rampa para ser possível atribuir uma inclinação, mas um terreno em Revit trata-se de um objecto que não possui as características necessárias para se classificado como um “host”. Podem existir formas mais expeditas de resolver este processo de modelação, mas como predominantemente recorreriam a outros softwares, não foram utilizadas.

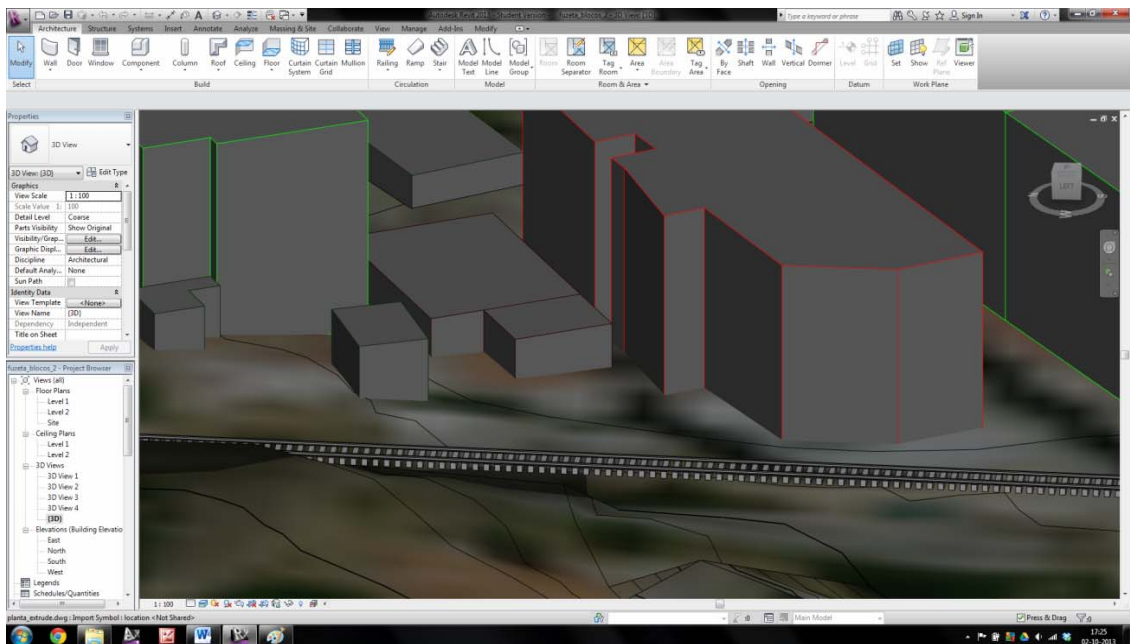


Fig. 28: Perspetiva dos carris em relação aos blocos de casas. Note-se a elevação em relação ao terreno.

2.7. Integração do Conjunto: Projecto Fuzeta

A realização do modelo final da Fuzeta implica a integração dos diferentes componentes desenvolvidos separadamente, num único sistema. Contudo, essa maquete digital não corresponde ao simples somatório das partes: deve ser calibrada e conter os ajustes para que esses elementos se conjuguem harmoniosamente. O que pode implicar a modelação de massas e outros elementos comuns, tais como alinhamentos, muros de suporte, passeios e obras de arte.

Assim sendo, o ficheiro Revit do terreno é o projecto base para o qual se fazem os links dos outros ficheiros: 1) O ficheiro AutoCAD com a os volumes dos edifícios do conjunto urbano, foi inserido como link no projecto base; 2) Cada uma das três tipologias de habitações foram inseridas como links individuais; 3) A linha do comboio foi modelada no projecto base, com recurso a componentes modelados individualmente e separadamente em ficheiros Revit; 4) As subregiões dos terrenos, que salientam diferentes áreas no terreno, nomeadamente eixos de circulação.

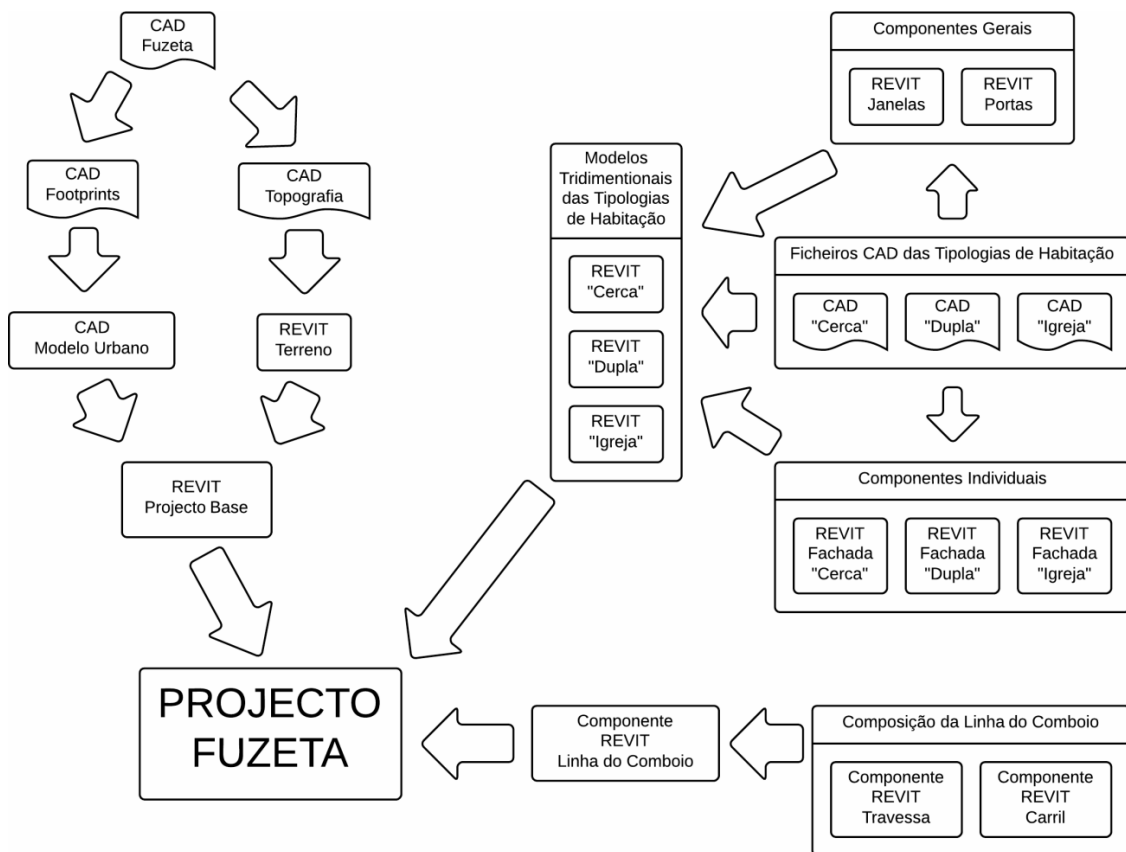


Diagrama 1: Esquema do "workflow" do Projecto Fuzeta



Fig. 29: Exemplos da tipologia de habitação “Cerca” na Rua Dr. Manuel da Silva Ramos.



Fig. 30: Exemplo da tipologia de habitação “Dupla”, na Rua Magalhães Lima.



Fig. 31: Habitação de tipologia "Igreja", na Rua Dr. Virgílio Inglês



Fig. 32: Perspectiva aérea da maquete virtual da Fuzeta.

3. APLICAÇÕES E UTILIDADES

Uma das grandes vantagens em poder dispor de um modelo virtual é a de poder fazer experimentações, a diferentes níveis, desde o projeto de arquitetura a simulações sobre o desempenho do edifício, antes de ser construído, tais como avaliar comportamentos térmicos, o comportamento da estrutura quando sujeita a cargas, etc, de acordo com o software utilizado.

Com esse objectivo, foram analisadas possíveis conversões do modelo da Fuzeta para ser utilizado com outros softwares de maior divulgação entre projetistas e, nesse contexto, foram analisadas as vantagens e limitações quer da conversão do modelo quer das características do programa, do ponto de vista do utilizador. Os softwares escolhidos são representativos de diferentes tipos de utilidades: divulgação na web, georreferenciação, conversão para softwares BIM, análises e simulações estruturais, performance energética, avaliação do contexto urbano, experimentação e apresentação de projectos.

Tabela 2: Resumo das descrições, aplicações, vantagens e inconvenientes das diferentes tecnologias de análise e modelação tridimensional

FORMATOS	DESCRIÇÃO	COMPATIBILIDADES	VANTAGENS / LIMITAÇÕES
DWF	Formato comprimido para partilha pública em segurança	AutoCAD Leitores de DWF Leitores de PDF	(+)pode ser visualizado com recurso a programas gratuitos e acessíveis ao público geral (+) ficheiros com dimensões reduzidas (+) informações acessíveis publicamente são definidas pelo autor, permite segurança de propriedade intelectual (-) ficheiros são apenas para visualização, não podem ser editados
Klm/Kmz DAE	Formatos para atribuição de dados de georreferenciação a modelos tridimensionais	Google Earth Google SketchUp Pro Blender 3D	(+)inserção de coordenadas para melhor coordenação e localização de projectos (+)georeferênciação permite recolha de informação sobre o local de inserção do projecto, como dados meteorológicos e topográficos
IFC	Formato que dispõe toda a informação de projecto compilada em forma de texto	Programas BIM (Building Information Modeling)	(+)informação de projectos reduzidas a um formato básico de texto (+)permite diferentes softwares acederem a diferentes informações, sem comprometer outros dados (+)formato que pode ser lido por virtualmente qualquer software de BIM ou modelação tridimensional

gbXML	Formato utilizado para cálculos e simulações de sistemas de AVAC, iluminação, ventilação e outros factores energéticos	DesignBuilder Autodesk EcoTech	(+)grande compatibilidade com softwares BIM diferentes (+)recolhe informação de materiais e áreas definidas noutros softwares para executar cálculos e análises de forma rápida (+)corrige automaticamente erros de projecto, como vazios ou falhas de ligações (-)flexibilidade de modificação de modelos reduzida
PROGRAMAS	DESCRIÇÃO	COMPATIBILIDADES	VANTAGENS/LIMITAÇÕES
Robot Structural Analysis	Análises e cálculos de sistemas de infraestruturais de modelos de edifícios	IFC Revi	(+)grande compatibilidade com programas BIM (+)calcula esforços e tensões estruturais para todas as tipologias de construções e bases estruturais (+)permite modificação de materiais de construção (-)pouca utilidade para áreas fora da Engenharia de Estruturas
ArcGIS CityEngine UCL DepthMap	Modelação e análise de maquetes à escala urbana	IFC AutoCAD	(+)permite a modelação tridimensional à escala urbana de forma mais rápida (+)modelação de terrenos, elevação de edificações, inserção de vias rodoviárias e ferroviárias, tudo possível a partir de informação topográfica e de planos urbanos (-)é necessário um entendimento de uma linguagem específica de programação para se poder trabalhar com várias das ferramentas disponíveis
Unity3D	Motores de jogo para modelação e visualização de modelos com muito elevado nível de detalhes, texturas, iluminação, etc.	3DS FBX	(+)ferramentas de grande complexidade que permitem aperfeiçoar todo e qualquer detalhe, desde imperfeições prepositadas em texturas, até efeitos meteorológicos (+)renderizações de qualidade muito elevada executadas em tempo muito reduzido (+)possibilidade de passeios virtuais, interactivos e em primeira pessoa (-)compatibilidade com outros softwares reduzida (-)softwares de motores de jogo de grande qualidade são geralmente de preço muito elevado

3.1. DWF (Design Web Format)

A extensão DWF corresponde a um formato de ficheiro que permite a visualização de projectos, independentemente de se tratarem de simplificações de maquetes virtuais ou do tipo BIM (Building Information Modelling), Trata-se de um formato muito mais rápido e eficaz para visualização de modelos tridimensionais por ser um formato comprimido⁽¹⁾, indicado para partilhar ficheiros em servidores públicos, uma vez que o ficheiro não permite edição/alteração dos dados originais. Dotado de ferramentas adequadas à visualização, desde planos, cortes, alçados, renders e modelos 3D completos, não fornece mais informação para além da que o autor associa ao modelo virtual.

O modelo DWF não pode ser copiado nem plagiado pois o formato não permite modificações, nem expõe toda a informação sobre o ficheiro, sendo por isso possível partilhá-lo publicamente sem por em risco a propriedade intelectual do criador. Pode-se afirmar que o formato DWF é comparável ao formato PDF para aplicações CAD e BIM.

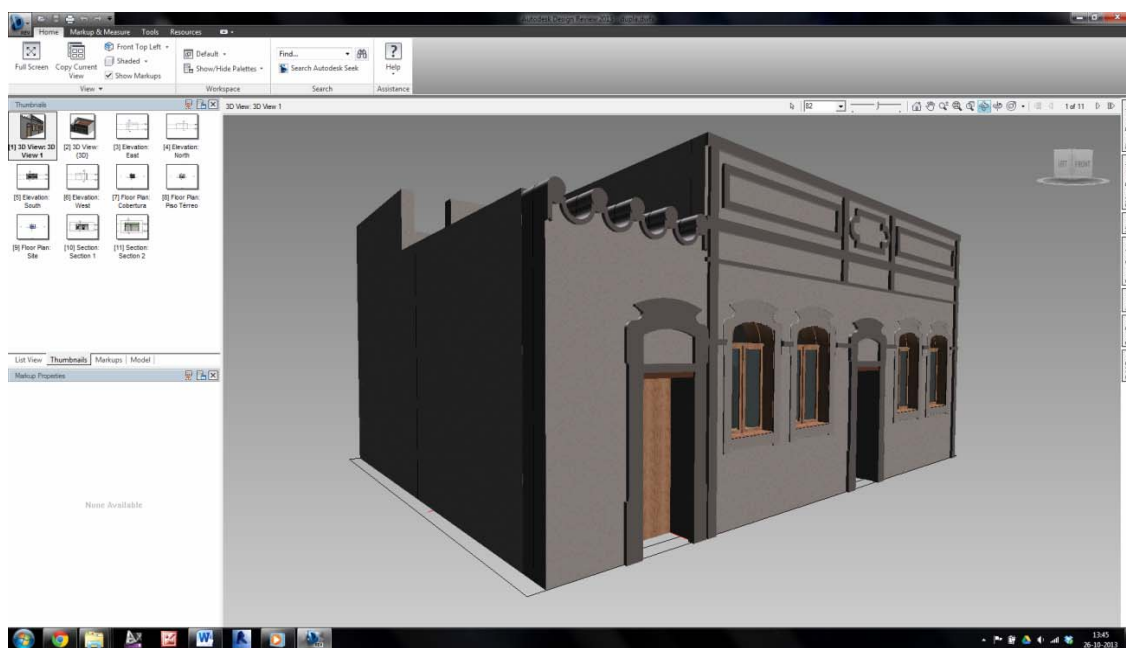


Fig. 33: Modelo da tipologia “Dupla” exportado em DWF. Note-se que, na barra lateral do lado esquerdo, só é possível fazer selecções das vistas disponibilizadas pelo autor.

⁽¹⁾ Ficheiros comprimidos ocupam menos espaço e podem ser transferidos entre outros computadores mais rapidamente do que ficheiros não-comprimidos. (Disponível em: <<http://windows.microsoft.com/en-us/windows/compress-uncompress-files-zip-files#1TC=windows-7>> [Acedido a: 12 de Dezembro de 2013])

3.2. Georreferenciação KLM/KMZ

Um projecto em Revit possui um sistema de coordenadas de todos os elementos que o compoem, sendo que estas coordenadas apenas são reconhecidas dentro do próprio projecto. Isto é um pormenor aceitável quando se pretende modelar obras sem qualquer interligação entre outros modelos ou com uma localização específica. No entanto, para ser possível modelar com coordenadas em interligação com outros modelos, é necessário partilhar os sistemas de coordenadas, sendo possível combinar vários ficheiros não só em Revit, mas também em DWG ou DXF.

Basicamente, o software Revit possui o seu próprio sistema de coordenadas, que não está baseado no sistema UTM (Universal Transverse Mercator). No entanto, se um ficheiro CAD possuir coordenadas correctas é possível interligar esse ficheiro CAD com as coordenadas em Revit, ao importar um “Link CAD” no modo “Center to Center”, e posteriormente efectuar o comando “Acquire Coordinates”.

Quando se adquire coordenadas através de um ficheiro interligado, as coordenadas partilhadas entre os projectos passarão a ser as coordenadas do projecto base em Revit. Isso, no entanto, não significa que o sistema de coordenadas interno do Revit será apagado, este mantém-se inalterado. Também é possível adquirir o Norte através de ficheiros interligados. Da mesma forma, quando um ficheiro DWG possui coordenadas do sistema WCS (World Coordinate System), o Revit passará a trabalhar com essas coordenadas do ficheiro interligado. O eixo Y do ficheiro DWG passará a ser o Norte, e o ponto de origem do DWG será o ponto de origem do sistema de coordenadas partilhado no Revit.

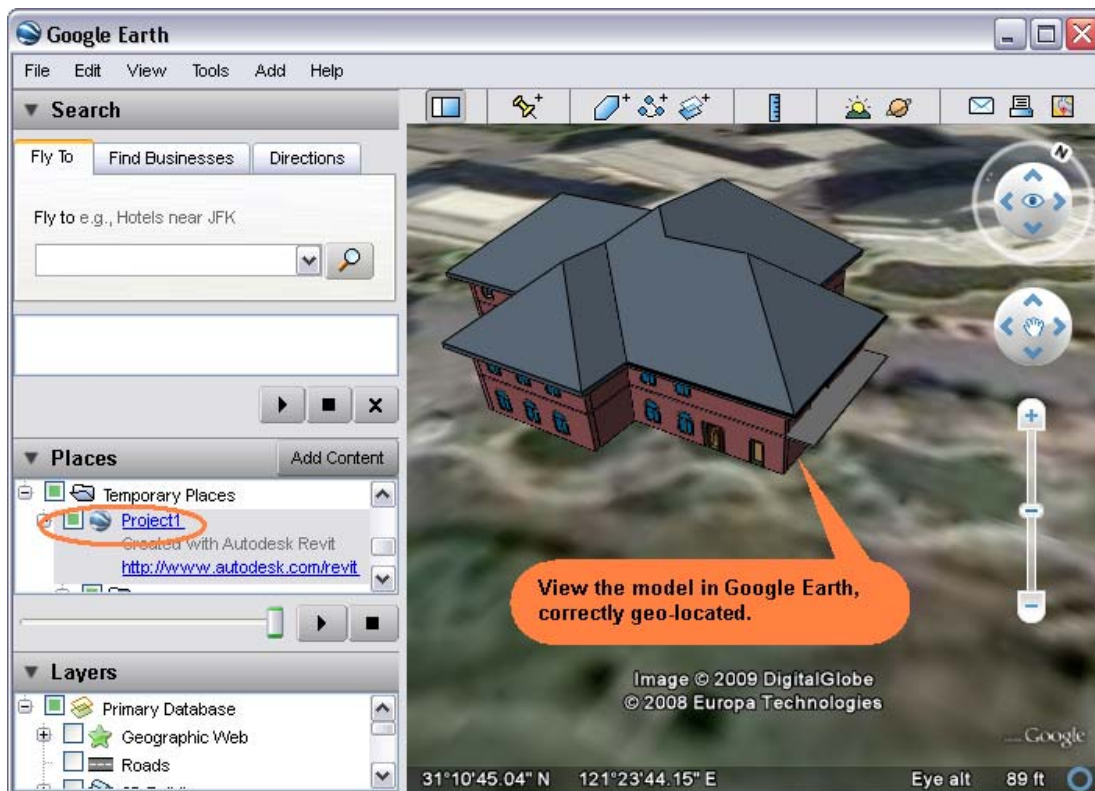


Fig. 34: Exemplo de aplicação de um modelo Revit em Google Earth. (Fonte: Wikihelp Autodesk (2013))

Através de extensões (Add-Ons) para Revit, é ainda possível exportar projectos georreferenciados para Google Earth. Pode-se trabalhar directamente em terrenos virtuais que são importados do Google Earth, ou então importar desenhos do Google Maps e efectuar o projecto recorrendo a estes como guias. Assim, qualquer geometria nova que seja criada em cima do mapa importado estará directamente interligado à localização correspondente no Google Earth. Permite ainda a importação de ficheiros KML ou KMZ do Google Earth para o Revit, realinhar o projecto de acordo com a localização no Google Earth, podendo-se, posteriormente, publicar o modelo Revit no Google Earth.

3.3. Industry Foundation Classes

O formato IFC é conhecido entre os profissionais fundamentalmente como um modelo de dados desenvolvido pela empresa buildingSMART (Fonte: *BuildingSMART (2008)*), para facilitar o fluxo de trabalho na indústria da construção. Trata-se de um formato que foi concebido com a intenção de tornar possível a interacção e compatibilidade entre os vários softwares existentes que trabalham com modelos tridimensionais, em especial os de formato BIM, em que o projeto contém outro tipo de dados não-gráficos associados. O IFC é um ficheiro de texto padrão (normalizado) e de formato aberto que define gráficos e desenhos CAD, quer de arquitectura quer de engenharia, com o principal objectivo de fornecer aos profissionais uma capacidade de trocar dados relativos a sistemas de estimativas de custos, de padrões energéticos ou outras aplicações relacionadas com a área da construção.

O formato IFC guarda qualquer informação vulgarmente associada a um único objecto com recurso ao formato mais simples e básico de armazenamento de informação: o texto. Toda e qualquer informação criada e modificada em softwares CAD e BIM é convertida em texto, que pode ser lido com o mais básico software. As únicas diferenças nos componentes do formato IFC ocorrem ao nível do código binário, somente alterado para se poder compatibilizar com os diferentes softwares de diferentes indústrias. Virtualmente, este formato não possui desvantagens nem perdas de informação em relação a outros formatos.

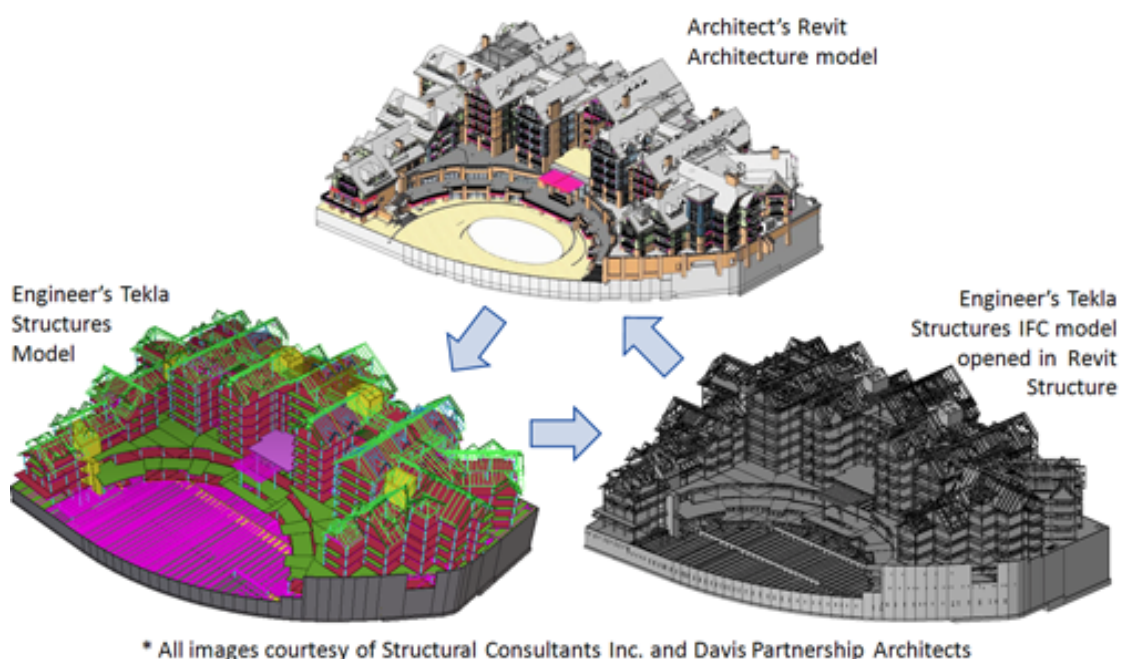


Fig. 35: Exemplo da compatibilidade entre diferentes softwares com recurso ao formato IFC. (Fonte: Tekla (2013))

Tomemos como exemplo um novo projecto de uma moradia, criado em Revit. Em princípio, o ficheiro conterá informação desde as dimensões de diferentes divisões até aos materiais que constituem as diferentes componentes estruturais e materiais. O formato IFC permite que este projecto possa ser trabalhado por outros softwares, sem alterar a informação original criada em Revit.

Será possível efectuar cálculos energéticos com o DesignBuilder, ou adicionar informação georeferenciada via Google Earth. Toda esta informação é acumulada num único ficheiro como forma de texto, e toda esta informação estará disponível separadamente e compativelmente de acordo com os softwares que venham a ser utilizados.

3.4. Robot Structural Analysis

Com maior relevância para as áreas da Engenharia surge o software Robot Structural Analysis, da empresa Autodesk, que se trata de um programa com ferramentas de análise estrutural para o estudo de diversas tipologias de estruturas de engenharia, efectuando diversos cálculos essenciais numa questão de poucos minutos. Esta ferramenta pode ser aplicada a todo o género de estruturas, desde simples armações metálicas a pontes e edifícios, permitindo efectivamente melhorar projectos de betão armado ou aço. Como é um programa directamente compatível com o Revit, permite modelar estruturas complexas com recurso às ferramentas e à flexibilidade do Revit, para depois importar o modelo para RSA e efectuar cálculos e estudos de comportamento estrutural, e voltar a modificar e corrigir em Revit.

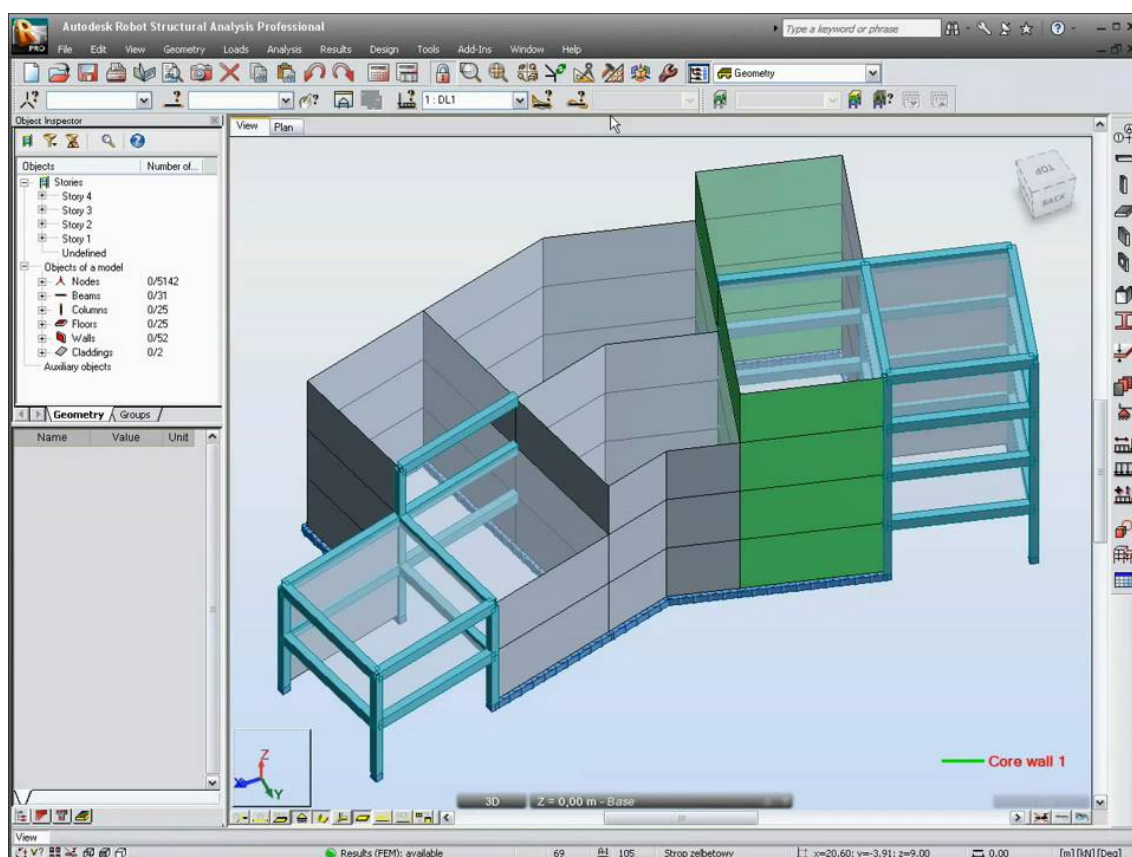


Fig. 36: Resumo de aplicação do software RSA.(Fonte: YouTube (2011))

3.5. DesignBuilder

O DesignBuilder é um interface do EnergyPlus, software desenvolvido pela empresa do mesmo nome, que permite uma modelação tridimensional básica de edifícios, com o objetivo de executar uma avaliação e análise dinâmica em termos de comportamentos energéticos. É assim possível avaliar a performance energética de obras de construção e arquitectura.

Entre os componentes que podem ser seleccionados e importados estão os sistemas estruturais, os materiais de construção e os sistemas de ventilação e de iluminação. Também é possível personalizar pré-definições para trabalhar em projectos semelhantes. É ainda possível definir os níveis de detalhe, assim como as diferentes fases do projecto, desde desenho, avaliação e construção.

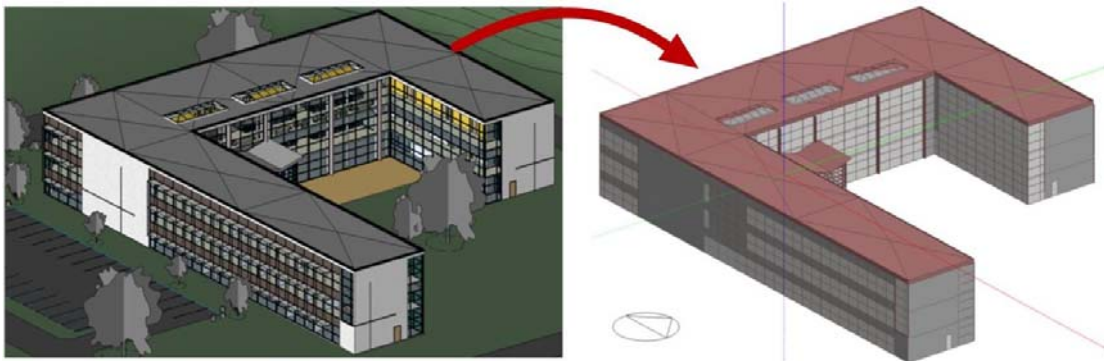


Fig. 37: Exemplo de conversão de Revit para DesignBuilder (Fonte: DesignBuilder (2013))

O software DesignBuilder permite importar modelos e exportar modelos BIM de ficheiros no formato gbXML. Deste modo, permite-se recorrer a modelos arquitectónicos criados em Revit para efectuar cálculos para sistemas de aquecimento e arrefecimento interiores, e análise de desempenho energético da forma mais eficaz possível. Existem também plugins para o Revit que permitem estabelecer uma ligação ao DesignBuilder para testar o modelo sem ser necessário interromper o programa.

Ao exportar ficheiros gbXML para o DesignBuilder é possível remover e reparar espaços vazios existentes entre volumes, o que significa a consistência da informação geométrica do modelo criado em CAD ou Revit após a conversão de dados. Basicamente, quaisquer dados errados, em falta ou fora de ordem são automaticamente corrigidos em DesignBuilder. Também é possível fazer as avaliações energéticas sem a necessidade de executar programas ou plugins externos, será suficiente alternar entre as vistas do modelo ou da simulação energética.

3.6. CityEngine & UCL DepthMap

CityEngine é um software que fornece aos profissionais de variadas áreas de trabalho, entre elas a Arquitectura e o Planeamento Urbano, uma ferramenta para criação de modelos tridimensionais à escala urbana. Estas enormes maquetes virtuais são criadas através de informação 2D e 3D vindas de um outro software da mesma empresa denominado ArcGis. Através de uma base de dados relacional, georreferenciada, e com recurso a várias regras de programação, o CityEngine cria ambientes urbanos realistas de forma rápida e eficaz. Possui ainda uma grande variedade de ferramentas de análise e estudo de ambientes urbanos.

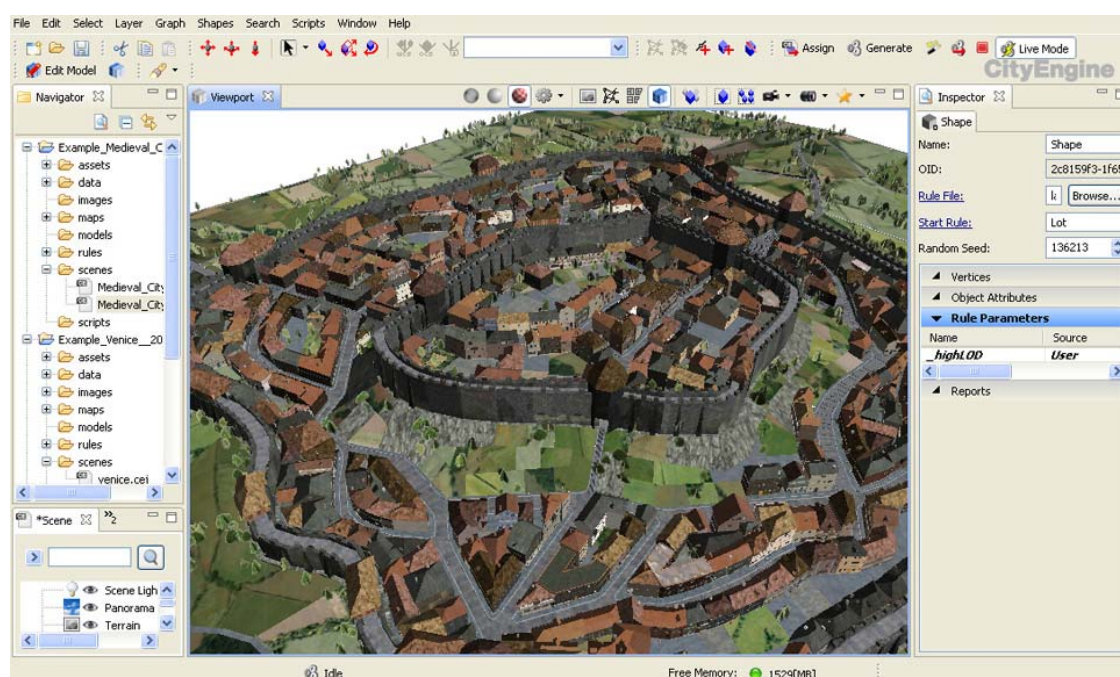


Fig. 38: Exemplo do ambiente de trabalho do CityEngine. (Fonte: Evermotion (2011))

Como mencionado, o processo de modelação de edifícios em CityEngine é efectuado consoante uma série de regras e padrões, todos eles controláveis por programação. No entanto, é possível também inserir edifícios únicos que não se inserem nessas leis de programação. Recorrendo ao formato IFC, um modelo tridimensional criado em Revit pode ser importado para CityEngine, sendo também possível fazer alterações a esse edifício específico através do mesmo programa.

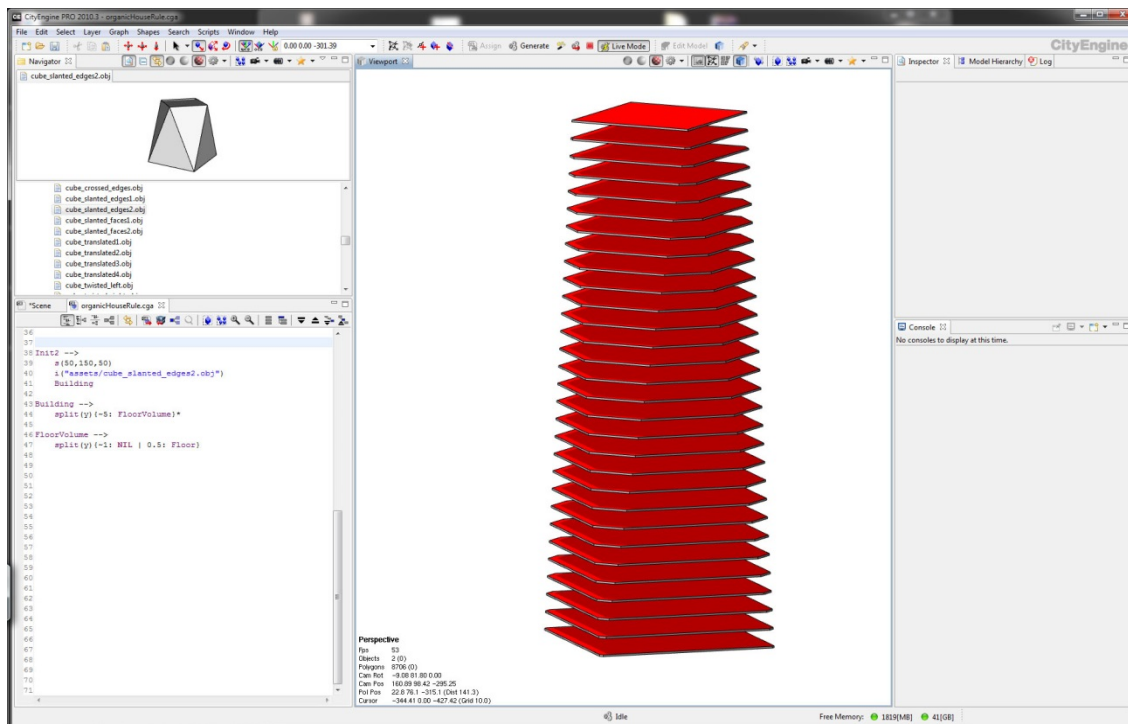


Fig. 39: Modelo Revit importado para CityEngine. (Fonte: Esri Forum (2011))

O software DepthMap é um programa que foi desenvolvido com o intuito de efectuar análises e estudos de malhas urbanas para melhor entender o desenvolvimento e o ambiente urbano. Trabalha em diversas escalas, desde edifícios singulares a malhas urbanas complexas e de grande dimensão, ou até mesmo mapas de regiões. Independentemente da dimensão das áreas de análise, o DepthMap vai analisar espaços vazios, interligá-los quer por relações de visibilidades ou circulações, e recriar um gráfico com os resultados das análises interesaciais realizadas, tendo esta análise o objectivo de fornecer variáveis e dados de relevância a nível social e a nível experimental.

Este tipo de software permitiria uma análise mais profunda à Vila da Fuzeta, nomeadamente em relação à intensidade de circulação e interconectividade entre as ruas, fornecendo assim possível informação sobre o desenvolvimento da Vila, assim como a distribuição das diferentes edificações e funcionalidades.



Fig. 40: Resultado de uma análise DepthMap à cidade de Washington, EUA. As linhas vermelhas representam as ruas com maior conectividade. (Fonte: Timstonor WordPress (2011))

3.7. Unity3D

Apesar de todas as ferramentas de representação e visualização que estão disponíveis, a sua especificidade impõem certas condicionantes, nomeadamente as limitações às visitas virtuais aos projectos. Muitas vezes, os renders de fotografias e filmes efectuados não são suficientes para demonstrar a totalidade do projecto. Uma forma de contornar esta problemática surge de uma área fora de qualquer disciplina relacionada com a construção: na forma de videojogos.

Os motores de jogo utilizados para criar videojogos possuem uma grande capacidade de renderização, modelação e visualização de diversos ambientes modelados tridimensionalmente. Uma forma que se revela bastante promissora para proporcionar visitas virtuais é precisamente recriar o projecto de Arquitectura, Engenharia ou Planeamento Urbano num motor de jogo, e depois permitindo aos clientes e ao público em geral interagir com a maquete virtual, fornecendo assim um método de visualização de projectos mais eficaz, pessoal e interactivo. Um exemplo deste género de software é o Unity3D. Apesar de ser de uma qualidade mais reduzida em relação a outros motores de jogo, possui uma versão gratuita disponível ao público.

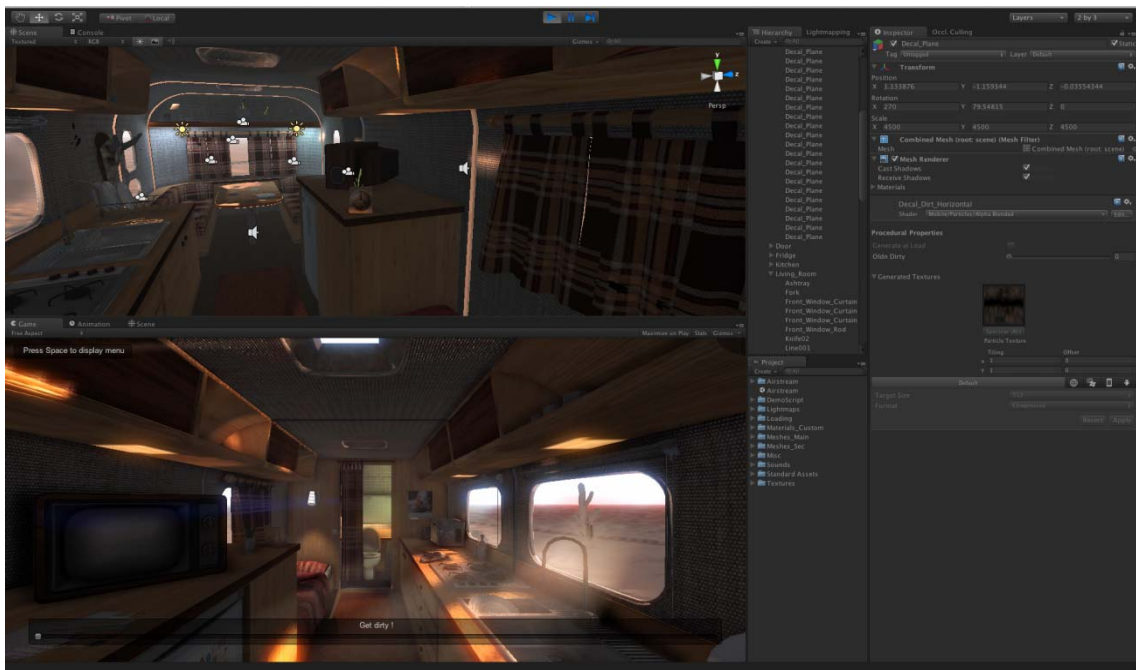


Fig. 41: Ambiente de trabalho do software Unity3D, juntamente com um exemplo de um interior de uma habitação modelada. A aplicação deste software na área da Arquitectura pode resultar numa grande flexibilidade de visualização de projectos complexos para o público. (Fonte: Maxon (2013))

4. CONCLUSÕES

Na presente dissertação, objetivou-se a exploração de modelos virtuais no projeto de arquitetura. Para o efeito, utilizou-se o caso de estudo da Fuzeta para elaborar uma maquete virtual de modo a poder simular o espaço urbano-arquitetónico em questão. Foram utilizados programas informáticos, tais como AutoCAD, PhotoShop e Revit, de modo a desenvolver os três casos de estudo propostos, correspondentes às tipologias de habitação "Cerca", "Dupla" e "Igreja", bem como o espaço urbano em que se integram. O modelo foi desenvolvido permitindo actualizar o espaço e, em qualquer altura, testar o impacto de outros cenários através da activação do link criado entre AutoCAD e Revit. Deste modo, permite-se avaliar, em tempo real, as diferentes ocupações desse espaço.

Uma vez criado o modelo digital da Vila da Fuzeta, este constitui uma base onde experimentar hipóteses de desenvolvimento futuro. A exportação dos dados relativos ao modelo para outros softwares constitui uma ferramenta de análise para a experimentação de futuros desenvolvimentos, e escolher, com fundamento, a que melhor se adequa para o local. Na base dessa escolha, estão opções de visualização que permitem conhecer o espaço arquitetónico e seu contexto, e outras dinâmicas associadas à dinâmica do software para onde o modelo foi exportado. Deste modo, permite-se, por exemplo, quantificar o desempenho ambiental das construções, otimizar os espaços públicos, e simular áreas de expansão urbana, com uma ferramenta estratégica.

Com o desenvolvimento deste trabalho foi possível constatar que a expansão e o desenvolvimento das tecnologias digitais aplicadas ao projeto de arquitetura tende a resultar num planeamento construtivo mais eficaz. Num mercado em rápida expansão, onde é necessário ser igualmente rápido na execução de várias diferentes tarefas associadas à Arquitetura e ao Planeamento Urbano, as maquetes virtuais serão ferramentas fundamentais ao desenvolvimento do projeto. A tecnologia da modelação tridimensional constitui uma ferramenta essencial a estas áreas de trabalho.

Para além dos benefícios de carácter geral referidos anteriormente, este modelo possui uma aplicação imediata no trabalho de Doutoramento na medida em que constitui uma base tridimensional digital, uma vez que, pela primeira vez, permitiu testar o conceito das tipologias arquitectónicas presentes na Fuzeta numa representação tridimensional digital. Posteriormente serão efectuadas medições e análises ao desempenho térmico de cada uma dessas tipologias.

Numa sociedade em que os projetos de construção se baseiam em documentos geralmente apresentados sob a forma de desenhos bidimensionais partilhados em papel ou ficheiros CAD, que contêm plantas, alçados, cortes, pormenores técnicos, listas de materiais de construção e outra informação relevante, este tipo de informação não só define a geometria e a distribuição dos espaços interiores das edificações, mas também desempenha uma função muito importante no cálculo de

custos e na execução/publicitação do produto final. Esta documentação, quando executada com os métodos convencionais - desenhos executados à mão levantada, com equipamento mais ou menos rigoroso – necessita de maior esforço de trabalho sempre que se pretende fazer alterações ao projecto inicial – para se poder criar a informação construtiva apropriada. Assunto especialmente importante já que, para se ser bem sucedido no actual ambiente competitivo da área da construção, é de grande importância ser capaz de fornecer documentação eficaz e de grande qualidade dentro de um prazo curto e com custos mínimos.

No recurso ao desenho bidimensional, os planos arquitetónicos eram executados predominantemente através de processos manuais e, não só esta técnica demora muito tempo de execução, como também acumulam erros de coerência funcional/construtiva, por vezes apenas detetáveis em fases mais avançadas de construção, com todos os problemas associados. Muito comum de ocorrer quando se manipula informação bidimensional.

O recurso ao formato CAD e às técnicas de modelação tridimensional tem como vantagem otimizar o tempo e o esforço enquanto são criados desenhos bidimensionais. No entanto, permite ainda a criação de modelos tridimensionais de grande utilidade, para satisfazer os requisitos de documentação e divulgação que a obra precisa.

Um modelo arquitetónico tridimensional em formato digital potencia em si toda a informação, - materiais, desenhos e documentos - necessária para ajudar o arquiteto a compreender e a produzir os elementos bidimensionais - alçados, plantas, cortes, pormenores, estimativas de preços e listas detalhadas dos materiais construtivos - coerentes à construção desse imóvel. Sendo esse modelo tridimensional desenvolvido em base informática (BIM ou Building Information Model), permite ao arquiteto testar diversas hipóteses alternativas e instantaneamente verificar quais os impactos e custos das suas alterações na construção do produto final. O resultado da aplicação das novas tecnologias corresponde a uma melhor execução e mais eficiente na utilização do projeto: o modelo pode ser visualizado de infinitas perspectivas diferentes, para melhor demonstrar aos clientes o que esperar do produto final, podendo até ser possível efectuar visitas virtuais às edificações antes da sua construção.

Com o constante desenvolvimento das tecnologias da modelação tridimensional, assim como de outras ferramentas de trabalho aliadas às áreas de Arquitectura e Engenharia, é lançado o desafio de reflectir sobre como poderá ser o futuro destas mesmas funcionalidades. Por exemplo, aliada à tecnologia dos motores de jogo pondera-se a hipótese de exploração em primeira pessoa de ambientes virtuais com recurso a equipamentos de realidade virtual para fornecer ao público demonstrações mais interactivas e eficazes de projectos arquitectónicos. Outra hipótese assenta na possibilidade de visualização de maquetes virtuais com recurso à tecnologia da projecção holográfica tridimensional. Poderá o recurso à maquete tradicional tornar-se supérfluo num futuro próximo?

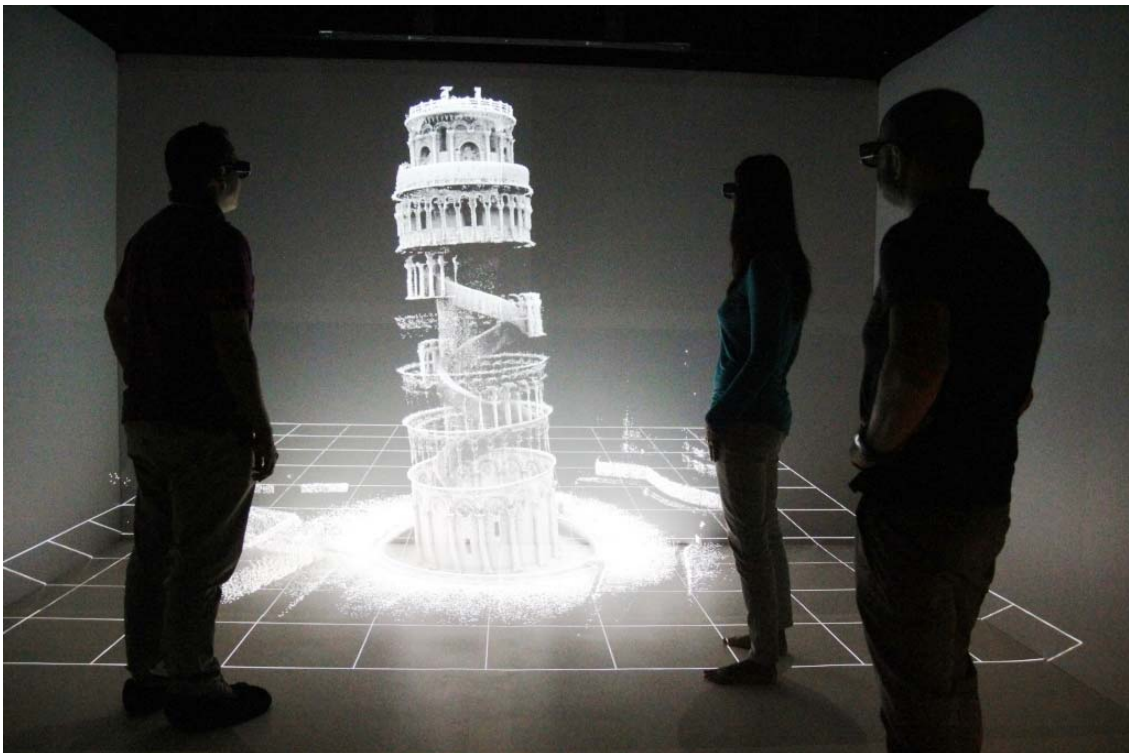


Fig. 42: Projecção holográfica de um modelo tridimensional da Torre de Pisa. (Fonte: Csiro (2013))

REFERÊNCIAS

LIVROS E TESES

- PACHECO, M. (2009) *A Evolução Urbana e Arquitectónica da Fuseta*, Tese de Mestrado. Lisboa: Instituto Superior Técnico
- TEIXEIRA, L. (1985) *Dicionário Ilustrado de Belas-Artes*. 1ª Edição Lisboa: Editorial Presença
- RODRIGUES, M., SOUSA P. e BONIFÁCIO, H. (1990) *Vocabulário Técnico e Crítico de Arquitectura*. 1ª Edição Coimbra: Quimera Editores
- BLANCO, M. Ú., The Restitution Value of Models. A Clay Model for the Reconstruction of Arg-e-Bam, *Expresion Gráfica Arquitectónica EGA*, Vol. 16, nº 18(2011), pp.158-169. DOI: 10.4995/ega.2011.1088
- LEFORT, E. C., Scale Model or Digital Design Model. The Survival of a System, *Expresion Gráfica Arquitectónica EGA*, Vol. 16, nº 17(2011) pp.30-41. DOI: 10.4995/ega.2011.881

ARTIGOS E WEBSITES

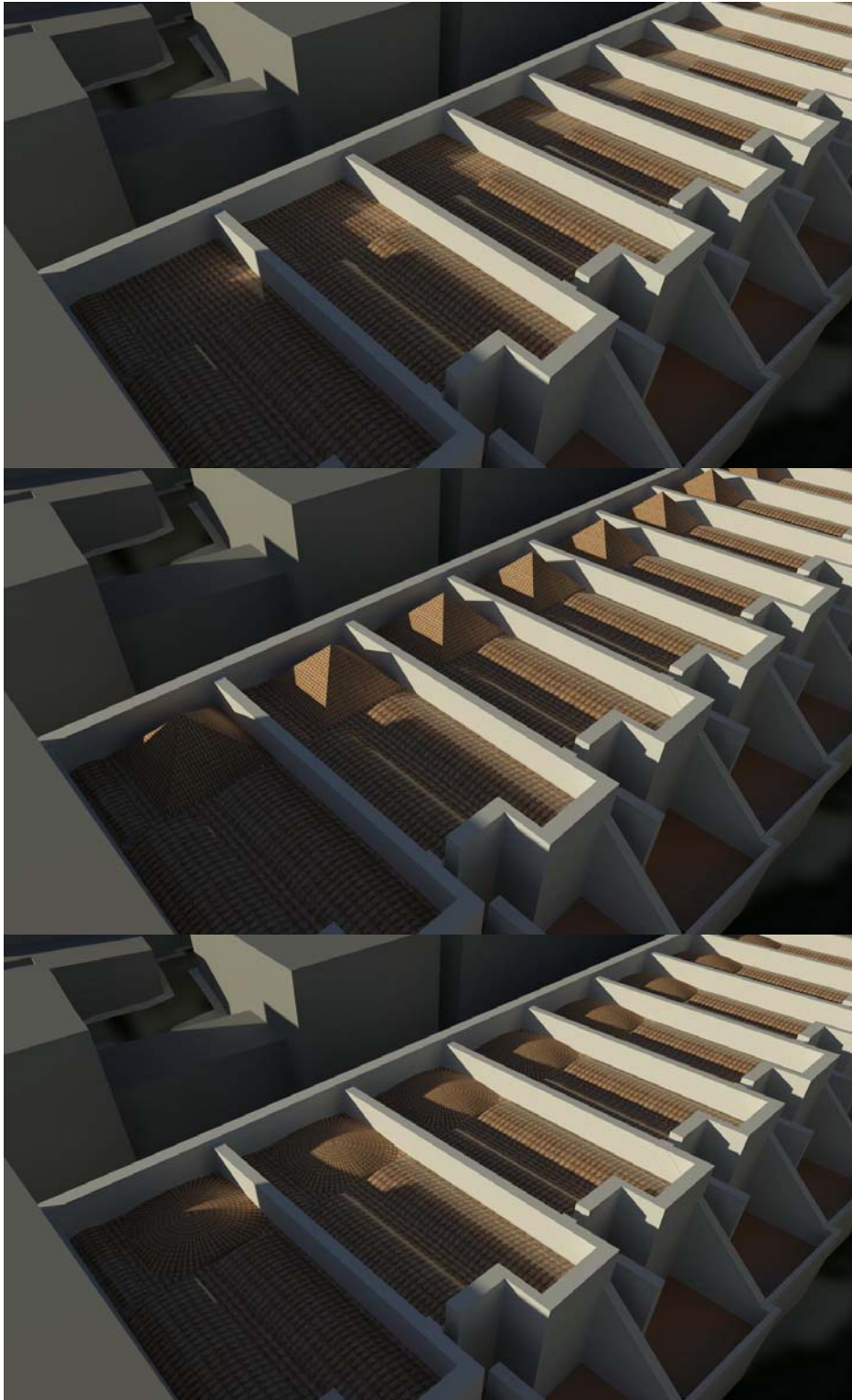
- RYAN, V., 2006. *More Advantages of 3D Modelling and Questions*. [online] Disponível em: <<http://www.technologystudent.com/cam/prn3d4.htm>> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]
- GRIME STREET INDUSTRIES, 2008. *Advantages and Disadvantages of 3D CAD Modeling*. [online] Disponível em: <<http://www.grimestreetindustries.co.uk/advantagescadmodel.html>> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]
- CRETU, A., 2003. *3D Object Modeling - Issues and Techniques*. [online] Disponível em: <<http://www.site.uottawa.ca/~petriu/ELG5124-3D%20ObjectModelling-TR-01-2003-Cretu.pdf>> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]
- WIKIPEDIA, 2010. *3D Modelling*. [online] Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/3D_modeling> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]
- GAIDYTÉ, R., 2010, *2D and 3D Modeling Comparison*. [online] Disponível em: <http://brage.bibsys.no/hig/bitstream/URN:NBN:no-bibsys_brage_12669/1/Gaidyte,R..pdf> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]
- PASCUCCI, A., 2012, *Benefits of 3D CAD for Architects, Designers and Engineers*. [online] Disponível em: <<http://blog.3dconnexion.com/blog/bid/250894/Benefits-of-3D-CAD-for-Architects-Designers-and-Engineers>> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]
- STOWE, J., 2013, *How 3D architectural models benefit construction collaboration*. [online] Disponível em: <<http://www.zebraimaging.com/blog/bid/308379/How-3D-architectural-models-benefit-construction-collaboration>> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]
- WIKIPEDIA, 2010. *Architectural Model*. [online] Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Architectural_model> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]

- PERSPECTIVEHD P., 2012, *Advantages of 3D Architectural Visualization*. [online] Disponível em: <<http://www.linkedin.com/groups/Advantages-3D-Architectural-Visualization-3943419.S.143272193>> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]
- BOTHOM, R., 2010, *Benefits of Architectural 3D Modeling in Design and Construction*. [online] Disponível em: <<http://ezinearticles.com/?Benefits-of-Architectural-3D-Modeling-in-Design-and-Construction&id=4685564>> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]
- AUTODESK, 2013, *Autodesk Design Review Services & Support*. [online] Disponível em: <<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/item?siteID=123112&id=6442096&linkID=9338137>> [Acedido a : 26 de Outubro de 2013]
- CADFORUM, 2002, *CAD tip # 2027*. [online] Disponível em: <http://www.cadforum.cz/cadforum_en/qaID.asp?tip=2027> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]
- HURLEY, S., 2005, *The advantages of sharing DWF files instead of native AutoCAD drawings*. ,[online] Disponível em: <http://autodesk.blogs.com/between_the_lines/2005/09/the_advantages_.html> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]
- TECHNOLOGY BLOG, WEB DESIGN AND SEO, 2006, *Advantages of CAD DWF vs. DWG*. [online] Disponível em: <<http://crystalcoasttech.com/blog/advantages-of-cad-dwf-vs-dwg>> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]
- SOLIBRI, 2013, *IFC and BIM*. [online] Disponível em: <<http://www.solibri.com/building-information-modeling/ifc-and-bim.html>> [Acedido a: 20 de Outubro de 2013]
- BUILDINGSMART, 2008, *Industry Foundation Classes (IFC) data model*. [online] Disponível em: <<http://www.buildingsmart.org/standards/ifc>> [Acedido a: 20 de Outubro de 2013]
- DESIGNBUILDER, 2005, *3-D CAD Model Import (gbXML)*. [online] Disponível em: <<http://www.designbuilder.co.uk/content/view/67/106/>> [Acedido a: 23 de Outubro de 2013]
- DESIGNBUILDER, 2005, *DesignBuilder Simulation*. [online] Disponível em: <<http://www.designbuilder.co.uk/content/view/7/13/>> [Acedido a: 23 de Outubro de 2013]
- LIGHT, D., 2007, *Autodesk Release Revit globe link plugin*. [online] Disponível em: <<http://autodesk-revit.blogspot.pt/2007/08/autodesk-release-revit-globe-link.html>> [Acedido a: 25 de Outubro de 2013]
- ESRI, 2013, *What is CityEngine?*. [online] Disponível em: <<http://resources.arcgis.com/en/communities/city-engine/01w90000000m000000.htm>> [Acedido a: 27 de Outubro de 2013]
- HSI, H., 2009, *Urban Design as Game?*. [online] Disponível em: <<http://www.hoklife.com/2009/04/21/urban-design-as-game/>> [Acedido a: 27 de Outubro de 2013]
- ADAPTSOLUTIONS, 2013, *RSA (Robot Structural Analysis)*. [online] Disponível em: <<http://adaptsolutions.wordpress.com/rsa/>> [Acedido a: 13 de Novembro de 2013]
- SPACE SYNTAX NETWORK, 2013, *UCL Depthmap (Original)*. [online] Disponível em: <<http://www.spacesyntax.net/software/ucl-depthmap/>> [Acedido a: 15 de Novembro de 2013]
- UCL, 2013, *depthmapX*. [online] Disponível em: <<http://www.bartlett.ucl.ac.uk/graduate/research/space/research/ucl-depthmap>> [Acedido a: 15 de Novembro de 2013]

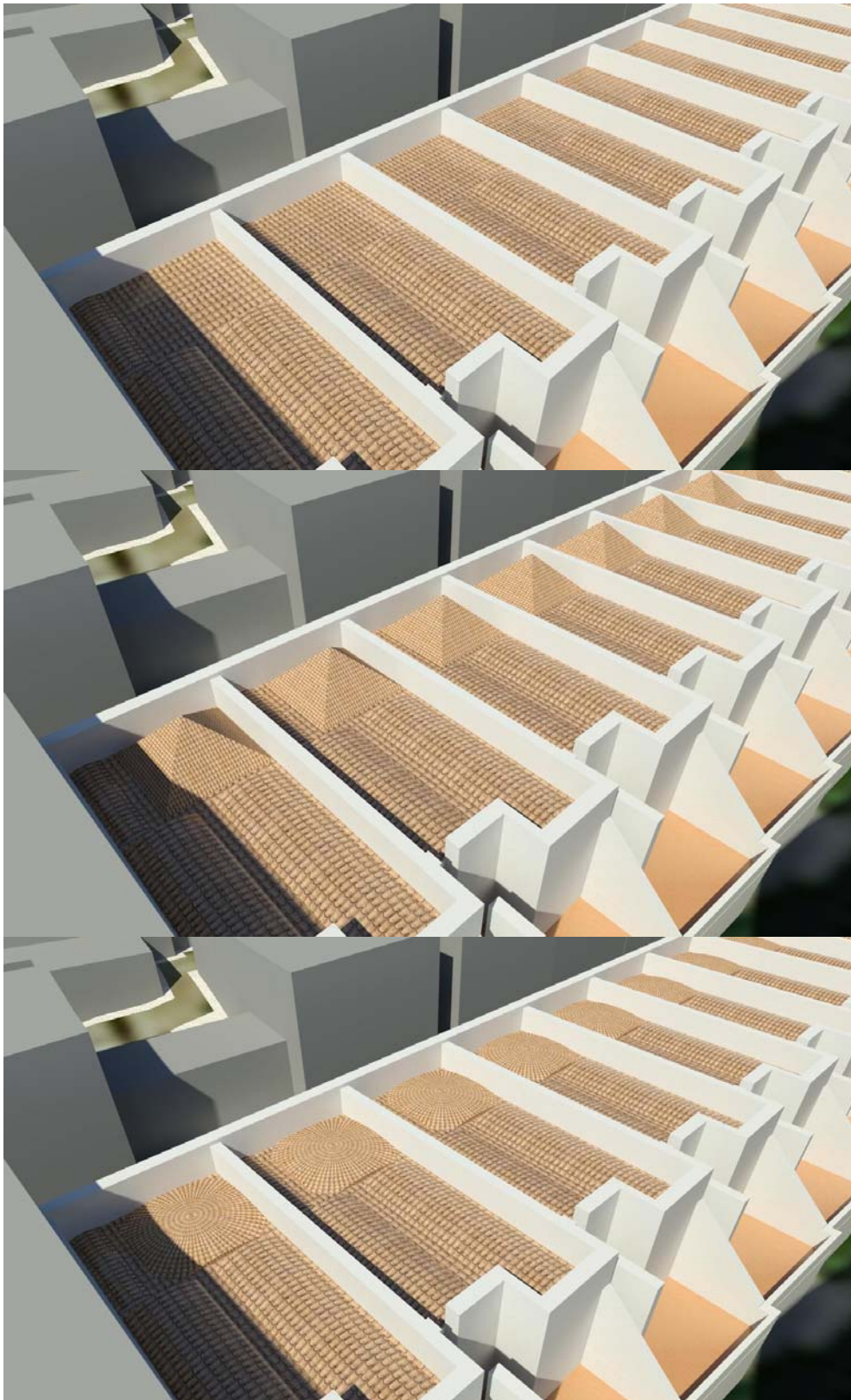
IMAGENS

- VERTEX MODELLING, 2013, *City of London, 3D Model*. [online] Disponível em: <http://www.3dartistonline.com/image/14798/city_of_london_3d_model> [Acedido em: 26.10.13]
- PROTO3000, 2012, *Polyjet 3D Printing Services*. [online] Disponível em: <<http://proto3000.com/polyjet-3d-printing-services-rapid-prototyping.php>> [Acedido a: 26 de Outubro de 2013]
- CRISO, 2013, *Display of final Zebedee 3D map of the Leaning Tower of Pisa*. [online] Disponível em: <<http://www.csiro.au/Portals/Media/3D-mapping-is-a-Pisa-cake-for-Aussie-scientists.aspx>> [Acedido a: 8 de Dezembro de 2013]
- TEKLA, 2012, *IFC Workflow*. [online] Disponível em: <<http://www.tekla.com/us/solutions/references/PublishingImages/Solaris/IFC-workflow.png>> [Acedido a: 19 de Outubro de 2013]
- DESIGNBUILDER, 2005, *DesignBuilder Revit – gbXML Tutorial*. [online] Disponível em: <http://www.designbuilder.co.uk/files/db_revit_tutorial_v1_185.pdf> [Acedido a: 23 de Outubro de 2013]
- AUTODESK WIKIHELP, 2009, *Import KML/KMZ, Build, and Publish Model*. [online] Disponível em: http://wikihelp.autodesk.com/Revit/kor/2013/Help/0000-%EC%9E%90%EC%84%B8%ED%95%9C_%EC%A0%95%EB%B3%B4/0001-Subscrip1/0015-Globe_Li15/0031-Tutorial31/0033-Import_K33 [Acedido a: 25 de Outubro de 2013]
- KUKLO, K., 2011, *CityEngine's interface*. [online] Disponível em: <<http://www.evermotion.org/tutorials/show/7971/cityengine-review>> [Acedido a: 27 de Outubro de 2013]
- MBUEHLER, 2011, *Organic House 2*. [online] Disponível em: <<http://forums.esri.com/CityEngine/forum-39377.html>> [Acedido a: 25 de Outubro de 2013]
- AUTODESK BUILDING SOLUTIONS, 2010, *Robot Structure Analysis 2011 - Building Design*. [YouTube] Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=FLLI5CjbQC4>> [Acedido a: 15 de Novembro de 2013]
- STONOR, T., 2011, *Greater Washington Choice RN*. [online] Disponível em: <http://timstonor.wordpress.com/2011/10/12/washington-dc-spatial-integration-analysis/> [Acedido a: 25 de Outubro de 2013]
- MAXON, 2013, *Substance Before*. [online] Disponível em: <http://www.maxon.net/products/cinema-4d-prime/integration-unity-3d.html> [Acedido a: 13 de Novembro de 2013]
- GOOGLE EARTH, 2013

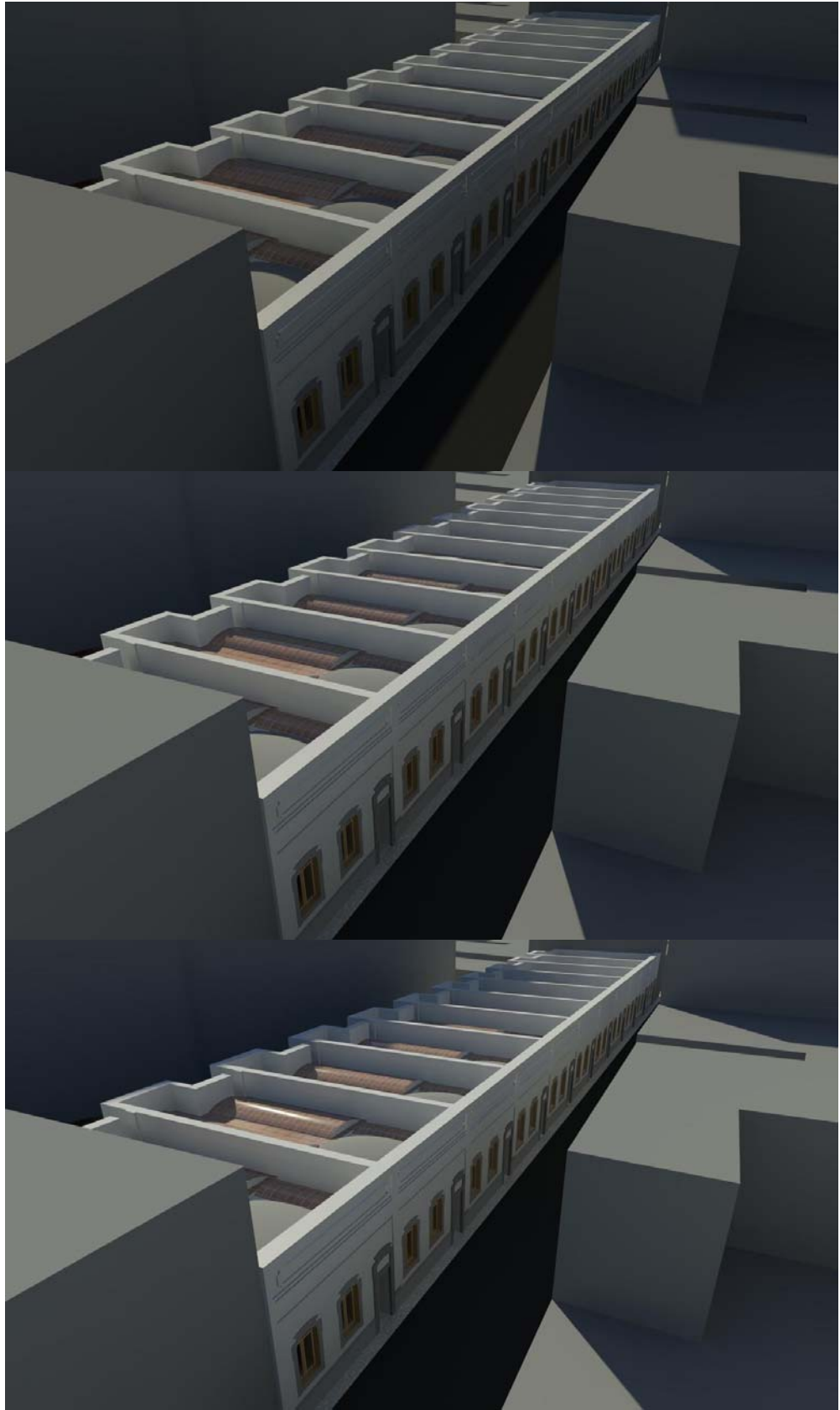
ANEXOS

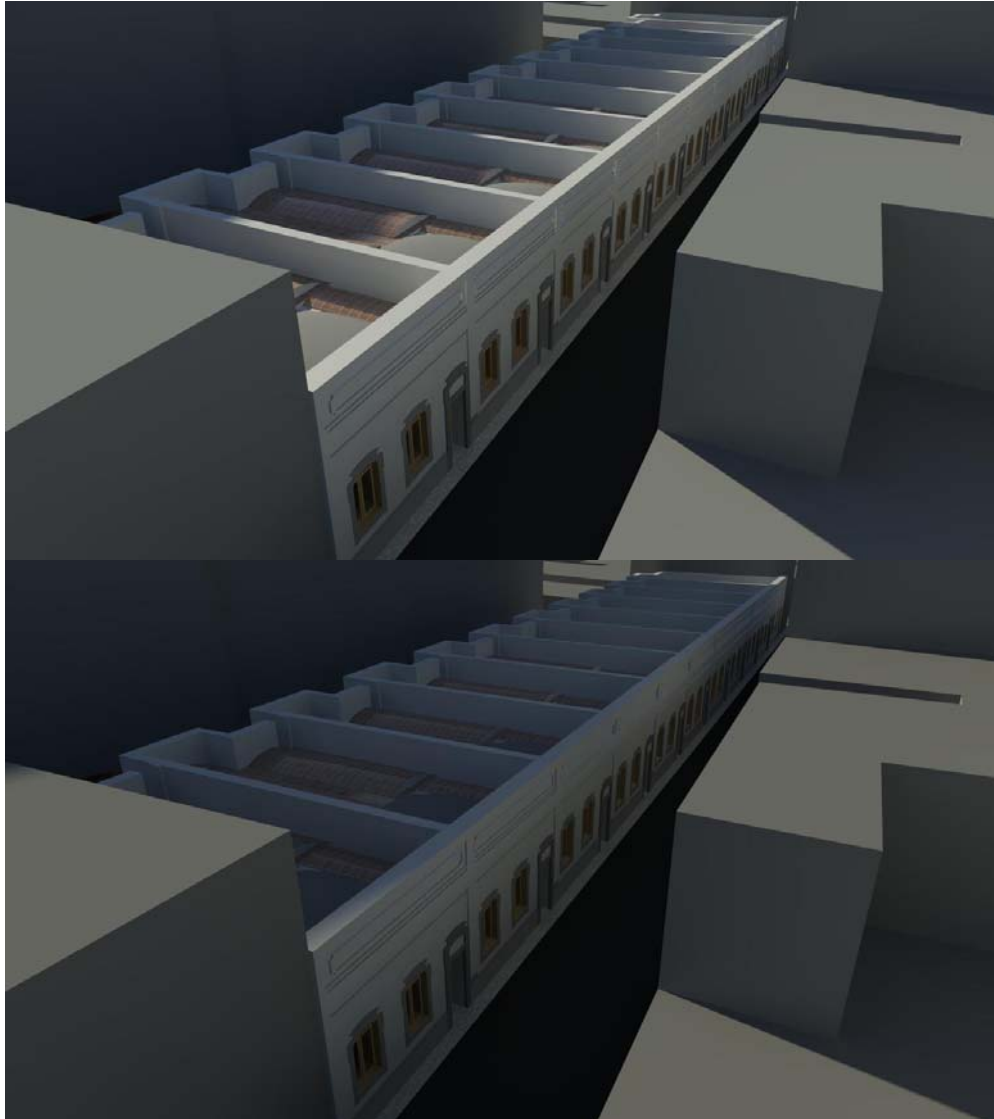


Série de diferentes renders, todos definidos para o dia 22 de Setembro de 2013, às 17h00, demonstrando as diferentes configurações de coberturas para a tipologia de habitação “Cerca”.

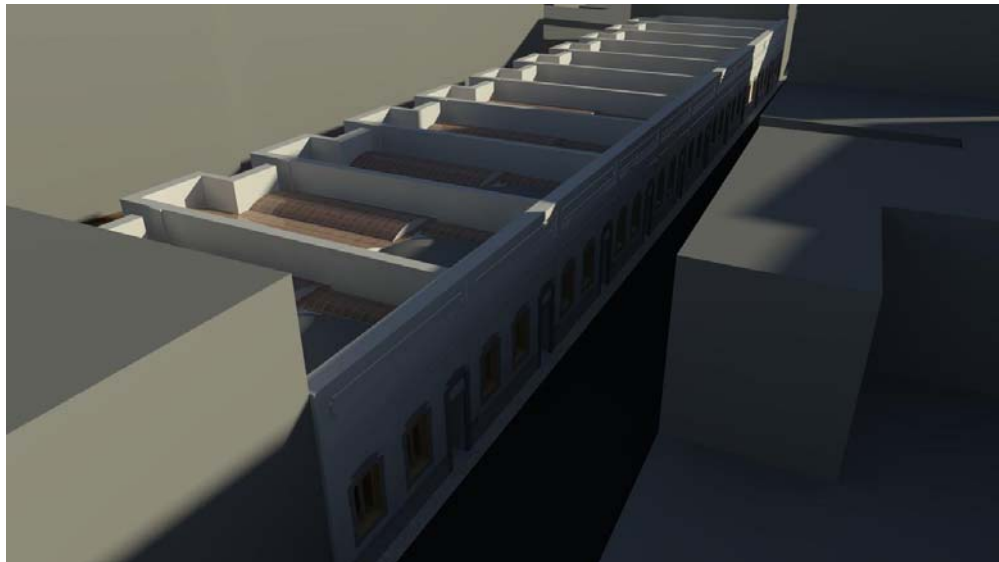


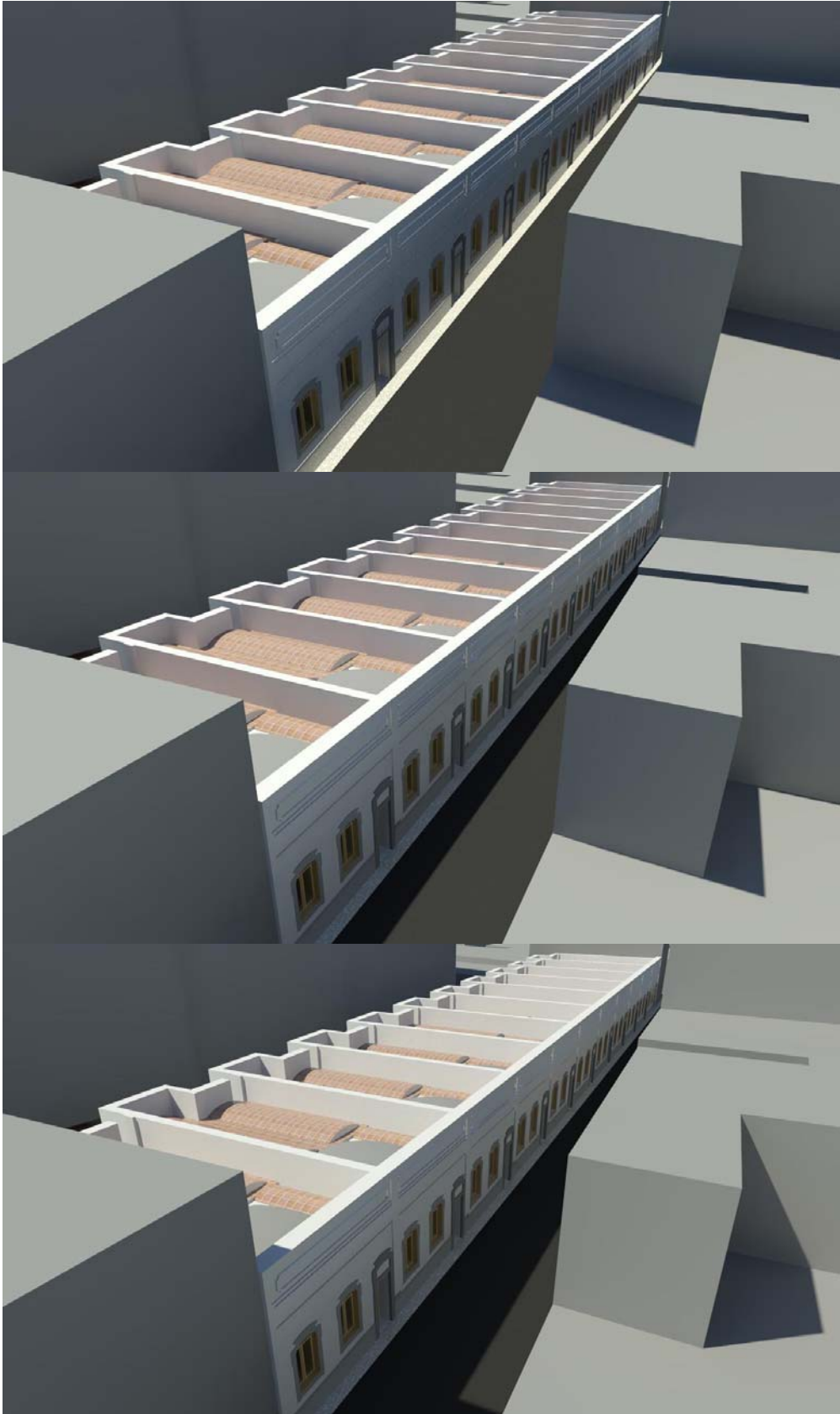
Série de diferentes renders, todos definidos para o dia 22 de Setembro de 2013, às 13h30, demonstrando as diferentes configurações de coberturas para a tipologia de habitação “Cerca”.

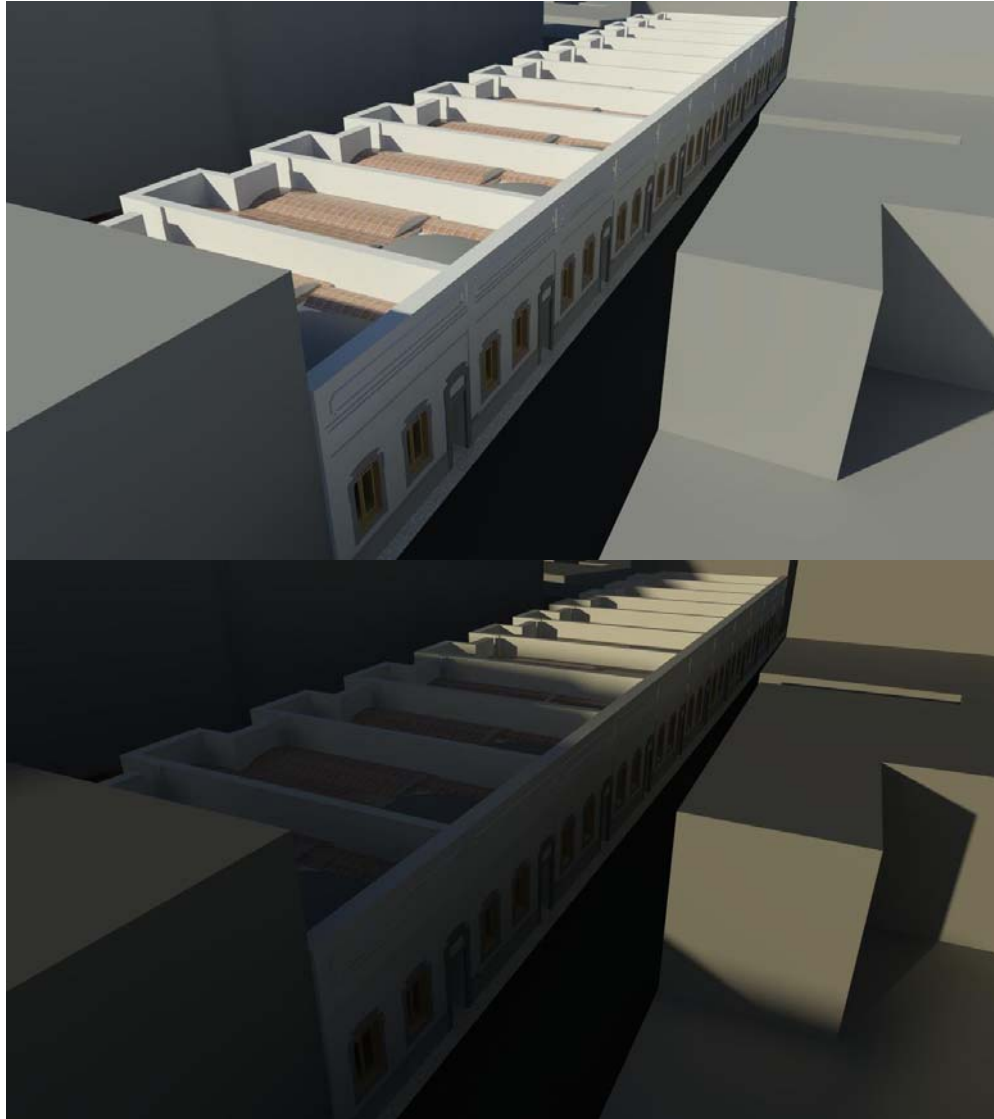




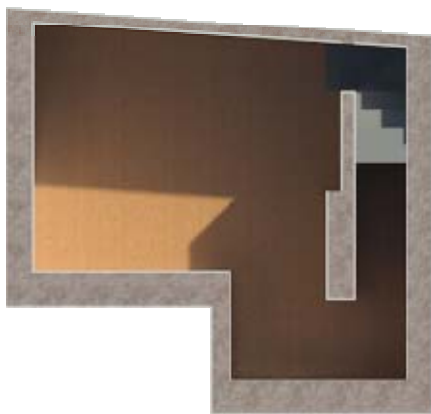
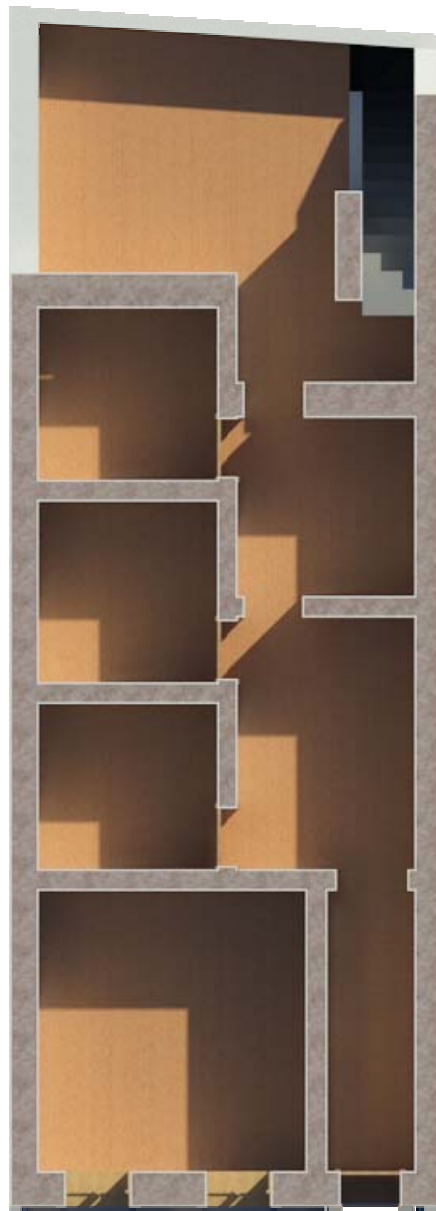
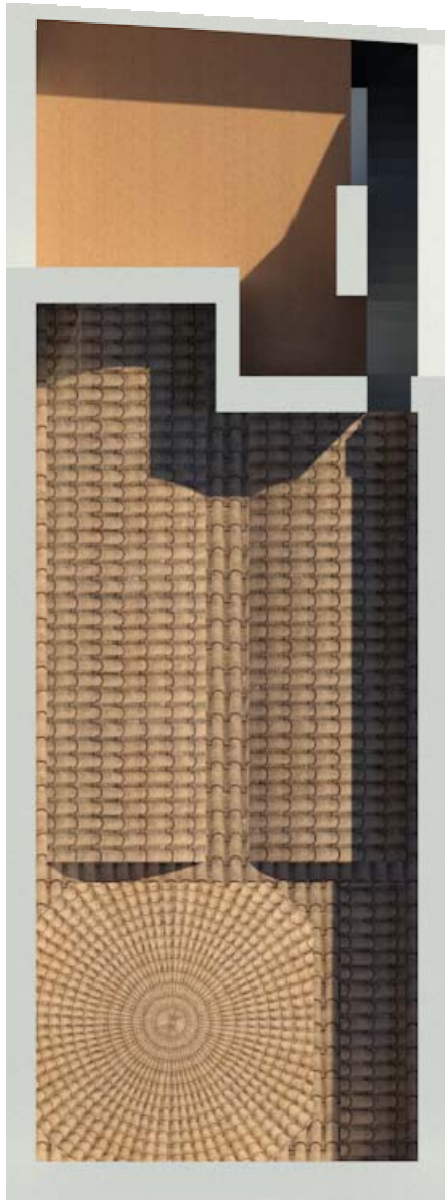
Série de diferentes renders, todos definidos para o dia 22 de Dezembro de 2013, a diferentes horas do dia, demonstrando o ciclo de iluminação natural de um dia durante o Solistício de Inverno, para a tipologia de habitação “Cerca”.







Série de diferentes renders, todos definidos para o dia 22 de Junho de 2013, a diferentes horas do dia, demonstrando o ciclo de iluminação natural de um dia durante o Solistício de Verão, para a tipologia de habitação “Cerca”.



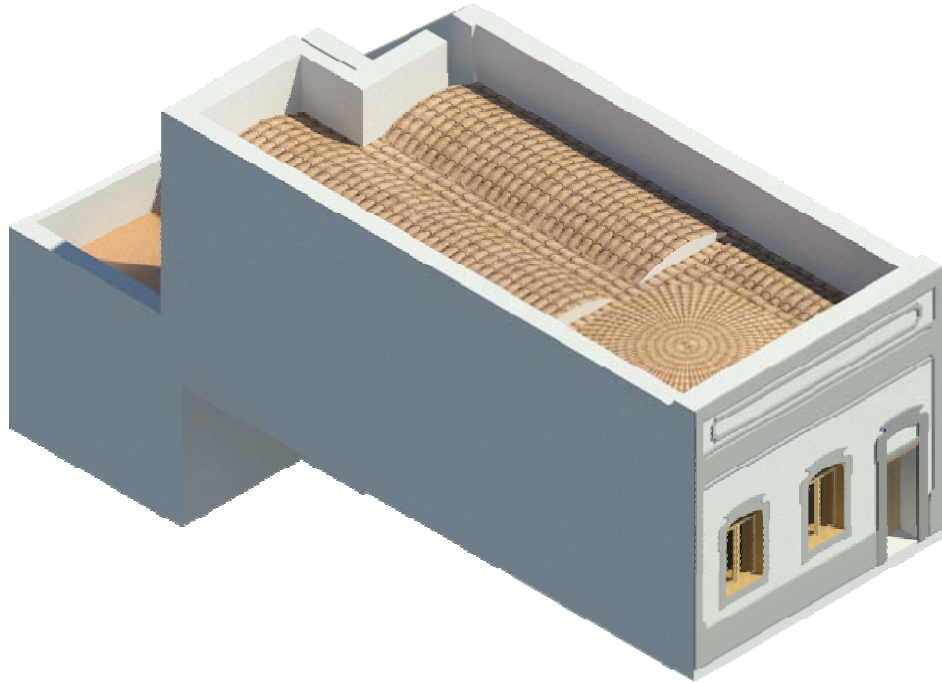
Plantas de cobertura, do piso térreo e do piso subterrâneo da tipologia de habitação “Cerca”.



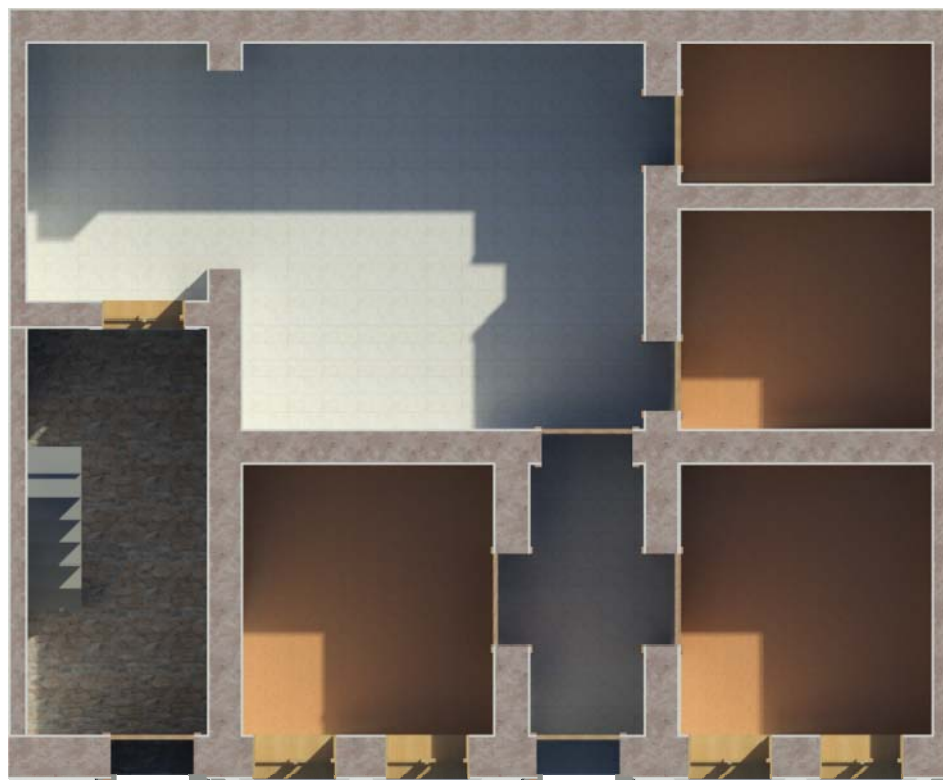
Alçado frontal da tipologia de habitação “Cerca”



Corte da tipologia de habitação “Cerca”



Axonometria da tipologia de habitação “Cerca”



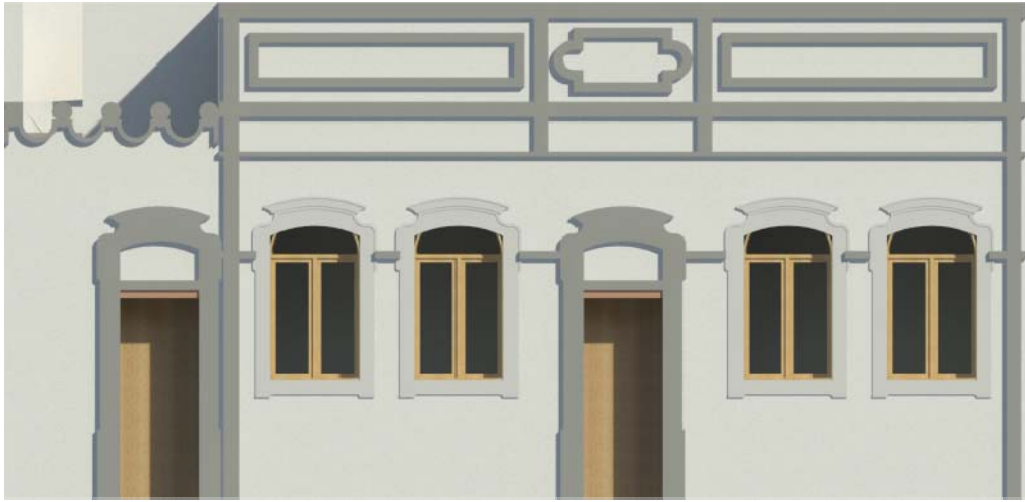
Plantas de cobertura e de piso térreo da tipologia de habitação “Dupla”



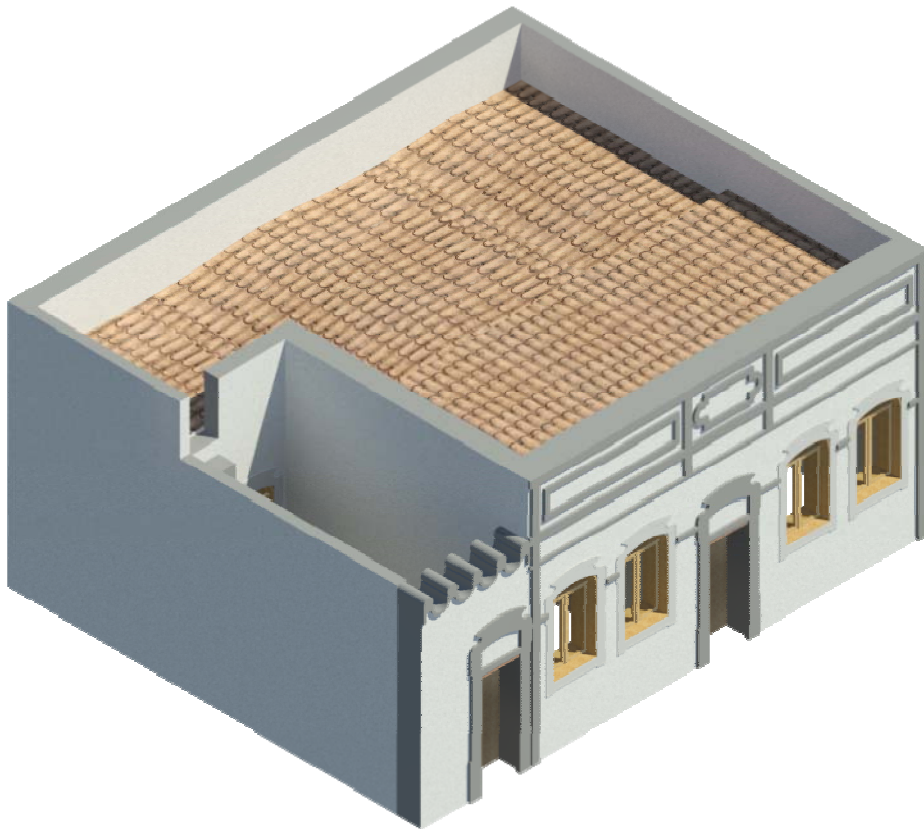
Cortes variados da tipologia de habitação "Dupla"



Cortes variados da tipologia de habitação “Dupla”



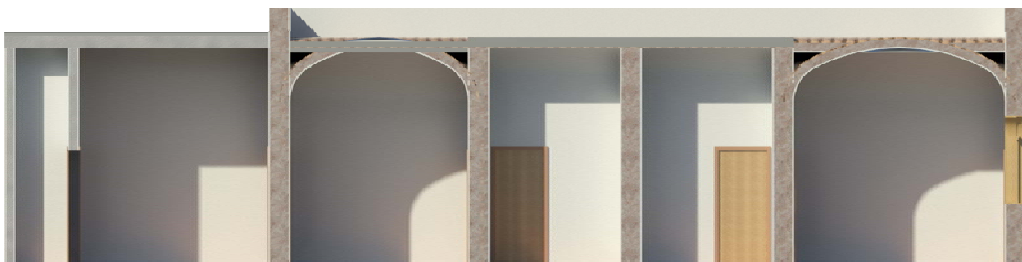
Alçado frontal da tipologia de habitação “Dupla”



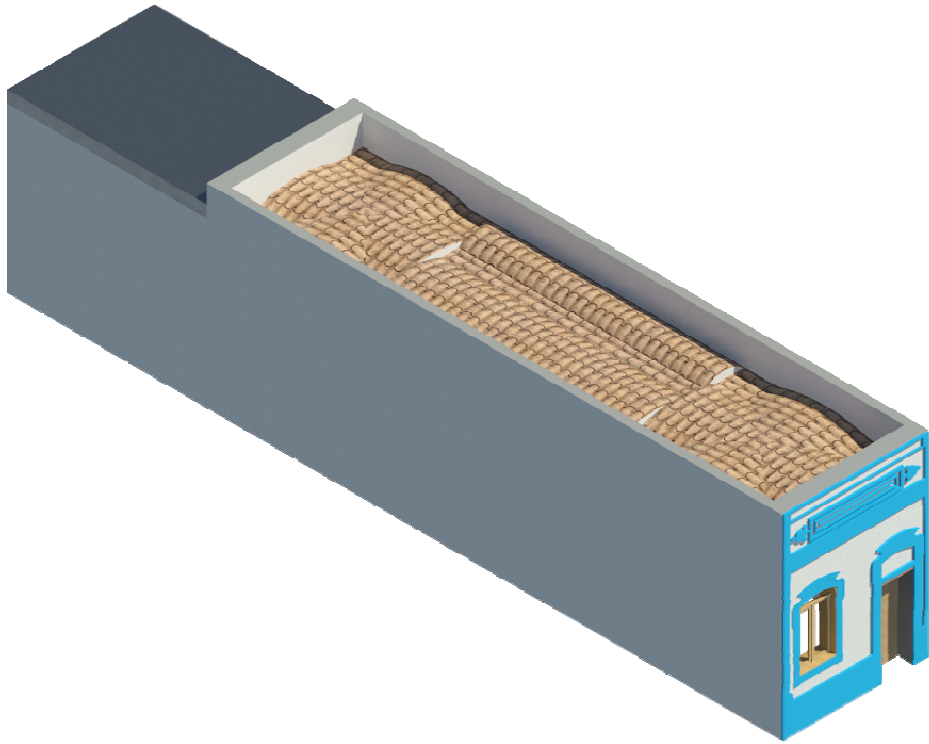
Axonometria de tipologia de habitação “Dupla”



Alçado frontal e planta da tipologia de habitação “Igreja”



Cortes variados da tipologia de habitação “Igreja”



Axonometria da tipologia de habitação “Igreja”



**TÉCNICO
LISBOA**

PROJECTO DIGITAL

Modelação Tridimensional em Arquitectura

Maquete Virtual da Vila da Fuzeta

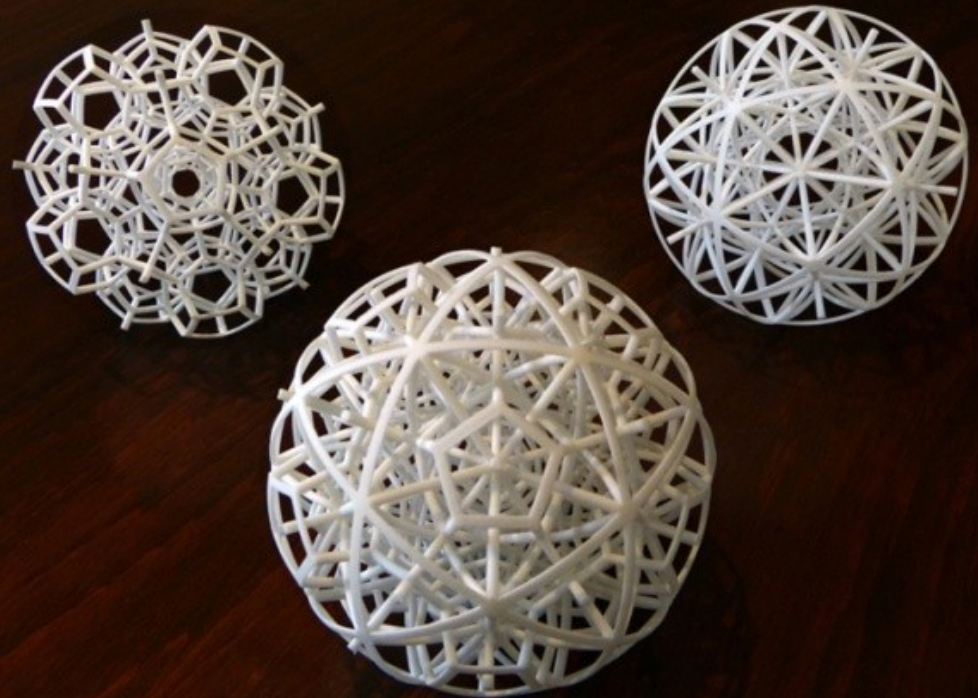
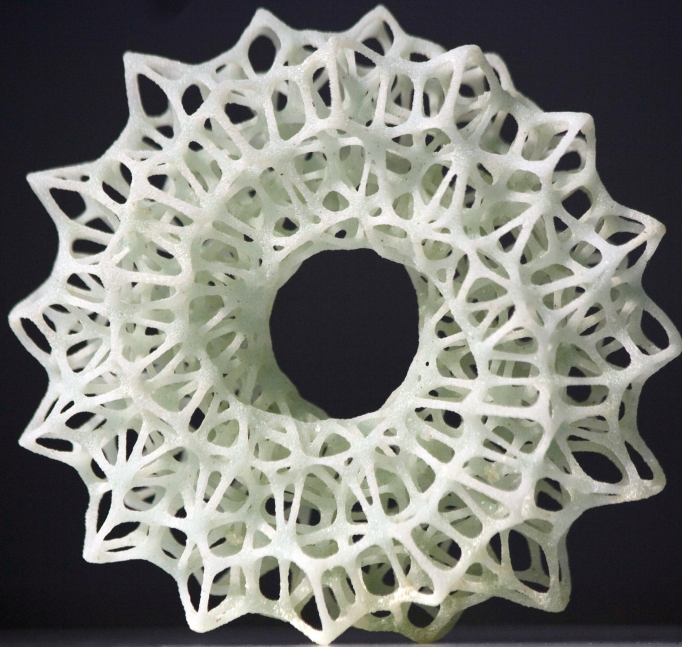


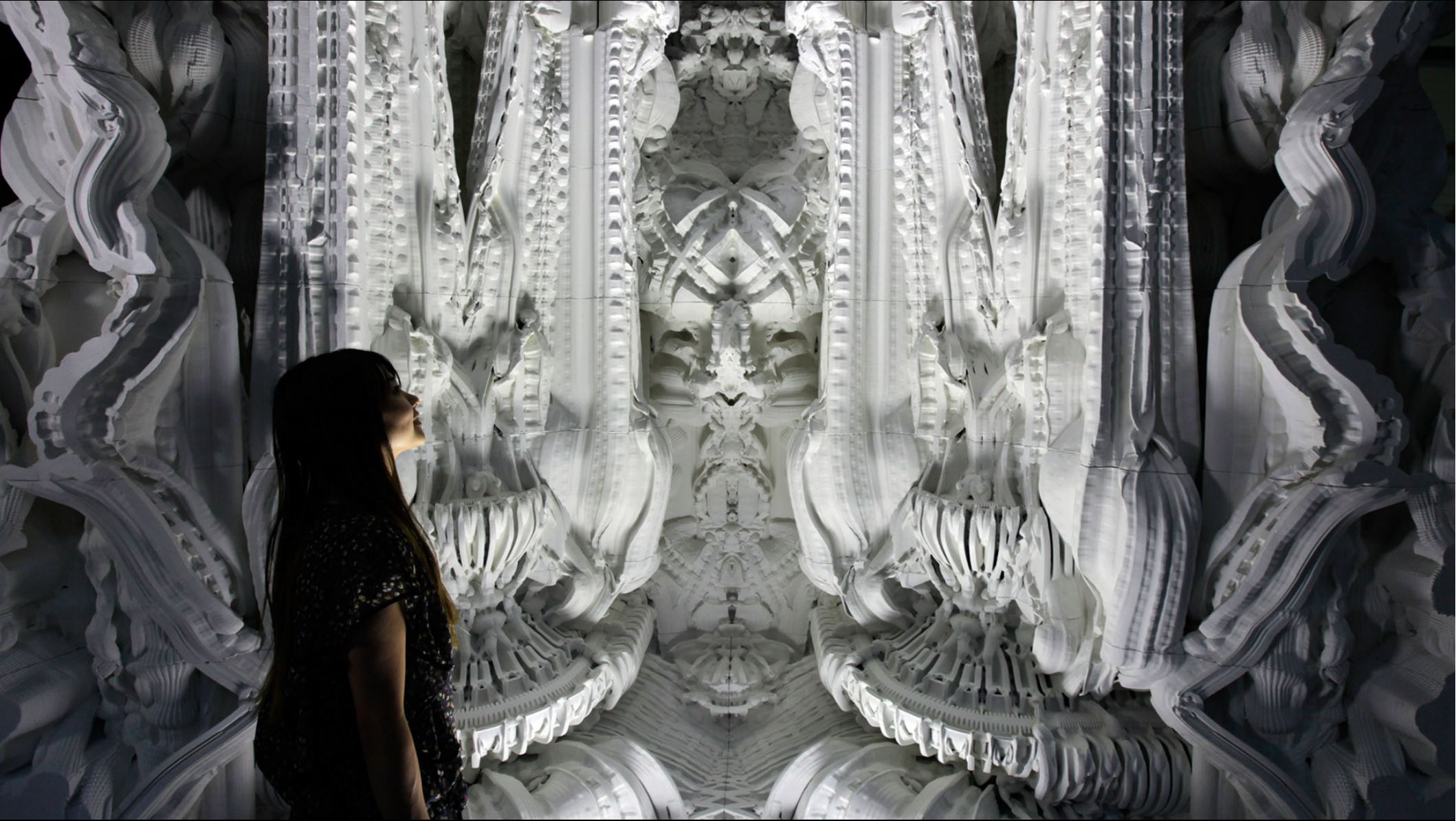
Introdução

Fuzeta

Aplicações

Conclusões









Home Insert Annotate Render Solids Surface Parametric View Manage Plug-ins Online Roombook

Steering Wheels: Top, Bottom, Left

World: 2D Wireframe

Set Viewports, New, Rectangular, Clip, Named, Viewports

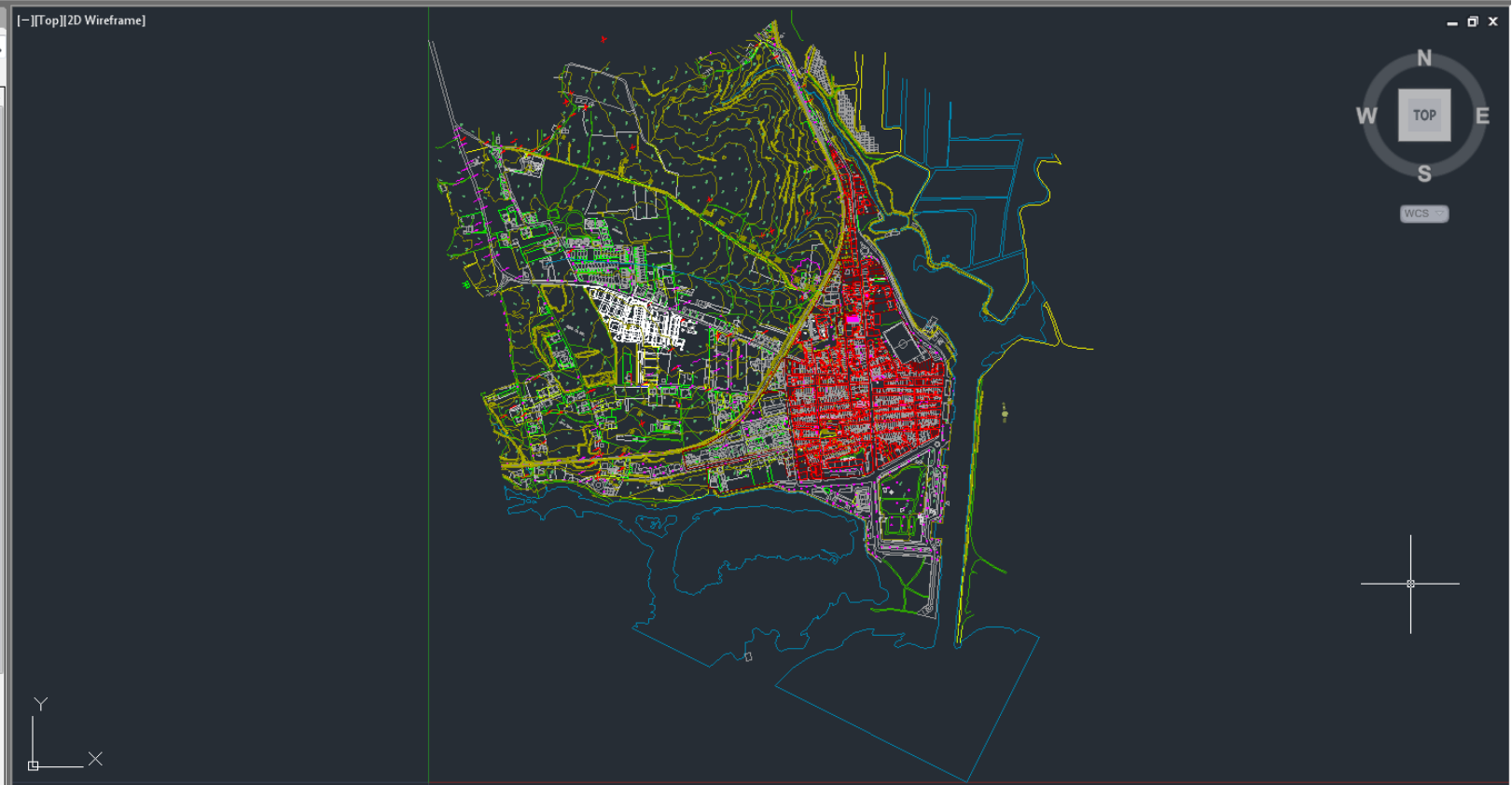
Switch Windows, Windows

User Interface

Layer Properties Manager

Current layer: 0 : 0

Status	Name	On	Freeze	Lock	Color	Lin
	_06 VEG_ARBRAT EXTERIOR				252 Cor	
	_AUX				mag...	Cor
	_CADASTRO				10 Cor	
	_CASAS				253 Cor	
	_COMBOIO				8 Cor	
	_COMERCIO ACTUAL				mag...	Cor
	_COMERCIO ANT				221 Cor	
	_CONST AUX				254 Cor	
	_MET LOT				14 Cor	
	_PASSEIO				253 Cor	
	_RIO				142 Cor	
	0				white Cor	
	21_eiras				52 Cor	
	21_pilares				253 Cor	
	22_cemiterio_bk				white Cor	
	3_cam_carreteiro				82 LTP	
	3_cam_pe_posto				82 LTP	
	32_muro_alvenaria				green Cor	
	32_muro_suporte				60 Cor	
	41_lim_culturas				52 LTP	
	41_vedações				254 LTP	
	42_bk_arbustos				82 Cor	
	5_cn_princ				133,...	Cor
	5_cn_prov				133,...	Cor
	5_cn_secund				133,...	Cor
	5_comoro				52 Cor	
	5_escarpado				230,...	Cor
	6_bk				red Cor	
	6_bk_P_al_tensao				red Cor	
	6_bk_P_bx_tensao				red Cor	
	6_bk_P_canteneria				mag...	Cor
	6_bk_P_iluminacao				mag...	Cor
	6_bk_P_tensao				mag...	Cor
	AGUAS_PONTOS_P1				white Cor	
	arruamentos				yellow Cor	
	construção				blue Cor	
	COTAS				white Cor	
	Defpoints				140 Cor	
	EDIF				white Cor	
	EDIFICIOS_LINHA03				red Cor	



Autodesk DWG. This file is a TrustedDWG last saved by an Autodesk application or Autodesk licensed application.
Command:

Home Insert Annotate Render Solids Surface Parametric View Manage Plug-ins Online Roombook

Steering Wheels: Top, Bottom, Left

World: World, Isometric, 2D Wireframe, 3D Wireframe, Hidden, Shaded, Realistic

Visual Styles: Realistic

Set Viewports: Rectangular, Named

New: Clip, Join

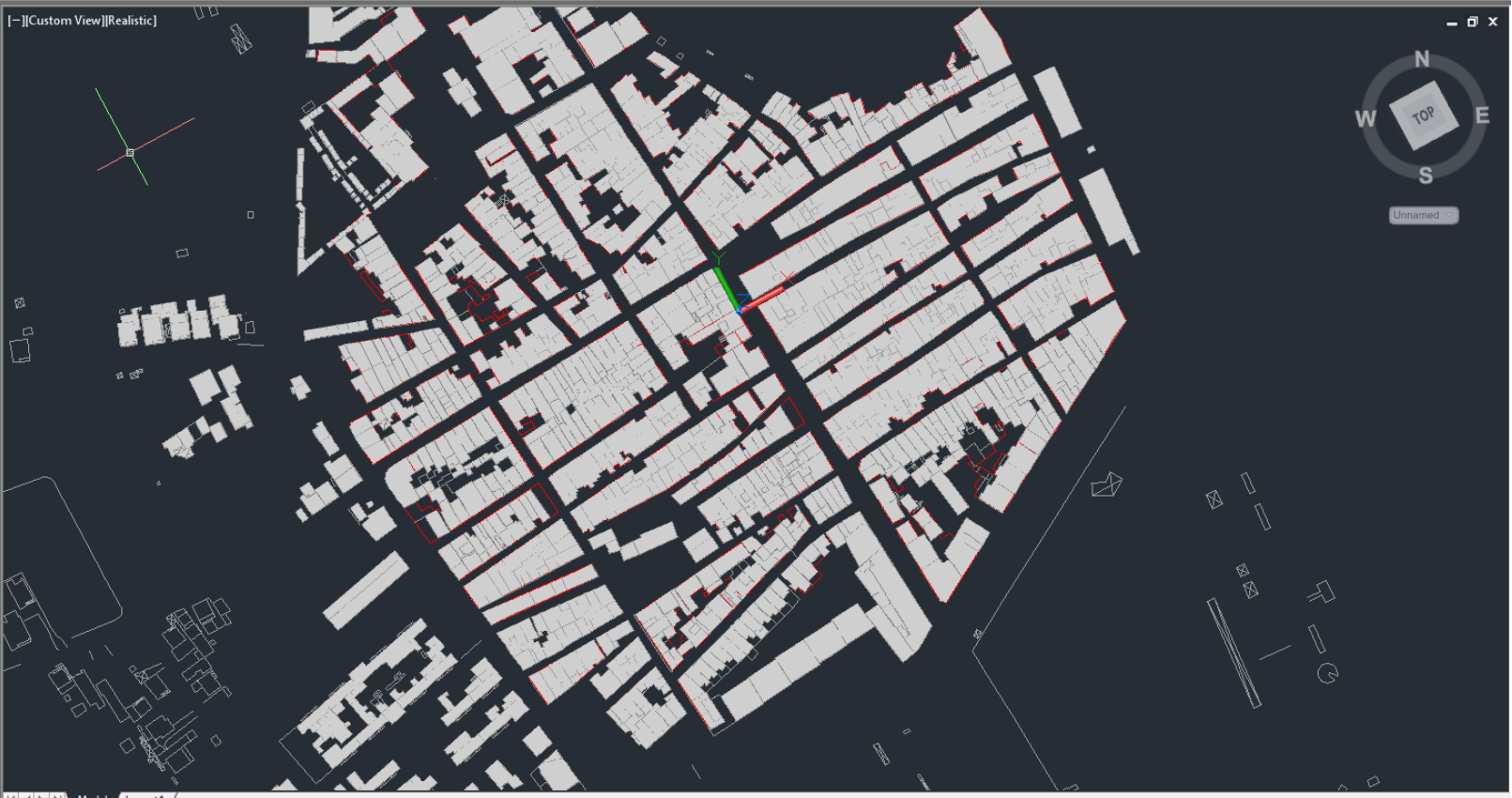
Switch Windows

User Interface

Layer Properties Manager

Current layer: 0 : 0

Status	Name	On	Freeze	Lock	Color	Linetype
	_CADASTRO	☑	☀	🔒	10	Contint
	_CASAS	☑	☀	🔒	253	Contint
	_COMBOIO	☑	☀	🔒	8	Contint
	_CURVAS	☑	☀	🔒	yellow	Contint
	_HATCH CONSTR	☑	☀	🔒	254	Contint
	_PASSEIO	☑	☀	🔒	253	Contint
✓	0	☑	☀	🔒	253	Contint
	DEFPOINTS	☑	☀	🔒	white	Contint
	N00_P0	☑	☀	🔒	98	Contint
	N02_P0	☑	☀	🔒	18	Contint
	N02_P1	☑	☀	🔒	14	Contint
	N02_P2	☑	☀	🔒	10	Contint
	N04_P0	☑	☀	🔒	98	Contint
	N04_P1	☑	☀	🔒	94	Contint
	N04_P2	☑	☀	🔒	90	Contint
	N06_P0	☑	☀	🔒	18	Contint
	N06_P1	☑	☀	🔒	14	Contint
	N06_P2	☑	☀	🔒	10	Contint
	N08_P0	☑	☀	🔒	98	Contint
	N08_P1	☑	☀	🔒	94	Contint
	N08_P2	☑	☀	🔒	90	Contint
	N10_P0	☑	☀	🔒	18	Contint
	N10_P1	☑	☀	🔒	14	Contint
	N10_P2	☑	☀	🔒	10	Contint
	N12_P0	☑	☀	🔒	98	Contint
	N12_P1	☑	☀	🔒	94	Contint
	N14_P0	☑	☀	🔒	18	Contint
	N14_P1	☑	☀	🔒	14	Contint
	N16_P0	☑	☀	🔒	98	Contint
	N18_P0	☑	☀	🔒	18	Contint
	N20_P0	☑	☀	🔒	98	Contint



Model, Layout1

Command: Command:

Type a command

Home Insert Annotate Render Solids Surface Parametric View Manage Plug-ins Online Roombook

Steering Wheels: Top, Bottom, Left

World: Isometric, 3D, 2D

Visual Styles: Realistic

Set Viewports: Rectangular, Named

New: Clip, Join

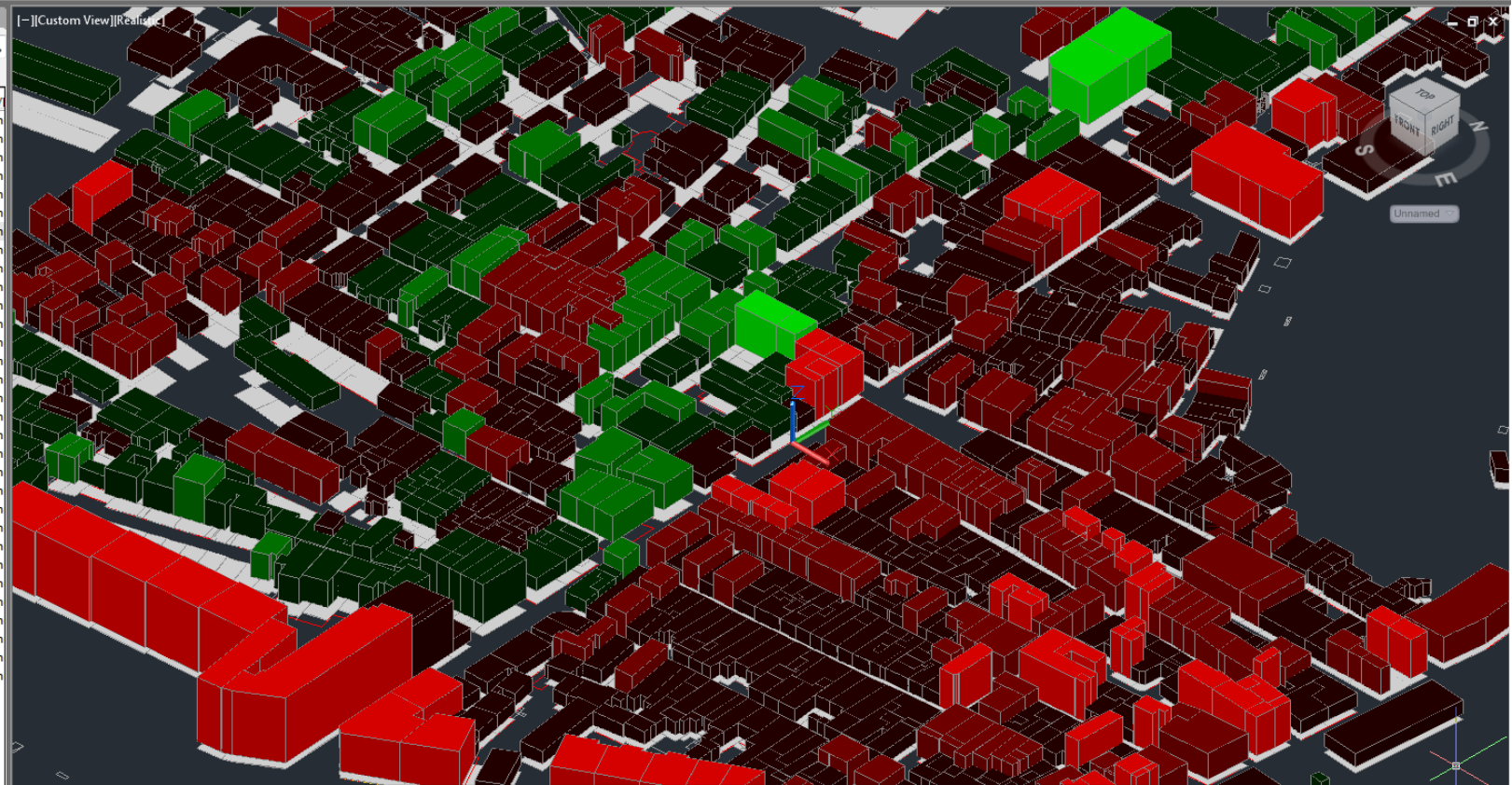
Switch Windows

User Interface

Layer Properties Manager

Current layer: N04_P2 : N04_P2

Status	Name	On	Freeze	Lock	Color	Linety
	_CADASTRO	☑	☀	🔒	10	Contín
	_CASAS	☑	☀	🔒	253	Contín
	_COMBOIO	☑	☀	🔒	8	Contín
	_CURVAS	☑	☀	🔒	yellow	Contín
	_HATCH CONSTR	☑	☀	🔒	254	Contín
	_PASSEIO	☑	☀	🔒	253	Contín
	0	☑	☀	🔒	253	Contín
	DEFPOINTS	☑	☀	🔒	white	Contín
	N00_P0	☑	☀	🔒	98	Contín
	N02_P0	☑	☀	🔒	18	Contín
	N02_P1	☑	☀	🔒	14	Contín
	N02_P2	☑	☀	🔒	10	Contín
	N04_P0	☑	☀	🔒	98	Contín
	N04_P1	☑	☀	🔒	90	Contín
✓	N04_P2	☑	☀	🔒	90	Contín
	N06_P0	☑	☀	🔒	18	Contín
	N06_P1	☑	☀	🔒	14	Contín
	N06_P2	☑	☀	🔒	10	Contín
	N08_P0	☑	☀	🔒	98	Contín
	N08_P1	☑	☀	🔒	90	Contín
	N08_P2	☑	☀	🔒	90	Contín
	N10_P0	☑	☀	🔒	18	Contín
	N10_P1	☑	☀	🔒	14	Contín
	N10_P2	☑	☀	🔒	10	Contín
	N12_P0	☑	☀	🔒	98	Contín
	N12_P1	☑	☀	🔒	94	Contín
	N14_P0	☑	☀	🔒	18	Contín
	N14_P1	☑	☀	🔒	14	Contín
	N16_P0	☑	☀	🔒	98	Contín
	N18_P0	☑	☀	🔒	18	Contín
	N20_P0	☑	☀	🔒	98	Contín



Model Layout1

1:1_1 Medium Detail Cut Plane: 1400

Command: Specify opposite corner or [Fence/WPolygon/CPolygon]:
Command: Specify opposite corner or [Fence/WPolygon/CPolygon]:

Architectural Structure Systems Insert Annotate Analyze Massing & Site Collaborate View Manage Add-Ins Modify

Modify Wall Door Window Component Column Roof Ceiling Floor Curtain System Curtain Grid Mullion Railing Ramp Stair Model Text Model Line Model Group Room Room Separator Tag Room Area Area Boundary Tag Area By Face Shaft Wall Vertical Dormer Level Grid Set Show Ref Viewer

Select Build Circulation Model Room & Area Opening Datum Work Plane

Properties

3D View

3D View: (3D) Edit Type

Graphics

View Scale 1:100

Scale Value 1:100

Detail Level Coarse

Parts Visibility Show Original

Visibility/Grap... Edit...

Graphic Displ... Edit...

Discipline Architectural

Default Analy... None

Sun Path

Identity Data

View Template <None>

View Name (3D)

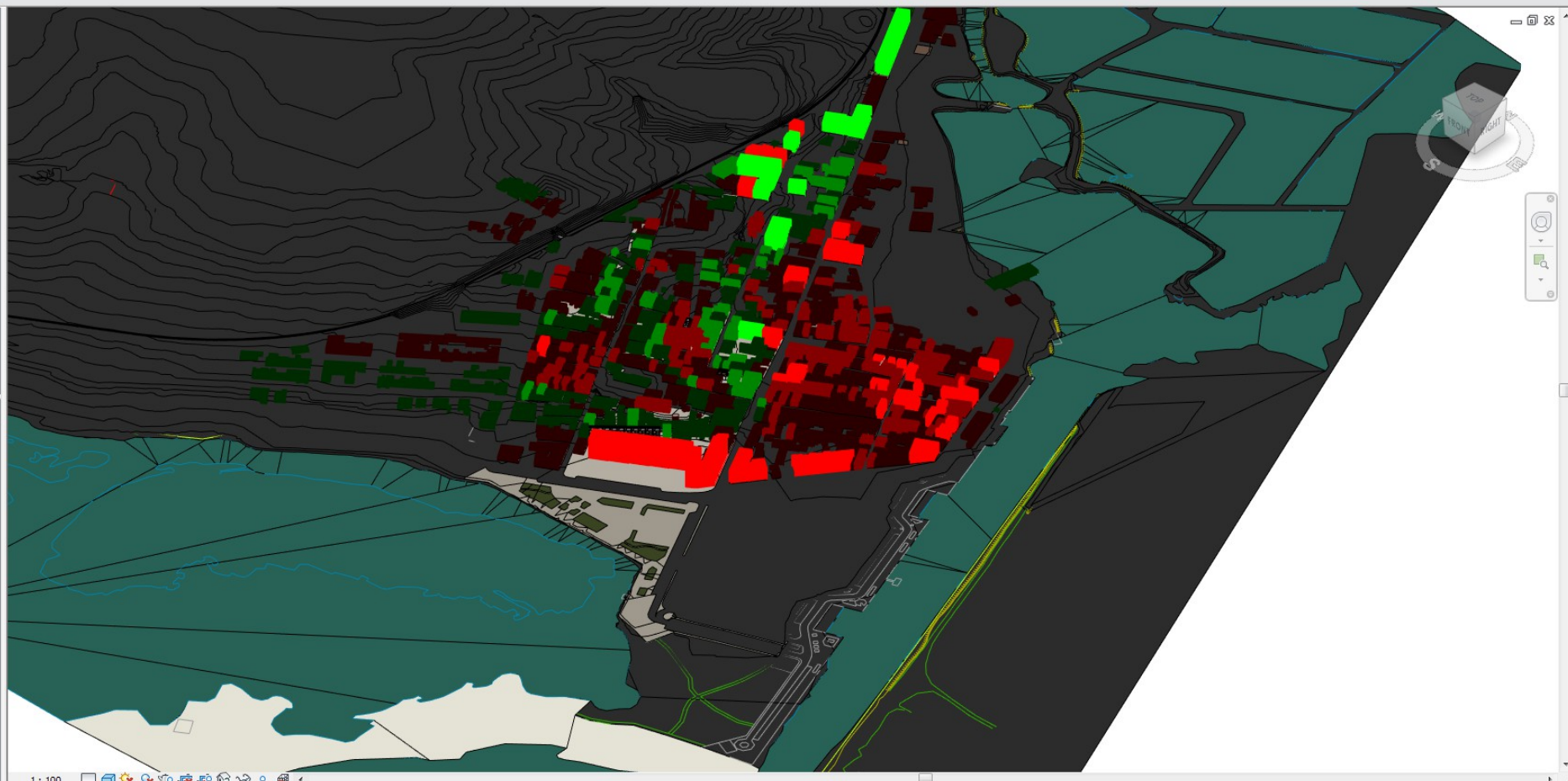
Dependency Independent

Title on Sheet

Properties help Apply

fuzeta_blocos - Project Browser

- Views (all)
 - Floor Plans
 - Level 1
 - Level 2
 - Site
 - Ceiling Plans
 - Level 1
 - Level 2
 - 3D Views
 - 3D View 1
 - 3D View 2
 - 3D View 3
 - 3D View 4 (3D)
 - Elevations (Building Elevation)
 - East
 - North
 - South
 - West
 - Legends
 - Schedules/Quantities



Architecture Structure Systems Insert Annotate Analyze Massing & Site Collaborate View Manage Add-Ins Modify

Modify Wall Door Window Component Column Roof Ceiling Floor Curtain System Curtain Grid Mullion Railing Ramp Stair Model Text Model Line Model Group Room Room Separator Tag Room Area Area Boundary Tag Area By Face Shaft Wall Vertical Dormer Level Grid Set Show Ref Plane Viewer

Select Build Circulation Model Room & Area Opening Datum Work Plane

Properties

Floor Plan

Floor Plan: Site Edit Type

Graphics

View Scale 1:100

Scale Value 1: 100

Display Model Normal

Detail Level Coarse

Parts Visibility Show Original

Visibility/Grp... Edit...

Graphic Displ... Edit...

Underlay None

Underlay Ori... Plan

Orientation Project North

Wall Join Disp... Clean all wa...

Discipline Architectural

Color Scheme... Background

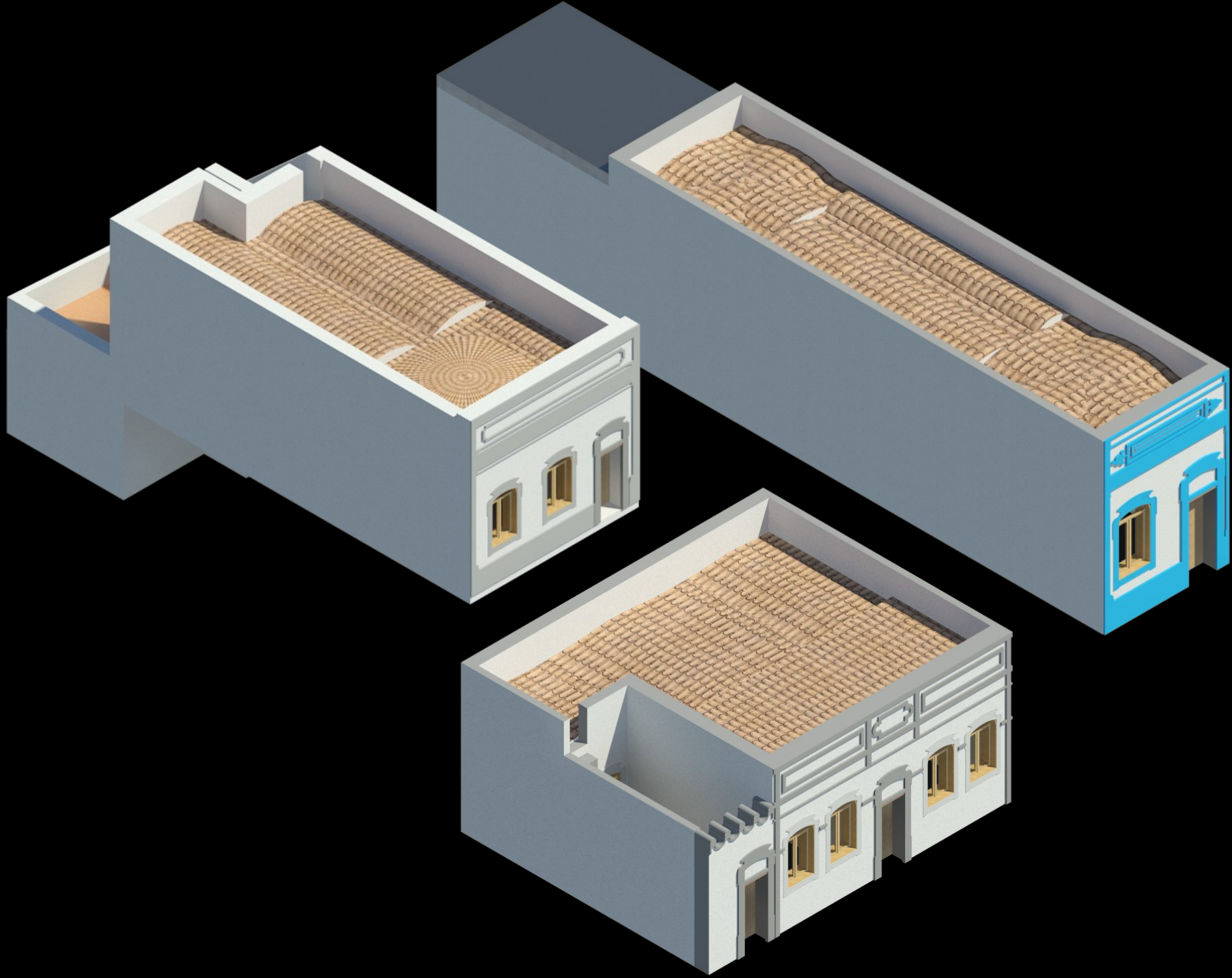
Color Scheme <none>

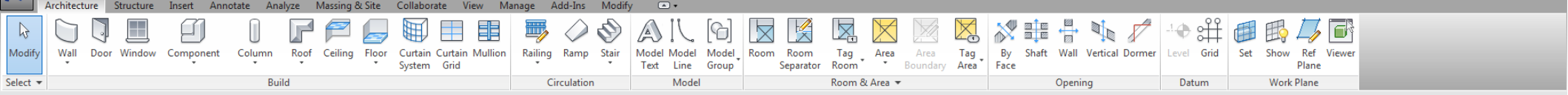
Properties help Apply

fuzeta_blocos_2 - Project Browser

- Views (all)
 - Floor Plans
 - Level 1
 - Level 2
 - Site
 - Ceiling Plans
 - Level 1
 - Level 2
 - 3D Views
 - 3D View 1
 - 3D View 2
 - 3D View 3
 - 3D View 4 (3D)
 - Elevations (Building Elevation)
 - East
 - North
 - South
 - West
 - Legends
 - Schedules/Quantities







Properties

Floor Plan

Floor Plan: Piso Térreo Edit Type

Graphics

- View Scale: 1 : 100
- Scale Value 1: 100
- Display Model: Normal
- Detail Level: Fine
- Parts Visibility: Show Original
- Visibility/Graphics Overrides: Edit...
- Graphic Display Options: Edit...
- Underlay: None
- Underlay Orientation: Plan
- Orientation: Project North
- Wall Join Display: Clean all wall joins
- Discipline: Architectural
- Color Scheme Location: Background
- Color Scheme: <none>
- Default Analysis Display St...: None
- Sun Path:

Identity Data

- View Template: <None>
- View Name: Piso Térreo
- Dependency: Independent

Title on Sheet

- Referencing Sheet:
- Referencing Detail:

Extents

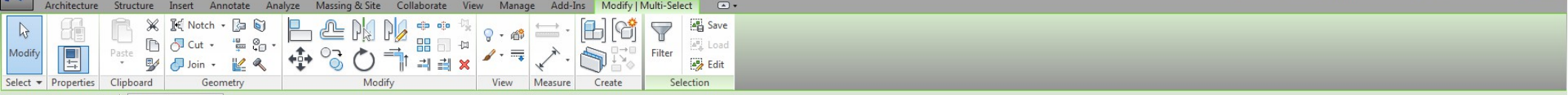
- Crop View:
- Crop Region Visible:
- Annotation Crop:
- View Range: Edit...
- Associated Level: Piso Térreo
- Scope Box: None
- Depth Clipping: No clip

Phasing

- Phase Filter: Show All
- Phase: New Construction

Properties help Apply





Properties | Multi-Select | Activate Dimensions

Multiple Categories Selected

Common (3) Edit Type

Constraints

- Room Bounding
- Related to Mass

Structural

- Enable Analytical Model

Dimensions

- Area
- Volume

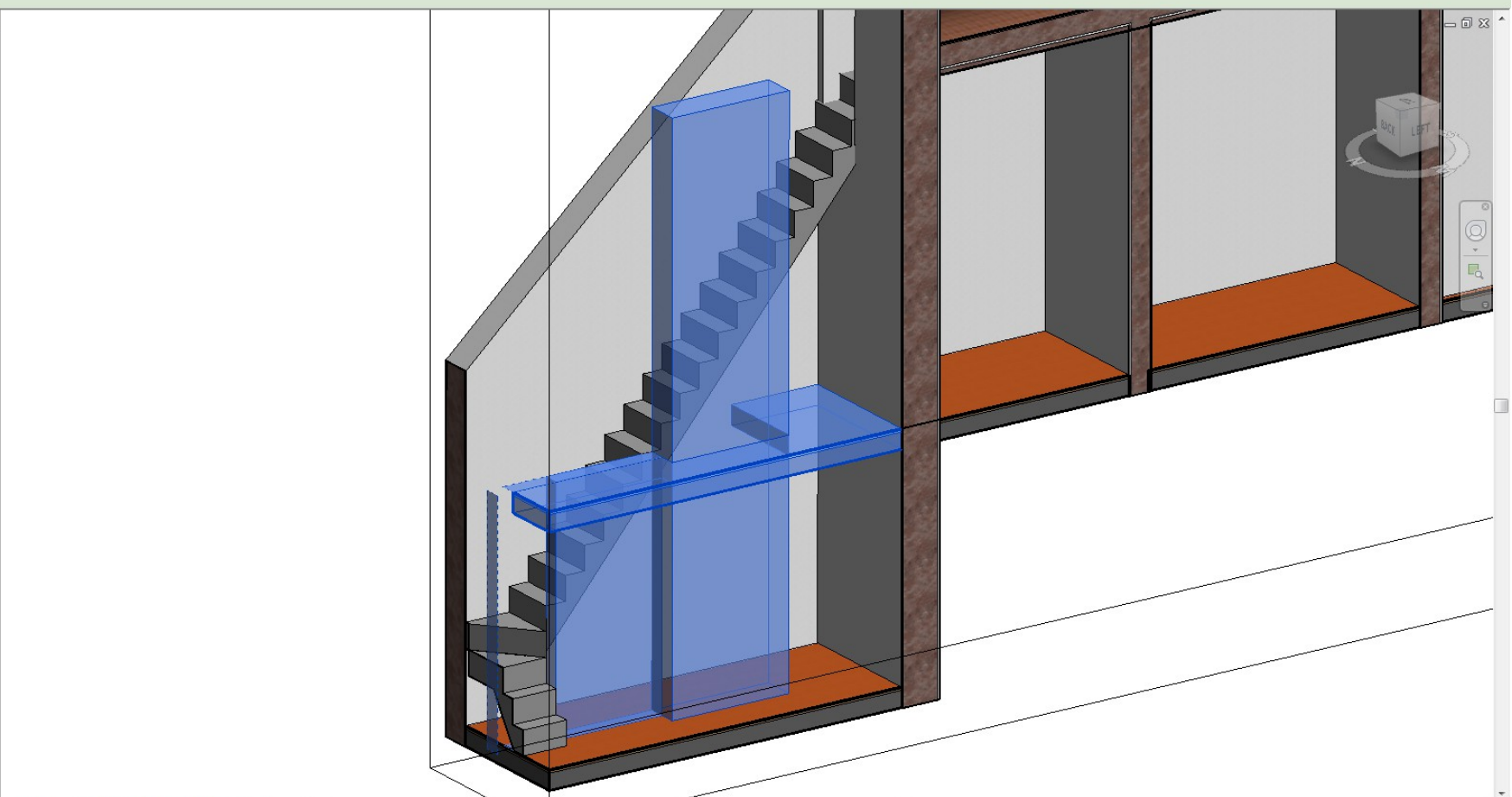
Identity Data

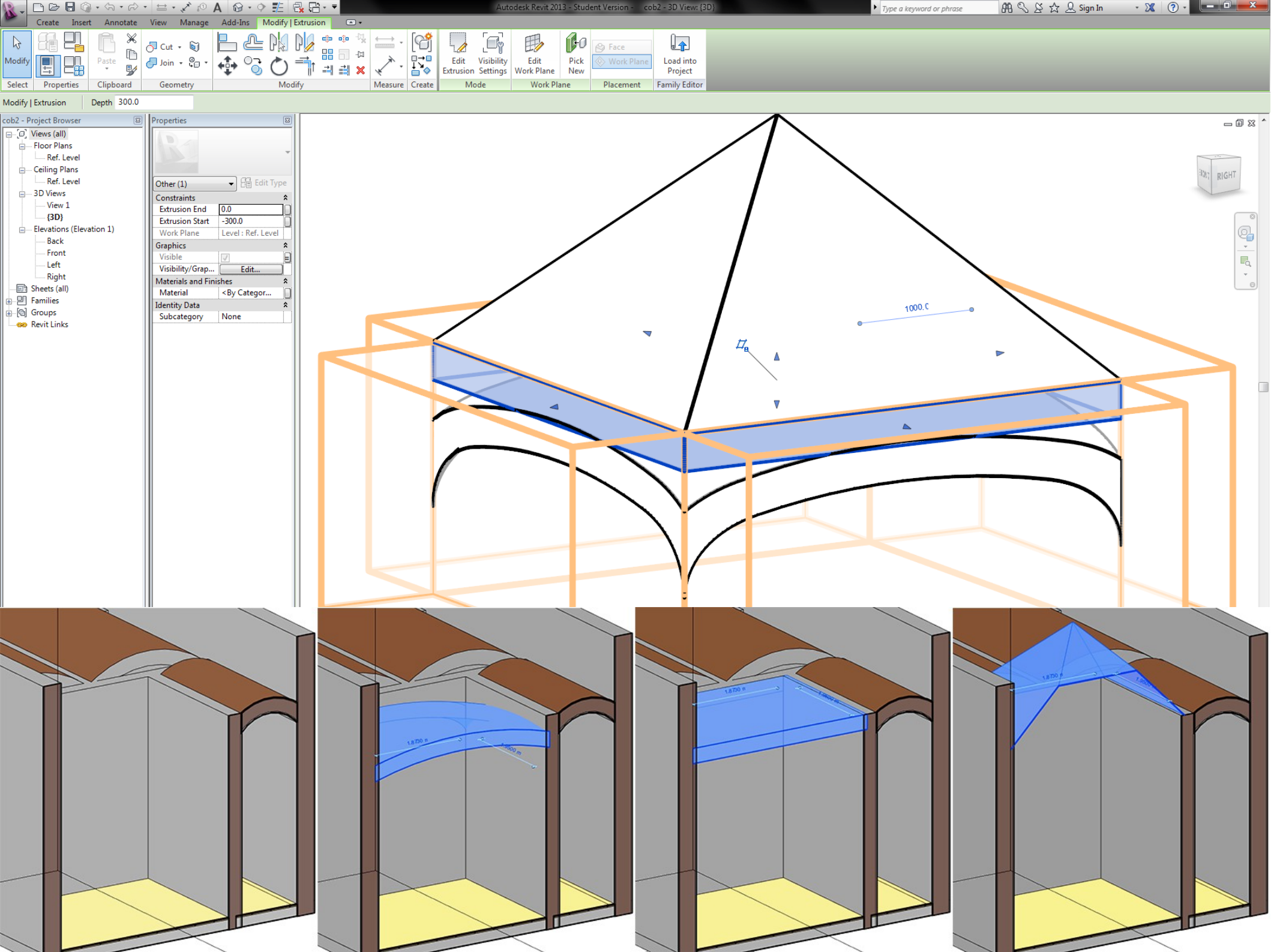
- Comments
- Mark

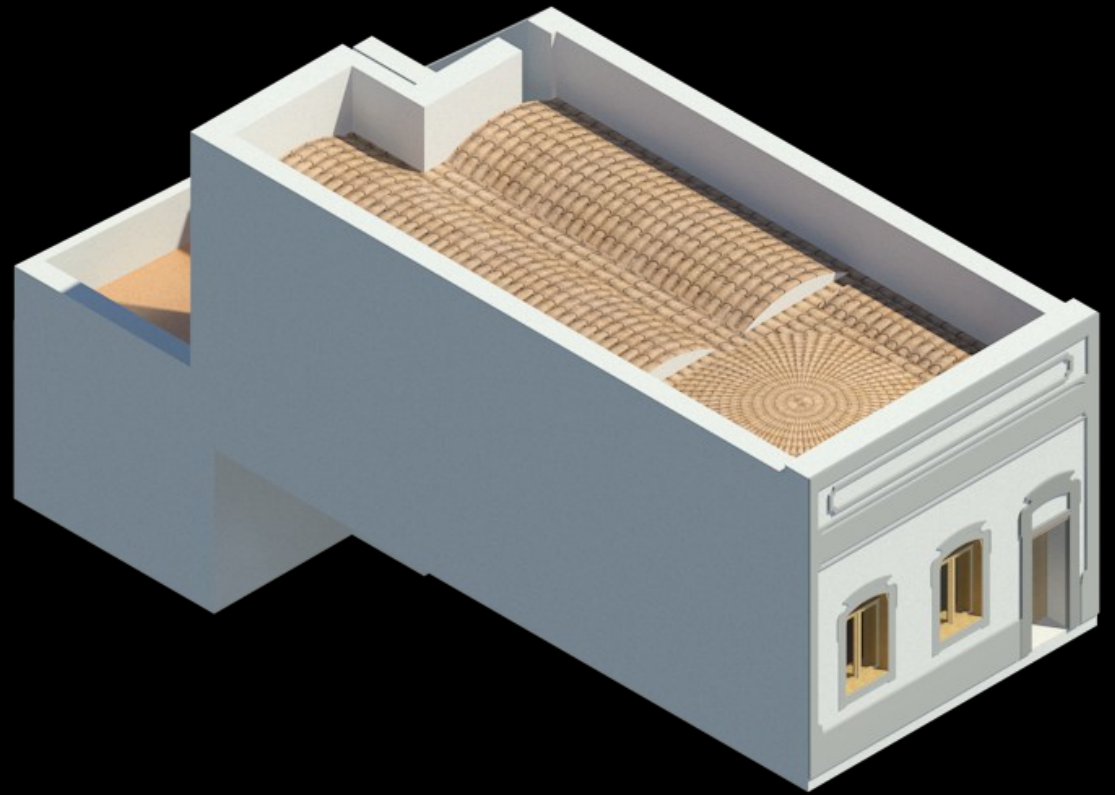
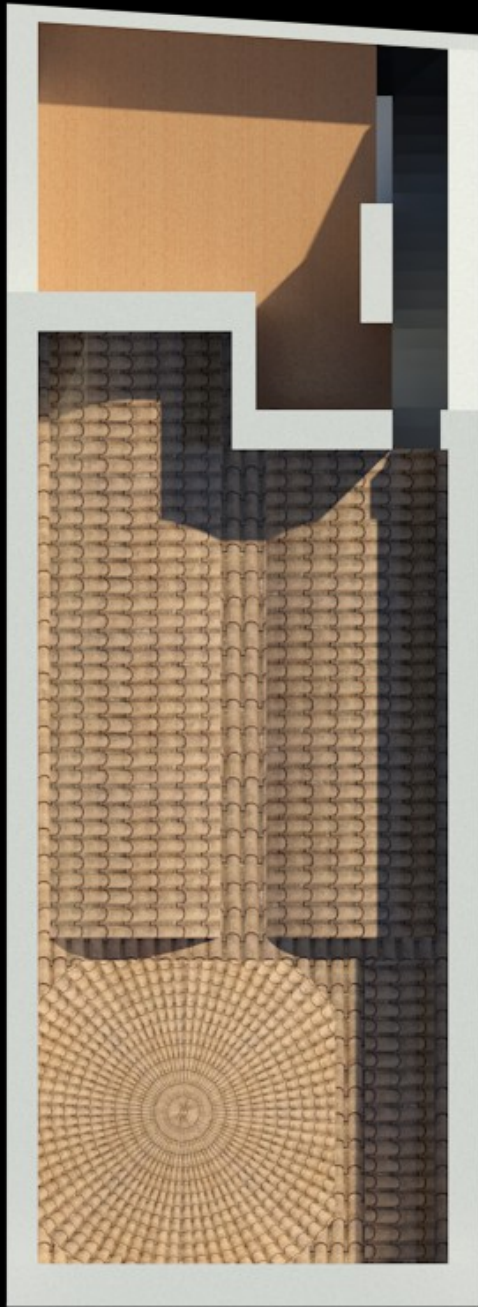
Phasing

- Phase Created New Construction
- Phase Demolished None

Properties help Apply





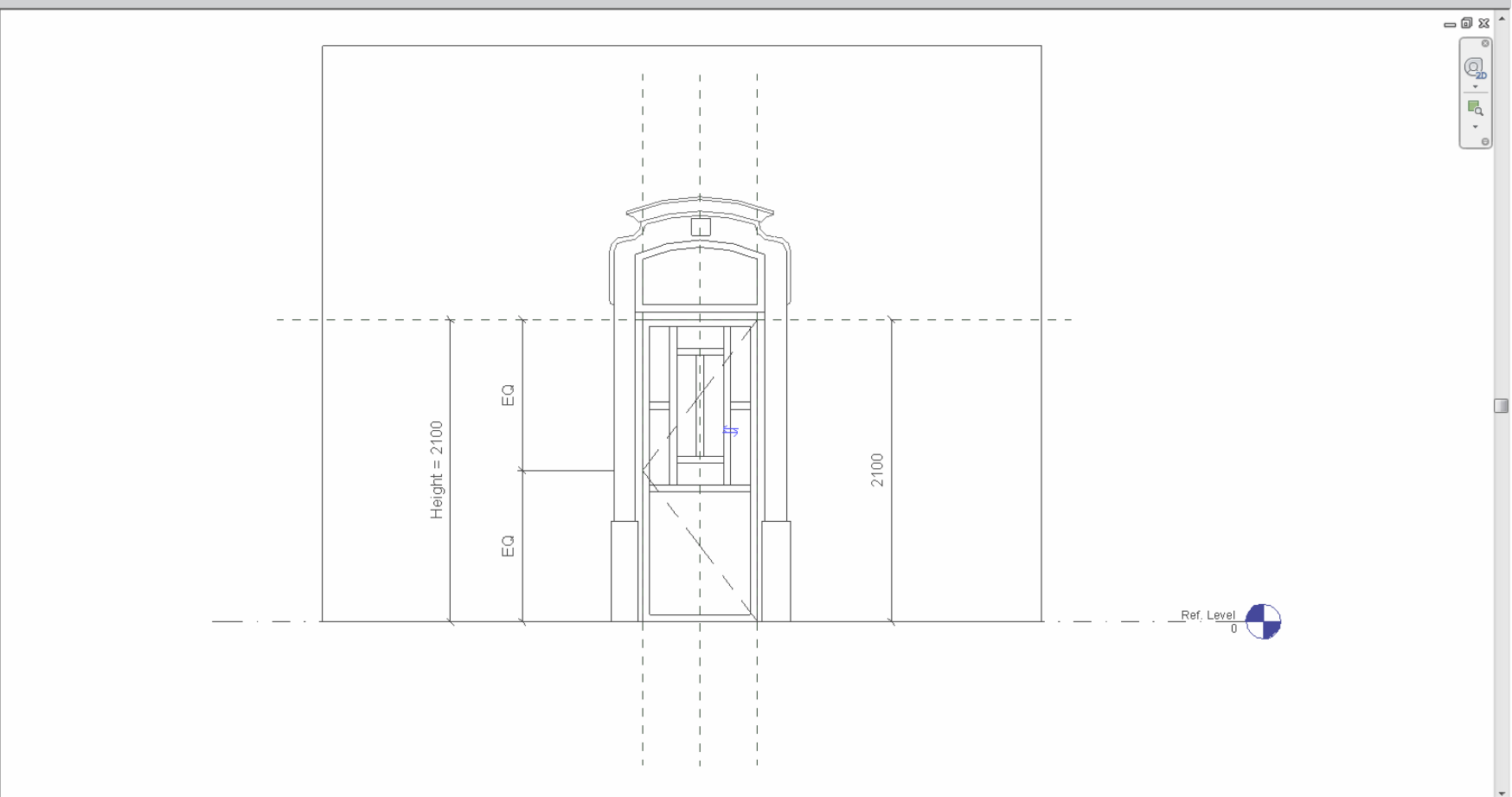


Modify | Properties | Forms | Model | Control | Connectors | Datum | Work Plane | Family Editor

Extrusion | Blend | Revolve | Sweep | Swept Blend | Void Forms | Model Line | Component | Model Text | Opening | Model Group | Control | Connector | Reference Line | Reference Plane | Set | Show Viewer | Load into Project

Project Browser - casacerca_porta2

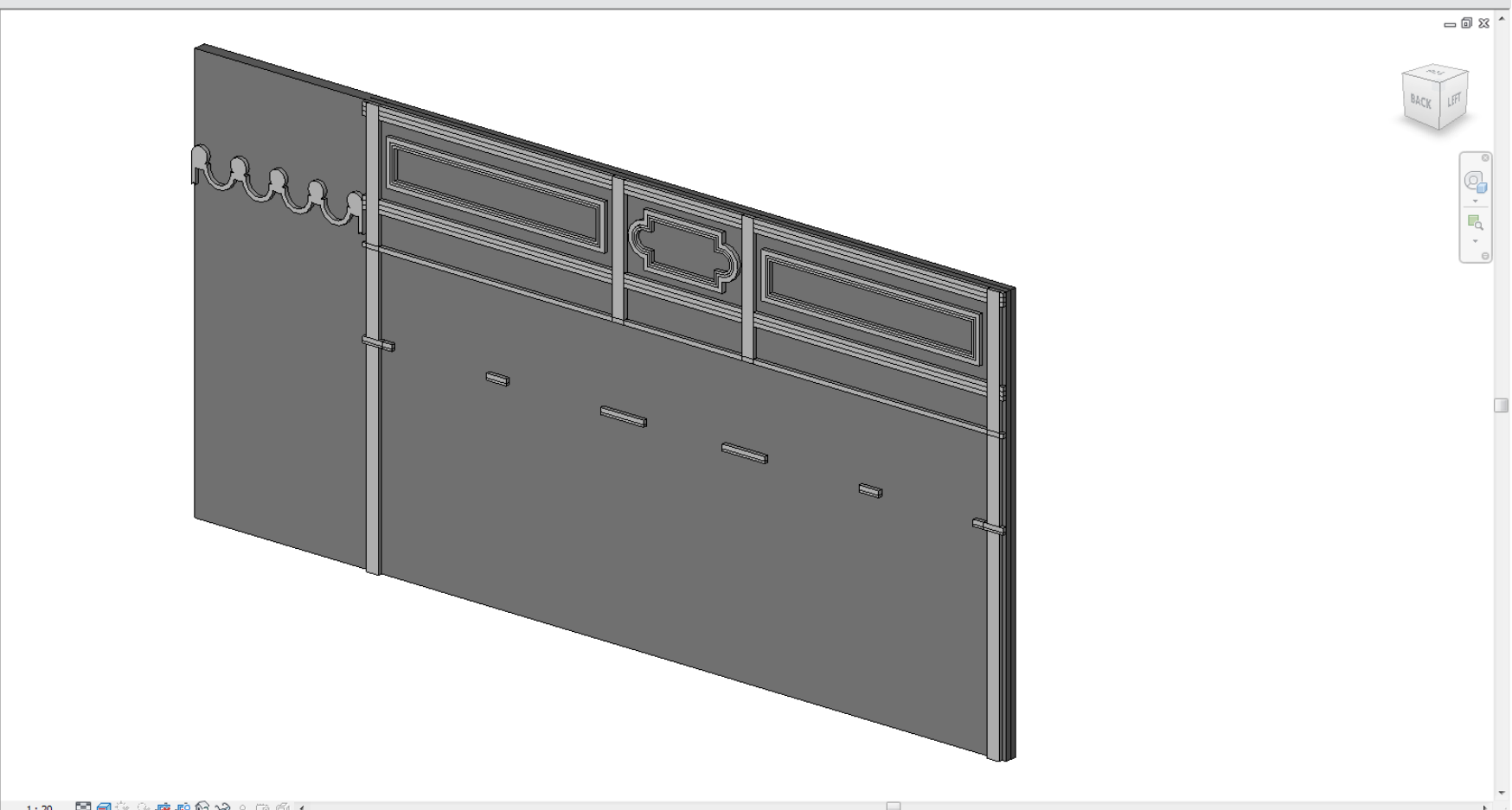
- Views (all)
 - Floor Plans
 - Ceiling Plans
 - 3D Views
 - Elevations (Elevation 1)
 - Exterior
 - Interior
 - Left
 - Right
- Sheets (all)
- Families
- Groups
- Revit Links



Modify | Properties | Extrusion | Blend | Revolve | Sweep | Swept Blend | Void Forms | Model Line | Component | Model Text | Opening | Model Group | Control | Connector | Reference Line | Reference Plane | Set | Show Viewer | Load into Project

Project Browser - casadupla_fachada

- Views (all)
- Sheets (all)
- Families
- Groups
- Revit Links



Autodesk Revit 2013 - Student Version - iglesia - 3D View: (3D)

Type a keyword or phrase

Architecture Structure Systems Insert Annotate Analyze Massing & Site Collaborate View Manage Add-Ins Modify

Modify Wall Door Window Component Column Roof Ceiling Floor Curtain System Curtain Grid Mullion Railing Ramp Stair Model Text Model Line Model Group Room Room Separator Tag Room Area Area Boundary Tag Area By Face Shaft Wall Vertical Dormer Level Grid Set Show Ref Viewer

Select Build Circulation Model Room & Area Opening Datum Work Plane

igreja - Project Browser

- Views (all)
 - Floor Plans
 - Cobertura
 - Piso Térreo
 - Site
 - Ceiling Plans
 - Cobertura
 - Piso Térreo
 - 3D Views
 - (3D)
 - Elevations (Building Elevation)
 - East
 - North
 - South
 - West
- Legends
- Schedules/Quantities
- Sheets (all)
- Families
- Groups
- Revit Links

Properties

3D View

3D View: (3D) Edit Type

Graphics

View Scale: 1 : 100
Scale Value 1: 100

Detail Level: Fine

Parts Visibility: Show Original

Visibility/Graph... Edit...

Graphic Display... Edit...

Discipline: Architectural

Default Analy... None

Sun Path

Identity Data

View Template: <None>

View Name: (3D)

Dependency: Independent

Title on Sheet

Extents

Crop View

Crop Region Vi...

Annotation Crop

Far Clip Active

Section Box

Camera

Rendering Setti... Edit...

Locked Orienta...

Perspective

Eye Elevation: -24.8305 m

Target Elevation: -30.0951 m

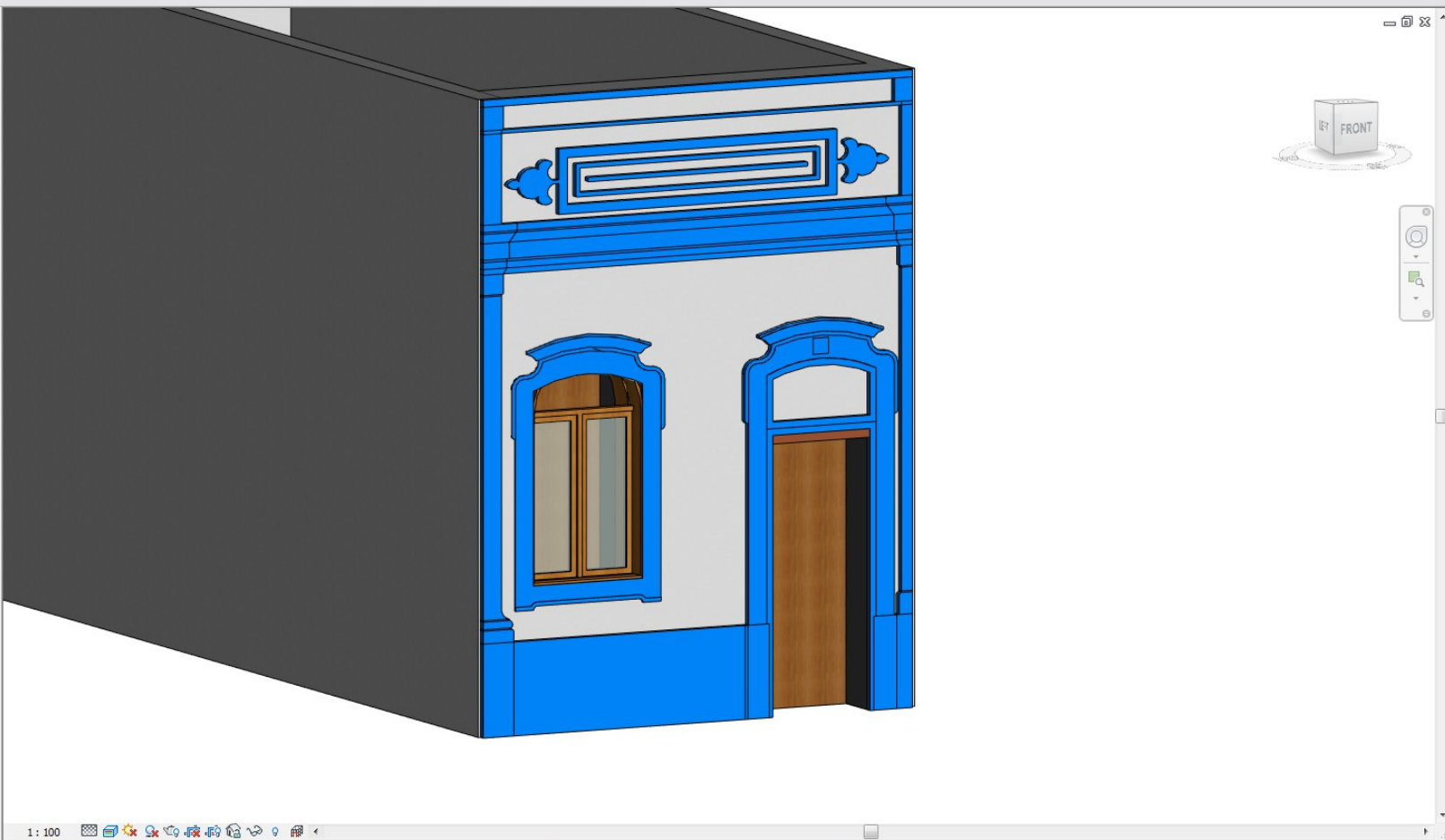
Camera Position: Adjusting

Phasing

Phase Filter: Show All

Phase: New Constru...

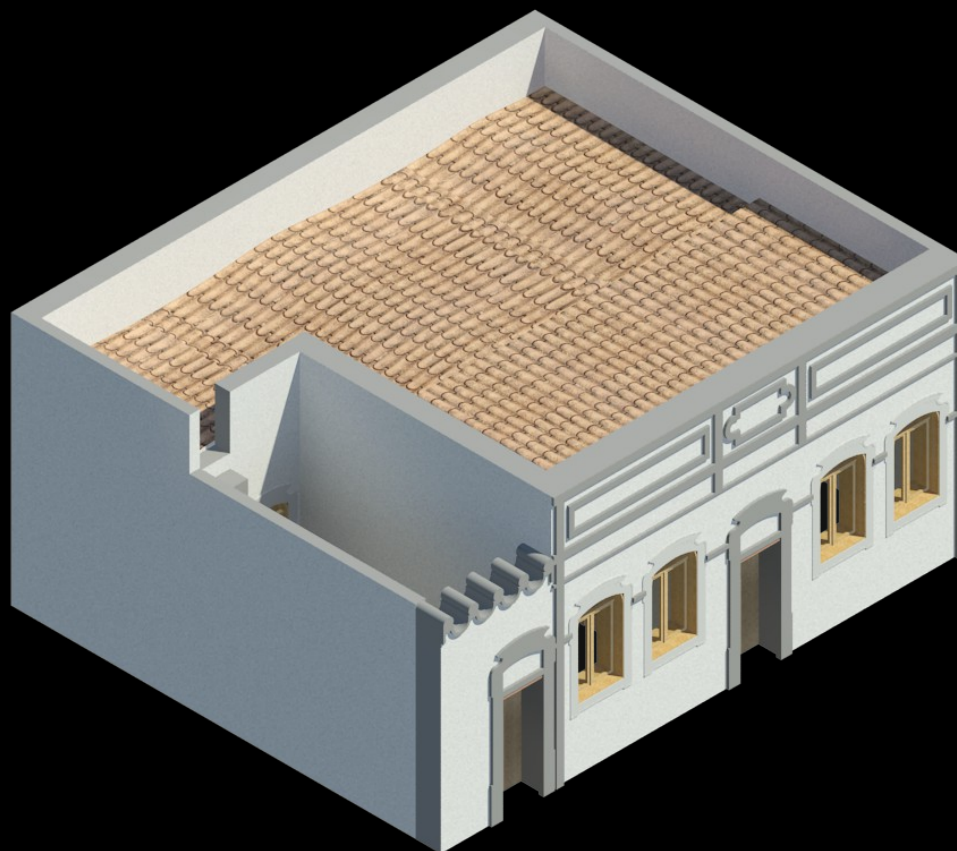
Properties help Apply



Click to select, TAB for alternates, CTRL adds, SHIFT unselects.

Vídeo disponível no link:

<http://www.youtube.com/watch?v=38e2GunFY4Q>



Autodesk Revit 2014 - STUDENT VERSION - fuzeta - 3D View: (3D)

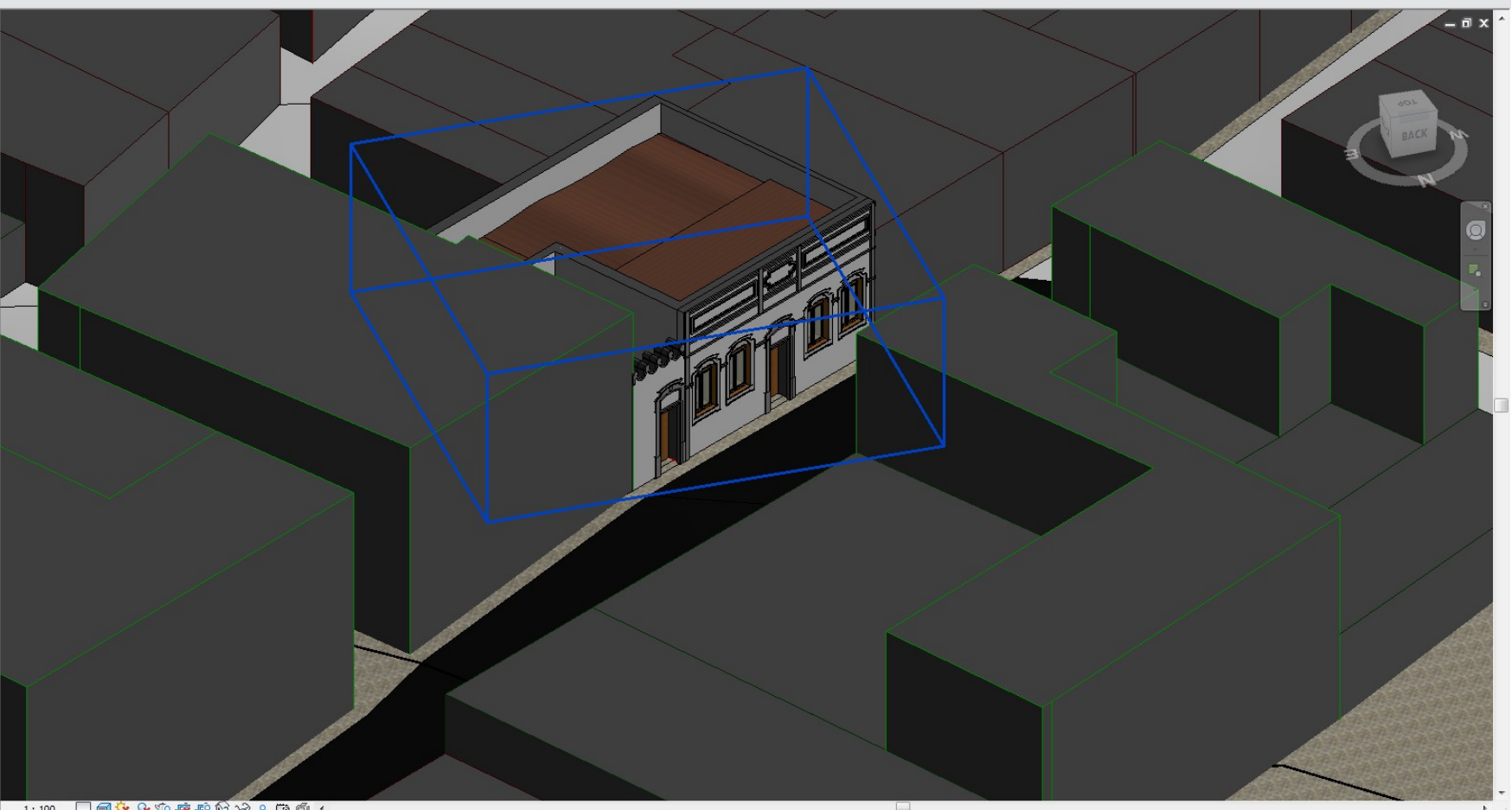
Type a keyword or phrase

Architecture Structure Insert Annotate Analyze Massing & Site Collaborate View Manage Add-Ins Modify

Modify Select Materials Object Snaps Project Information Parameters Shared Parameters Transfer Purge Structural Additional Location Coordinates Position Design Options Add to Set Pick to Edit Main Model Manage Links Manage Images Decal Types Starting View Phases Save Load Edit IDs of Selection Select Warnings Macro Manager Security

Project Browser - fuzeta

- Views (all)
 - Floor Plans
 - Level 1
 - Level 2
 - Site
 - Ceiling Plans
 - Level 1
 - Level 2
 - 3D Views
 - 3D View 1
 - 3D View 2
 - 3D View 3
 - 3D View 4
 - 3D View 5
 - 3D View 6
 - 3D View 7
 - 3D View 8
 - (3D)
 - Elevations (Building Elevation)
 - East
 - North
 - South
 - West
 - Sections (Building Section)
 - Section 1
 - Section 2
 - Section 3
 - Legends
 - Schedules/Quantities
 - Sheets (all)
 - Families
 - Annotation Symbols
 - Cable Trays
 - Ceilings
 - Columns
 - Conduits
 - Curtain Panels
 - Curtain Systems
 - Curtain Wall Mullions
 - Detail Items
 - Division Profiles
 - Doors
 - Duct Systems
 - Ducts

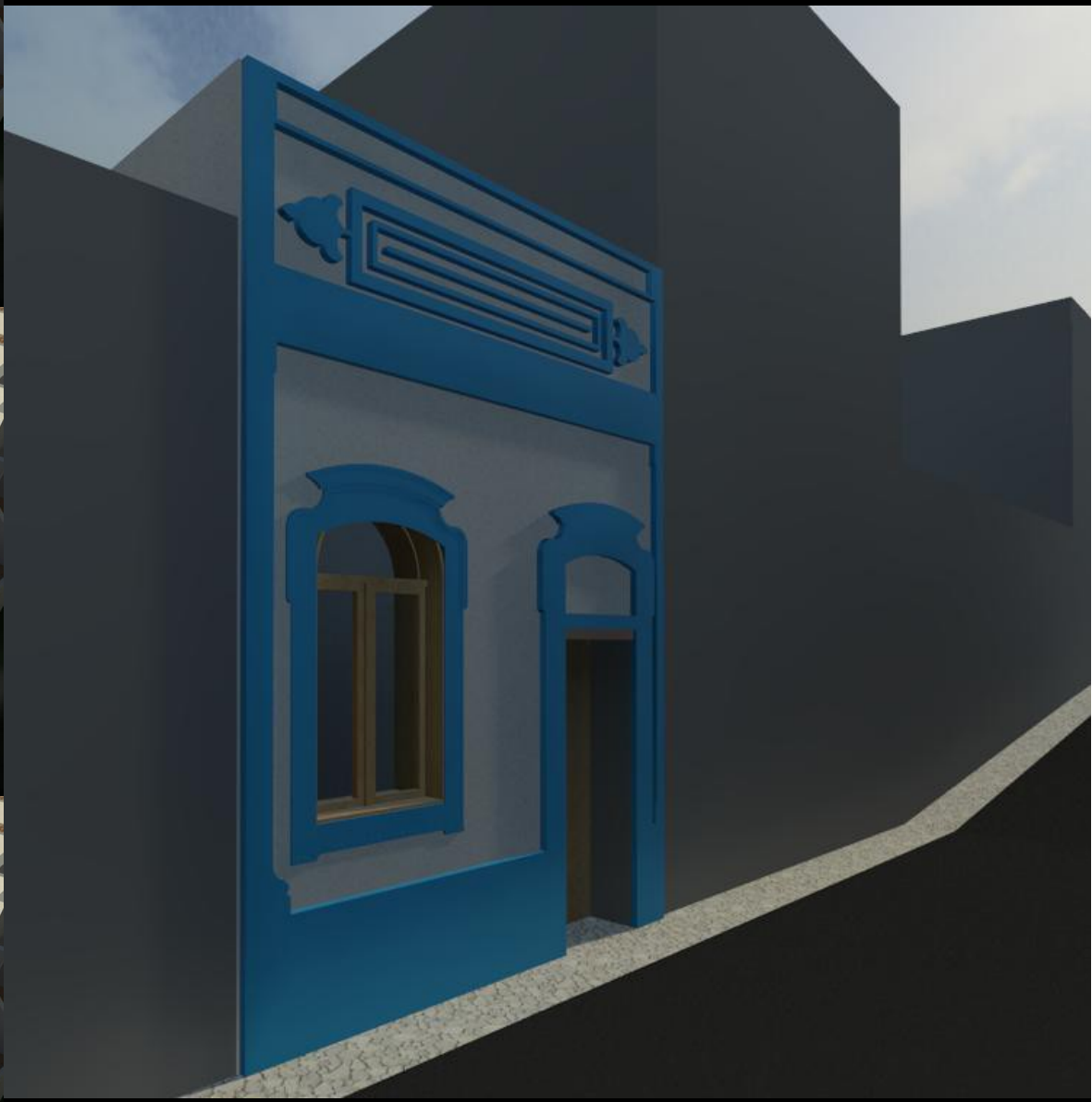
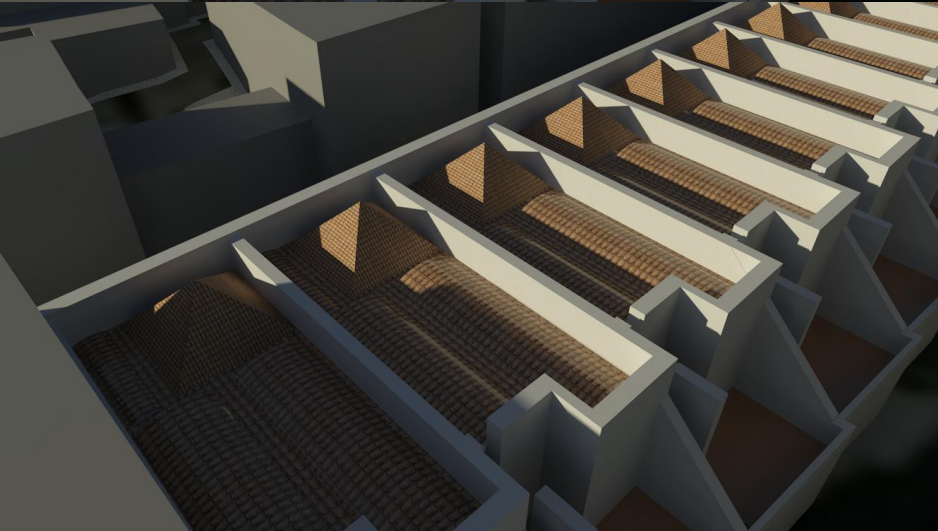
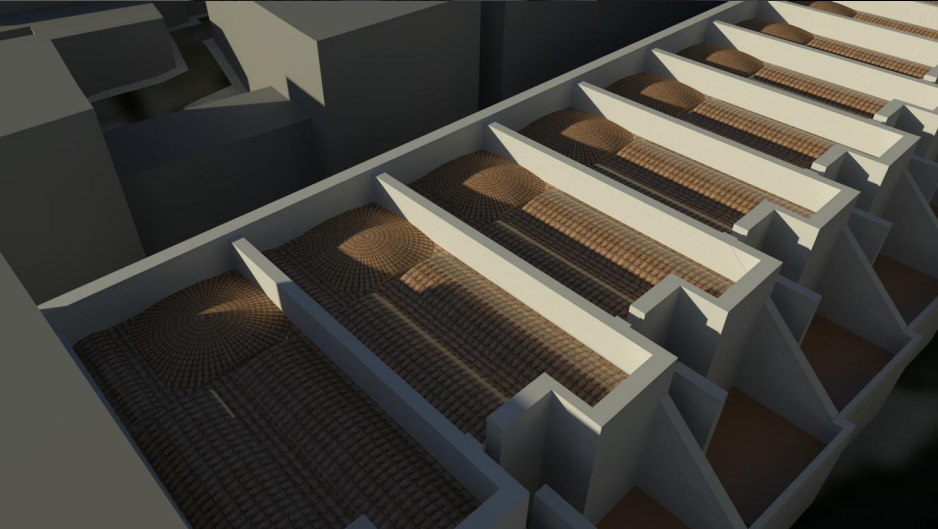
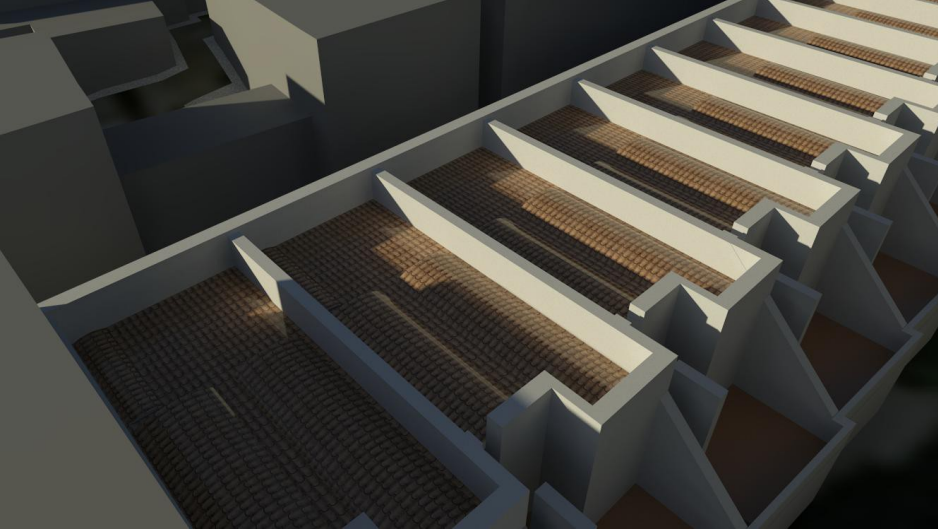


Project Browser - fuzeta Properties 1: 100 Main Model

RVT Links : Linked Revit Model : dupla.rvt : 18 : location <Not Shared>

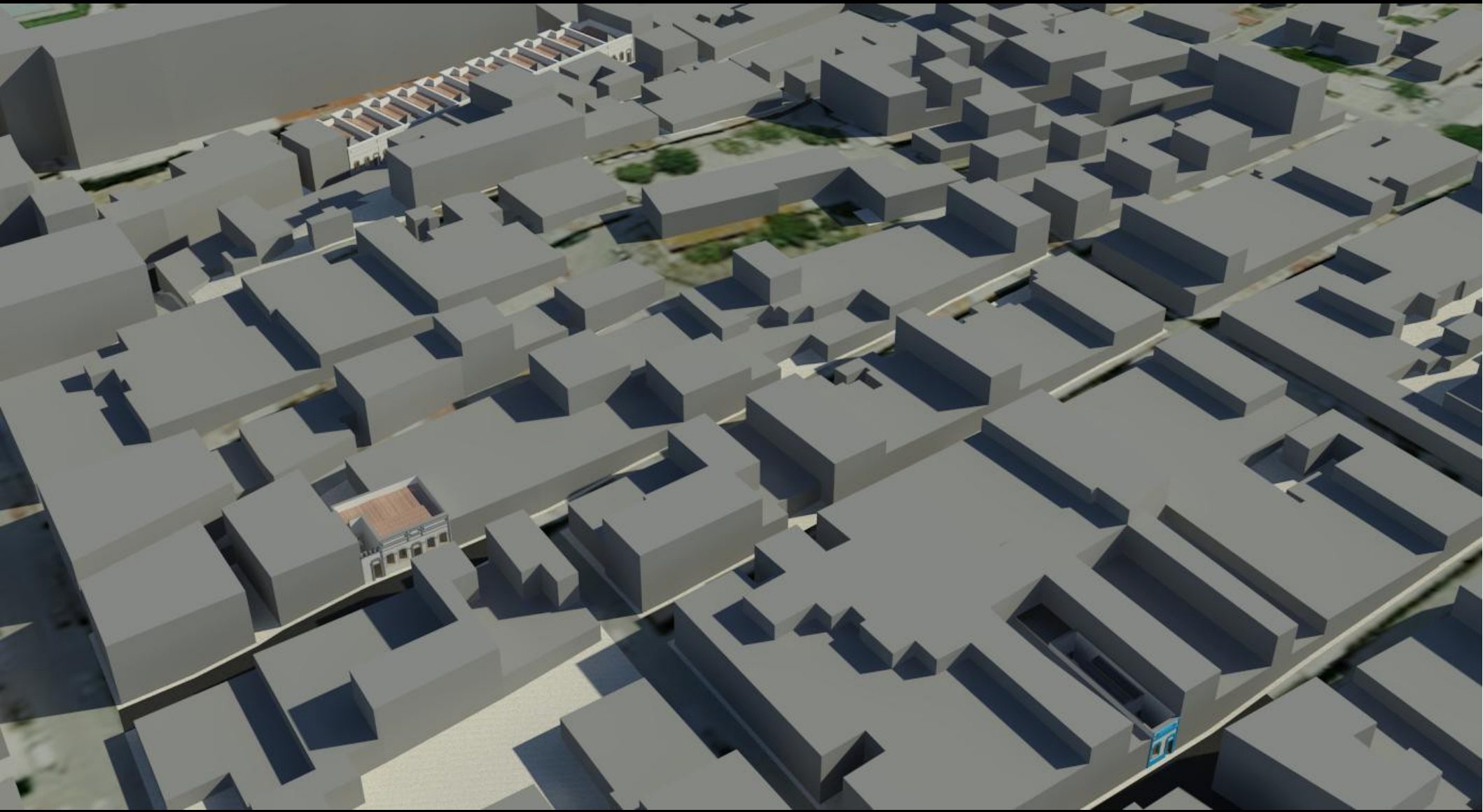
11:09 09-11-2013



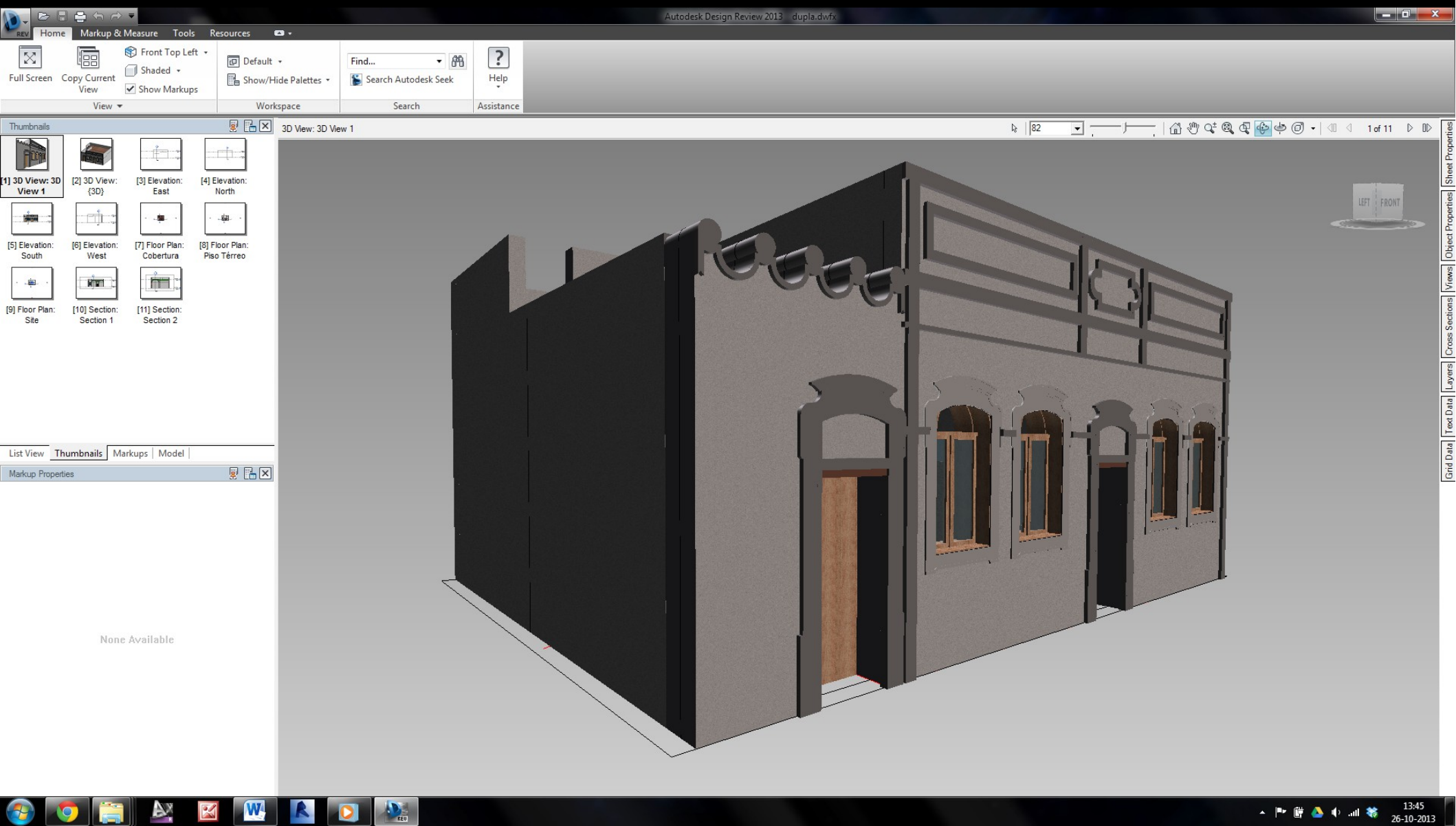




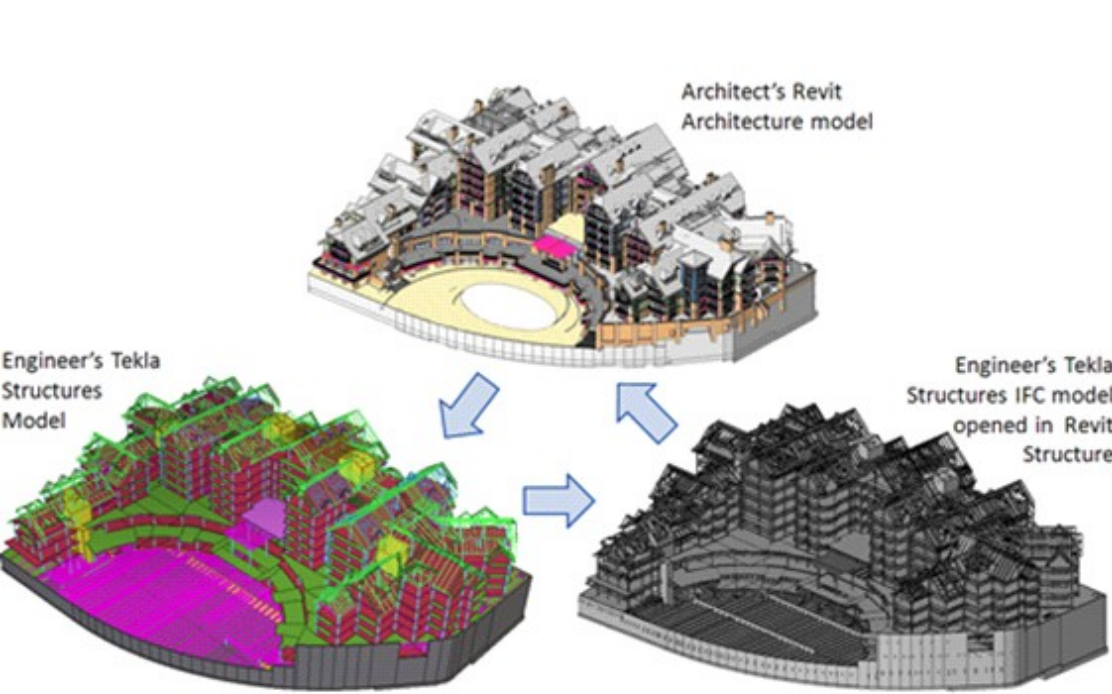




Aplicações



Formato DWG (Design Web Format)

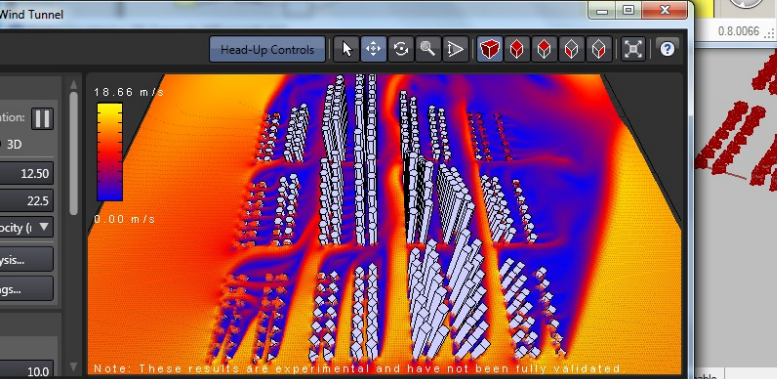
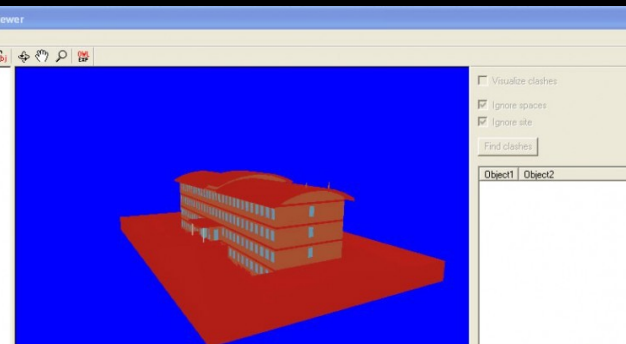
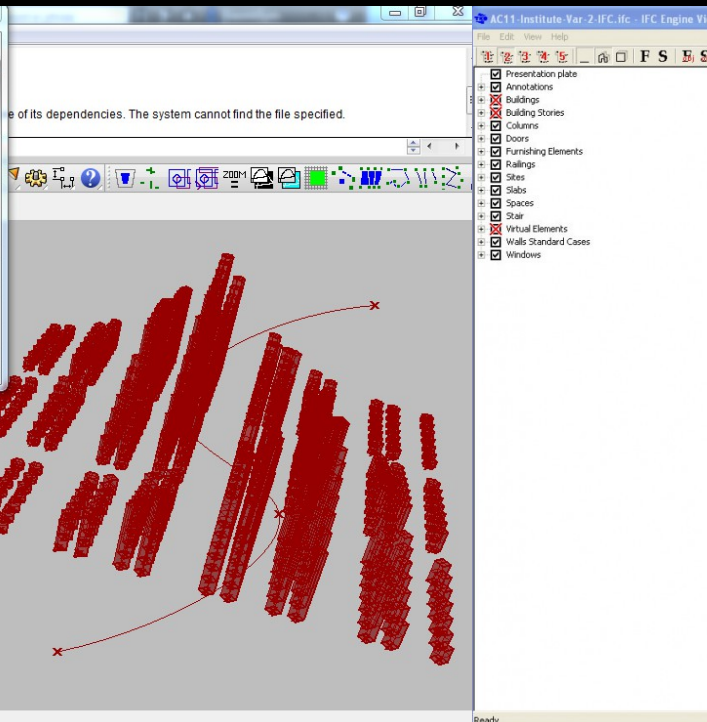
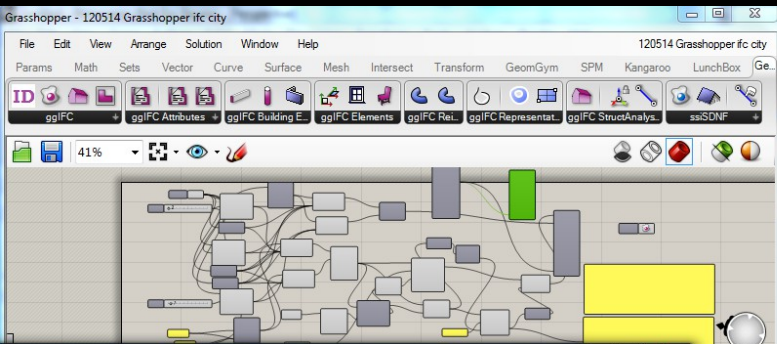


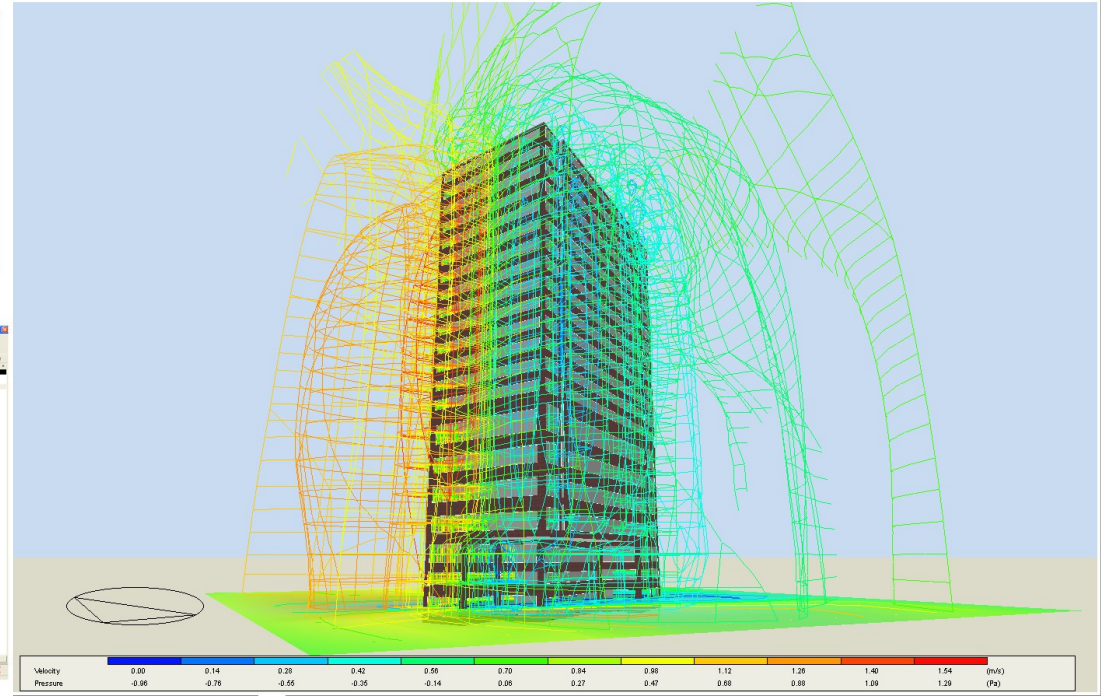
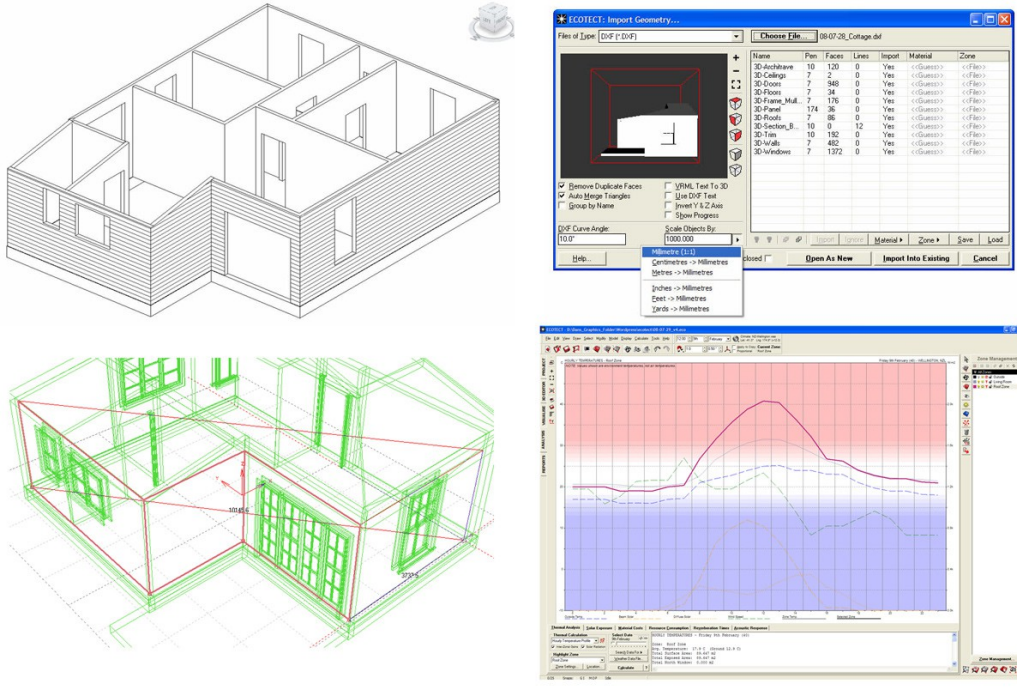
```

i_Urban_House - Notepad
File Edit Format View Help
ISO-10303-21;
HEADER;
FILE_DESCRIPTION(('ViewDefinition [CoordinationView]'),2,1);
FILE_NAME('Project Number', '2010-10-23T14:23:31', ('', ''), 'Autodesk Revit Architecture 2011 - 1.0', '20100326_1700',
FILE_SCHEMA('IFC2x3'));
ENDSEC;
DATA;
#1=IFCORGANIZATION($,'Autodesk Revit Architecture 2011',$,$,$);
#2=IFCAPPLICATION(#1,'2011', 'Autodesk Revit Architecture 2011', 'Revit');
#4=IFCARTESIANPOINT(0,0,0);
#5=IFCDIRECTION(1,0,0);
#10=IFCDIRECTION(0,0,-1);
#11=IFCDIRECTION(1,0,0);
#12=IFCDIRECTION(-1,0,0);
#13=IFCDIRECTION(0,1,0);
#14=IFCDIRECTION(0,-1,0);
#15=IFCSIUNIT(*, .LENGTHUNIT, $, .METRE.);
#16=IFCSIUNIT(*, .AREAUNIT, $, .SQUARE_METRE.);
#17=IFCSIUNIT(*, .VOLUMEUNIT, $, .CUBIC_METRE.);
#18=IFCDIMENSIONALEXPONENTS(1,0,0,0,0,0);
#19=IFCMEASUREWITHUNIT(IFCRATIOMEASURE(0,3048),#15);
#20=IFCCONVERSIONBASEUNIT(#18, .LENGTHUNIT, 'FOOT', #19);
#21=IFCDIMENSIONALEXPONENTS(2,0,0,0,0,0);
#22=IFCMEASUREWITHUNIT(IFCRATIOMEASURE(0.09290304000000001),#16);
#23=IFCDIMENSIONALEXPONENTS(0,0,0,0,0,0);
#24=IFCDIMENSIONALEXPONENTS(3,0,0,0,0,0);
#25=IFCMEASUREWITHUNIT(IFCRATIOMEASURE(0.028316846592),#17);
#26=IFCCONVERSIONBASEUNIT(#24, .VOLUMEUNIT, 'CUBIC FOOT', #25);
#27=IFCSIUNIT(*, .PLANEANGLEUNIT, $, .RADIAN.);
#28=IFCDIMENSIONALEXPONENTS(0,0,0,0,0,0);
#29=IFCMEASUREWITHUNIT(IFCRATIOMEASURE(0.01745329251994328),#27);
#30=IFCCONVERSIONBASEUNIT(#28, .PLANEANGLEUNIT, 'DEGREE', #29);
#31=IFCSIUNIT(*, .TIMEUNIT, $, .SECOND.);
#32=IFCUNITASSIGNMENT(#20,#23,#26,#30,#31);
#35=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#3,$,$);
#36=IFCGEOMETRICREPRESENTATIONCONTEXT($,'Model',3,1,E-009,#35,$);
#37=IFCGEOMETRICREPRESENTATIONCONTEXT($,'Plan',3,1,E-009,#35,$);
#38=IFCGEOMETRICREPRESENTATIONSUBCONTEXT($,'Plan',*,*,*,#37,0,01,.PLAN_VIEW,$);
#39=IFCPERSON($,'Sterra','Yolanda',$,$,$,$,$);
#40=IFCORGANIZATION($,*,*,*,$);
#41=IFCPERSONANDORGANIZATION(#39,#40,$);
#42=IFCOWNERHISTORY(#41,#2,$,NOCHANGE,$,$,$,0);
#44=IFCPOSTALADDRESS($,$,$,$,('Enter address here'),$,'User defined',*,*,*);
#49=IFCBUILDINGSTOREY('0cmrN10b19qFZnZwLjF',#42,'FIRST FLOOR',$,$,#48,$,$,ELEMENT,.12.);
#53=IFCBUILDINGSTOREY('0cmrN10b19qFZnZwRn1j',#42,'SECOND FLOOR',$,$,#52,$,$,ELEMENT,.24.);
#56=IFCBUILDINGSTOREY('0cmrN10b19qFZnZwPh2',#42,'GROUND FLOOR',$,$,#55,$,$,ELEMENT,.0.);
#60=IFCBUILDINGSTOREY('0cmrN10b19qFZnZwPdk',#42,'TOP OF ROOF',$,$,#59,$,$,ELEMENT,.36.);
#61=IFCARTESIANPOINT(0,0,.46.);
#62=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#61,$,$);
#63=IFCLOCALPLACEMENT(#34,#62);
*|
  
```

* All images courtesy of Structural Consultants Inc. and Davis Partnership Architects

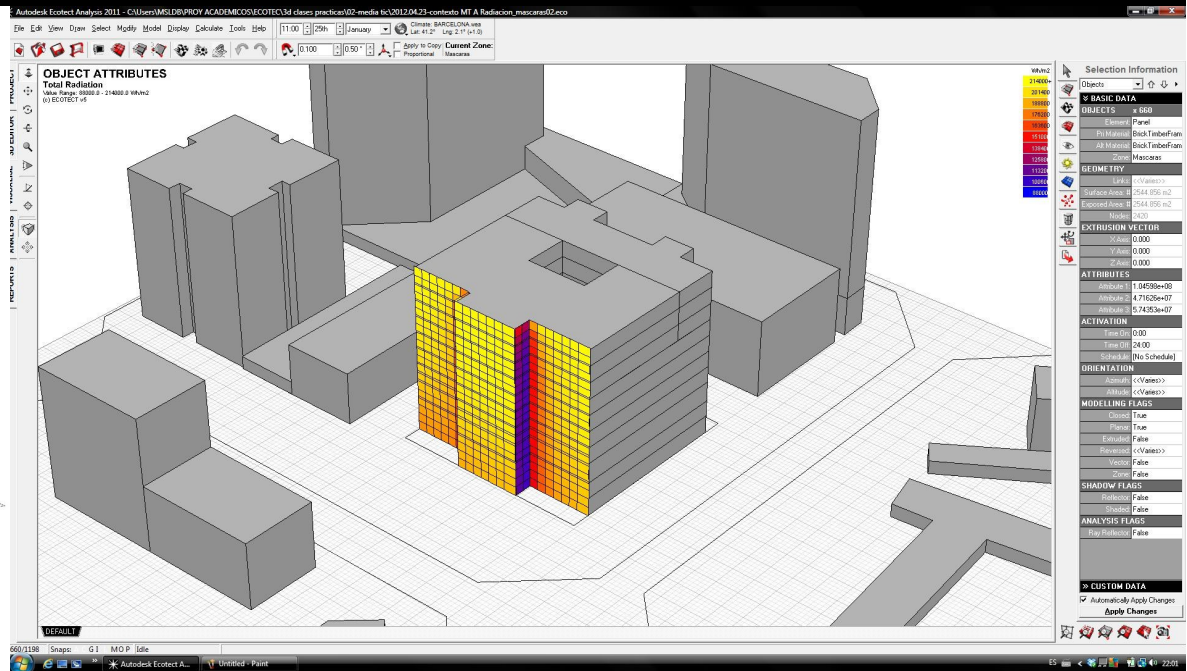
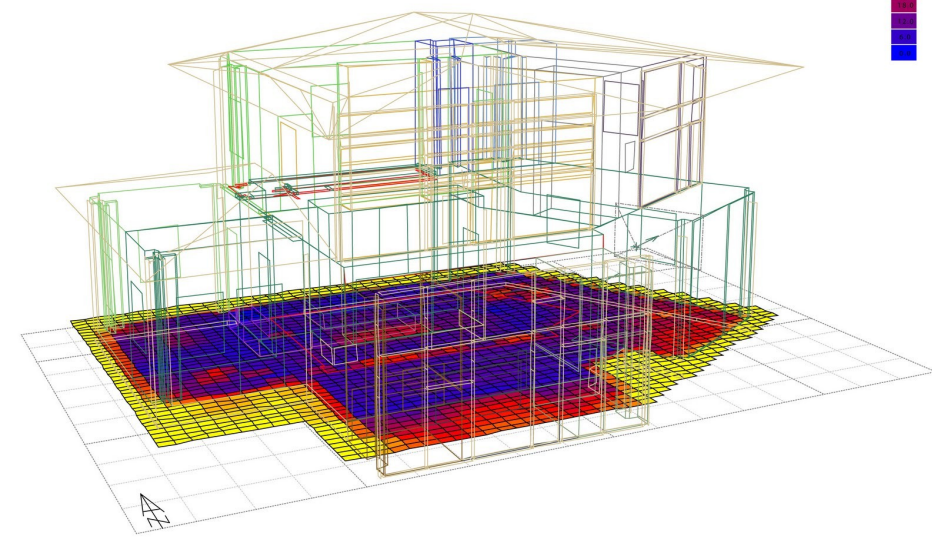
Formato IFC (Industry Foundation Classes)

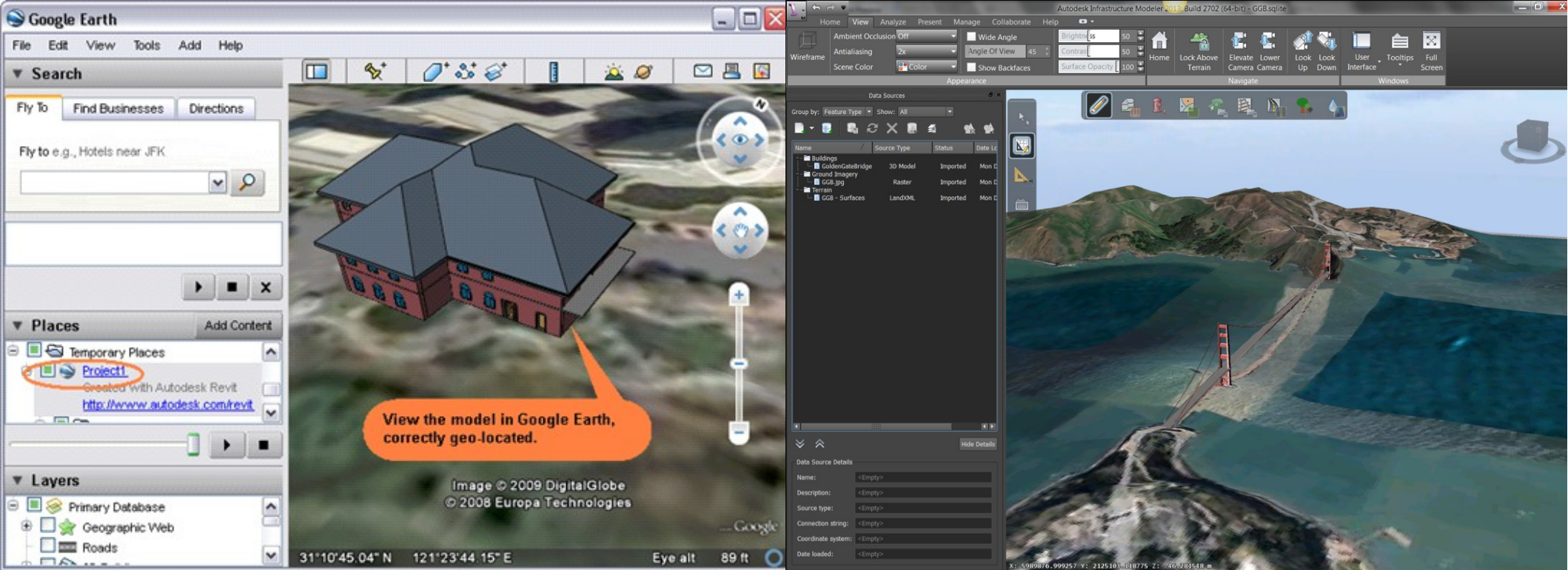




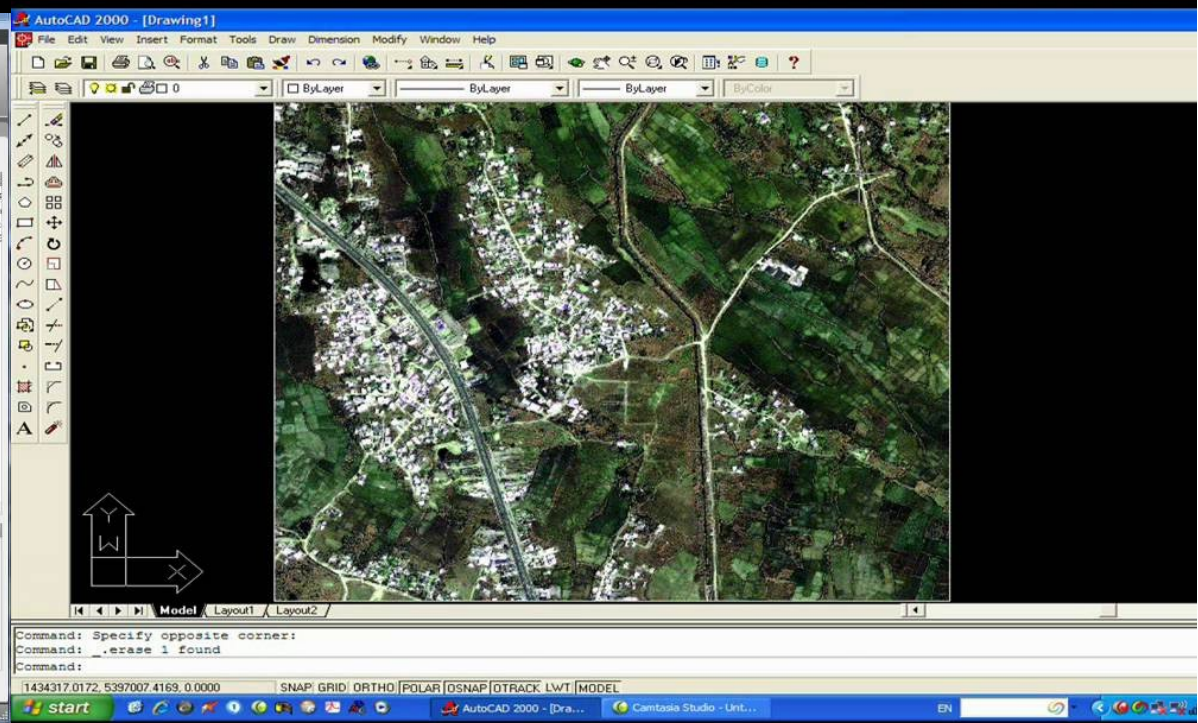
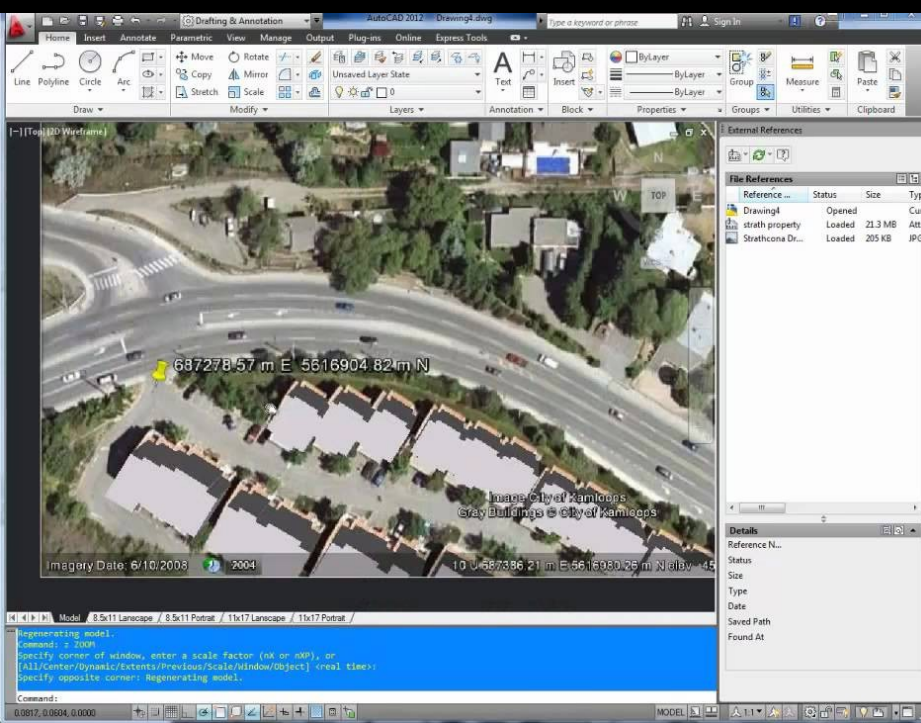
DesignBuilder & Autodesk EcoTech

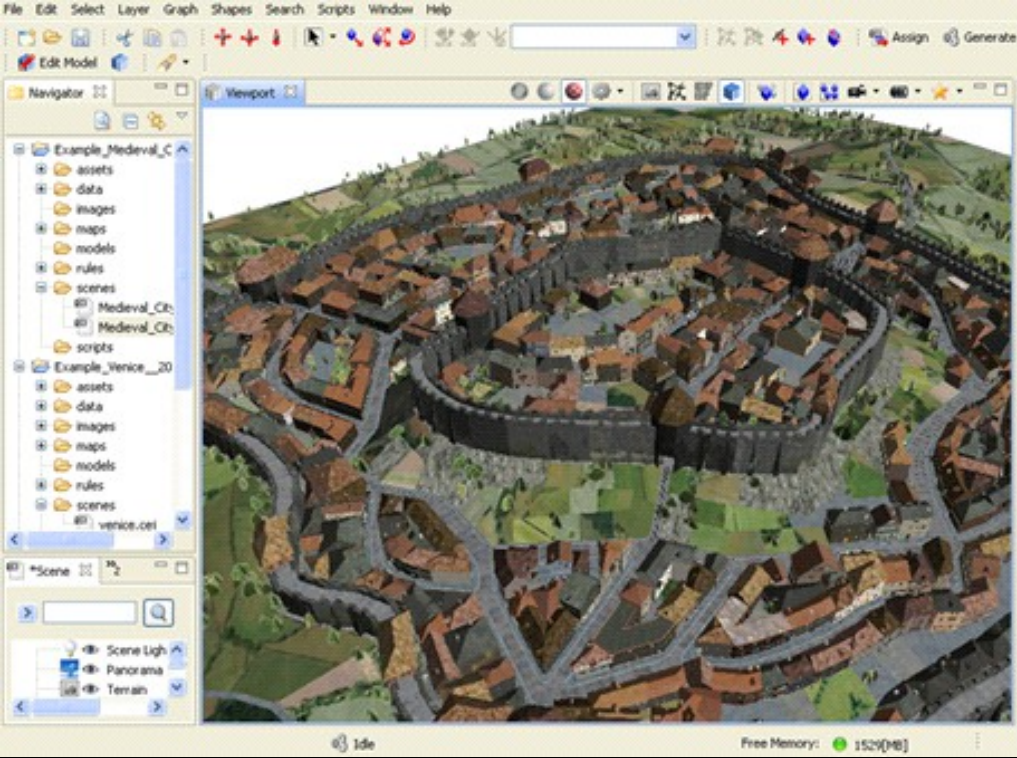
Daylight Analysis
Daylight Factor
Value Range: 0.0 - 60.0 %
© ECOTECH v5



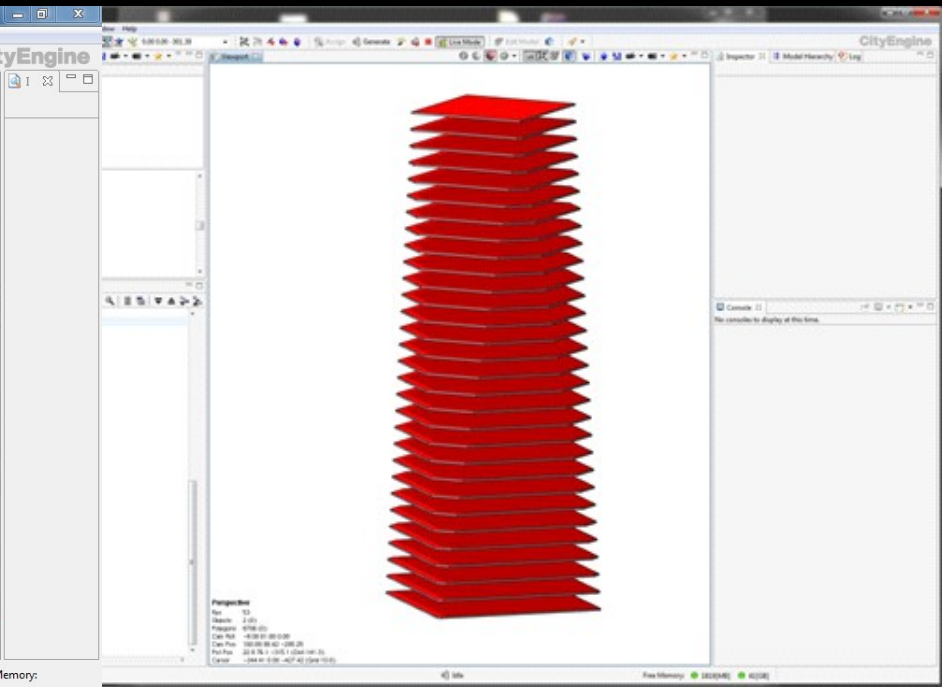
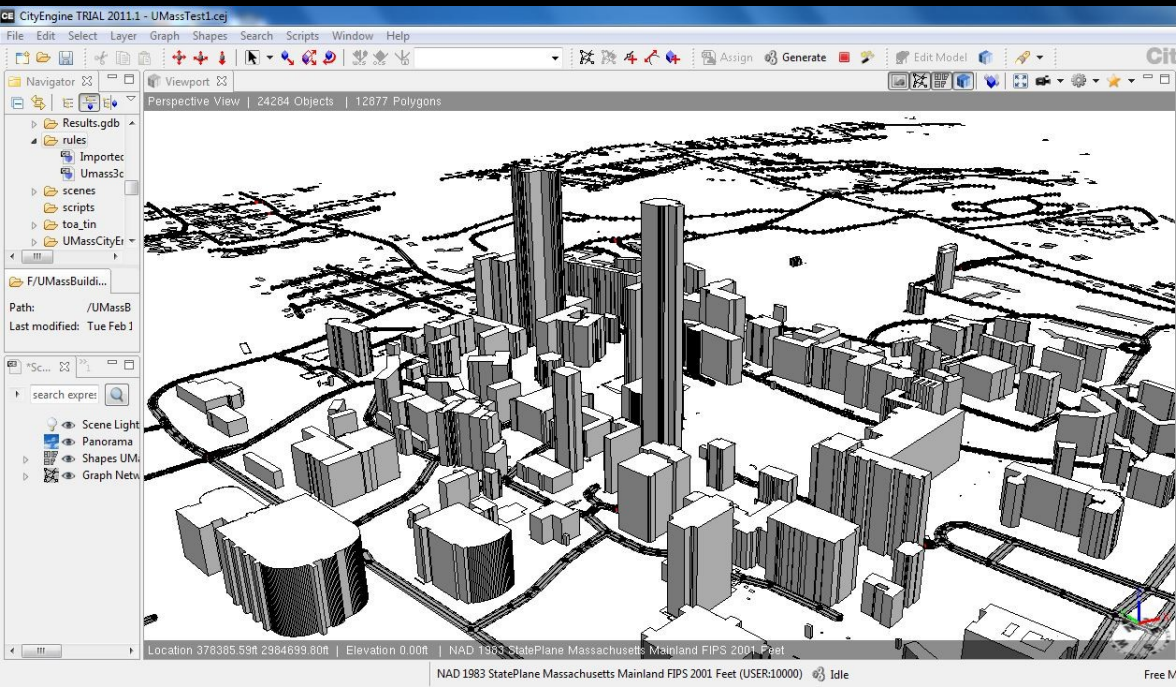


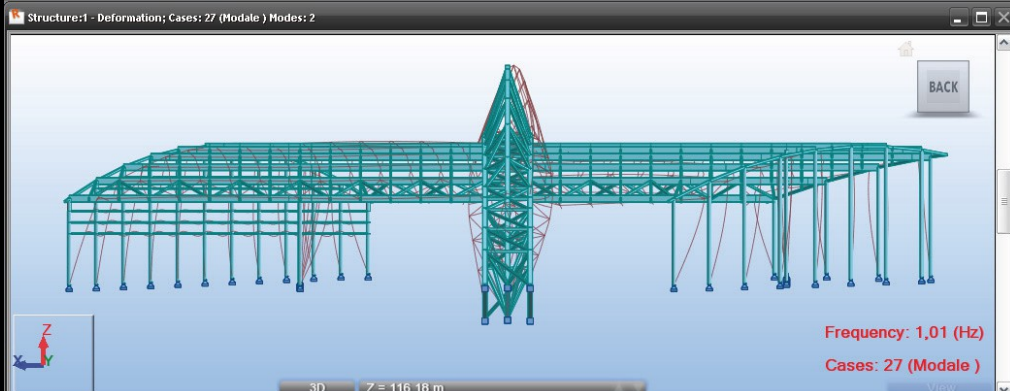
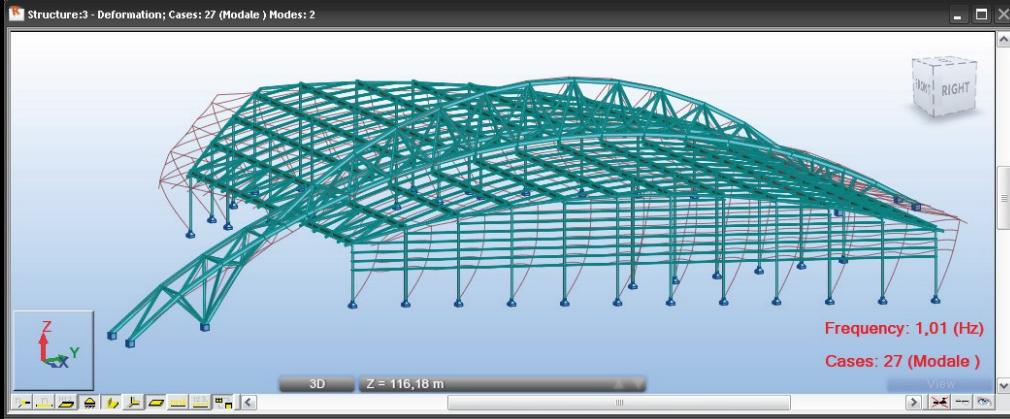
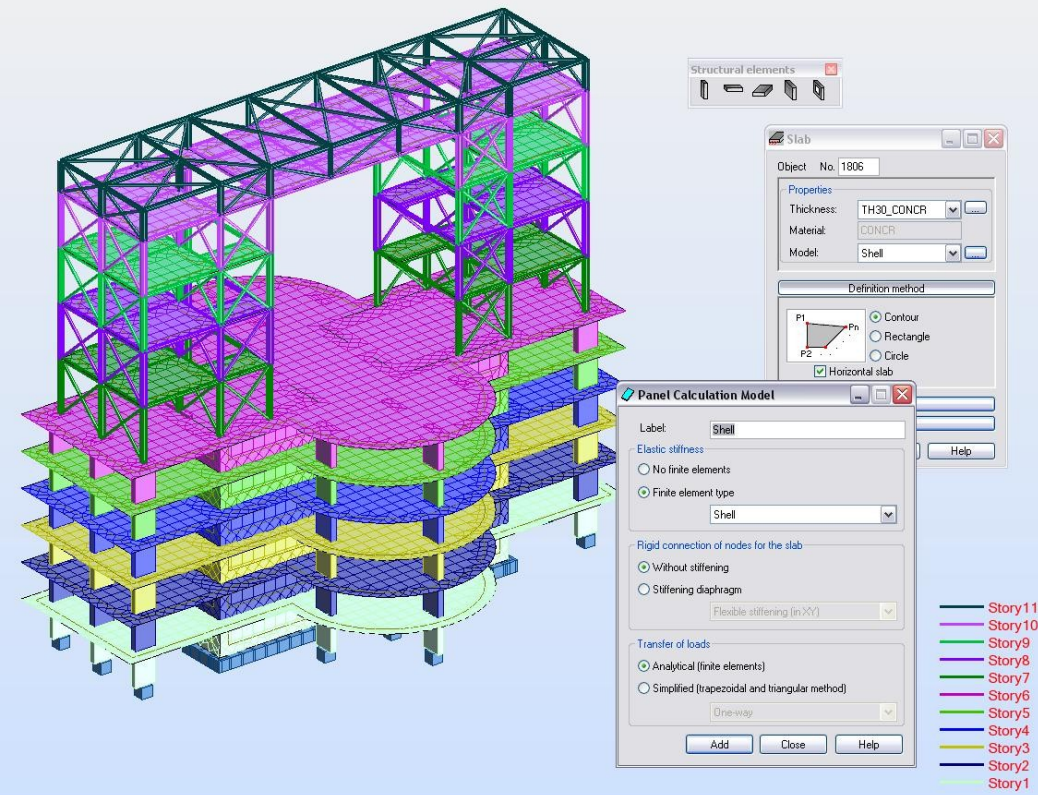
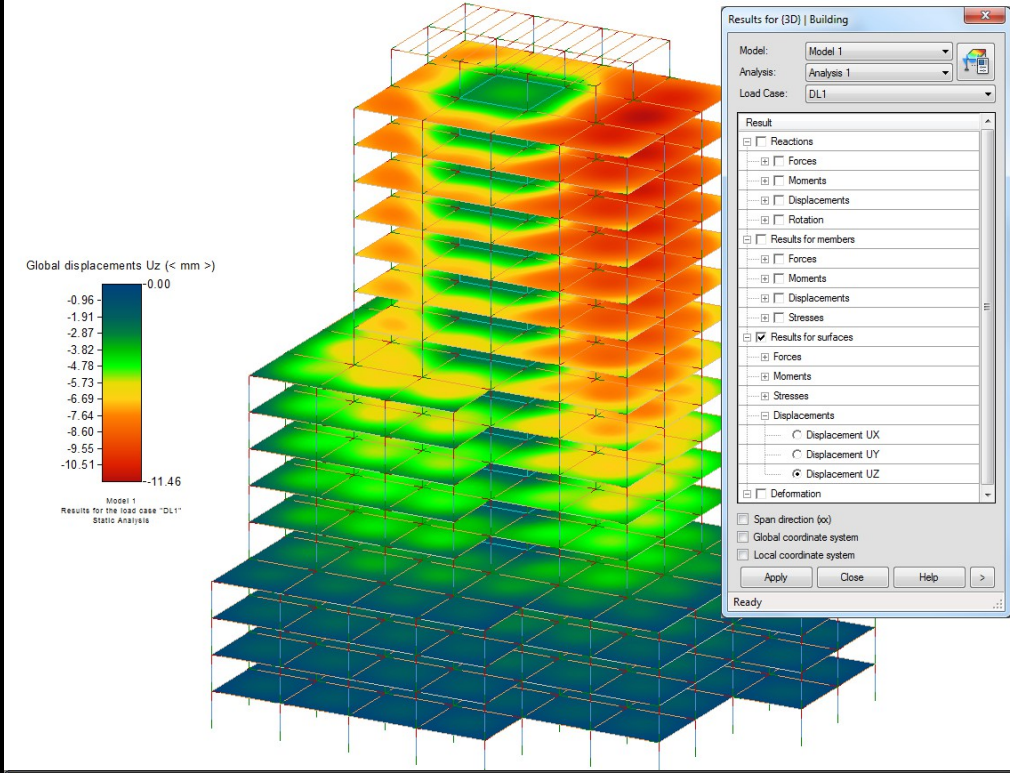
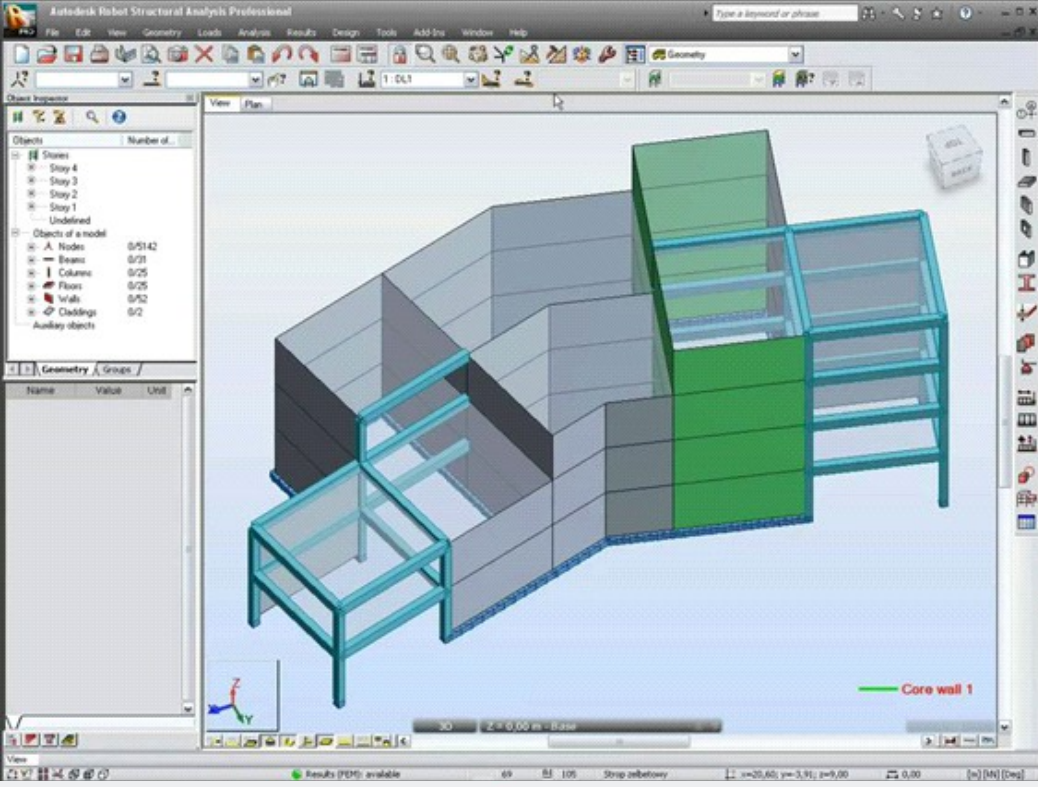
Georeferencição





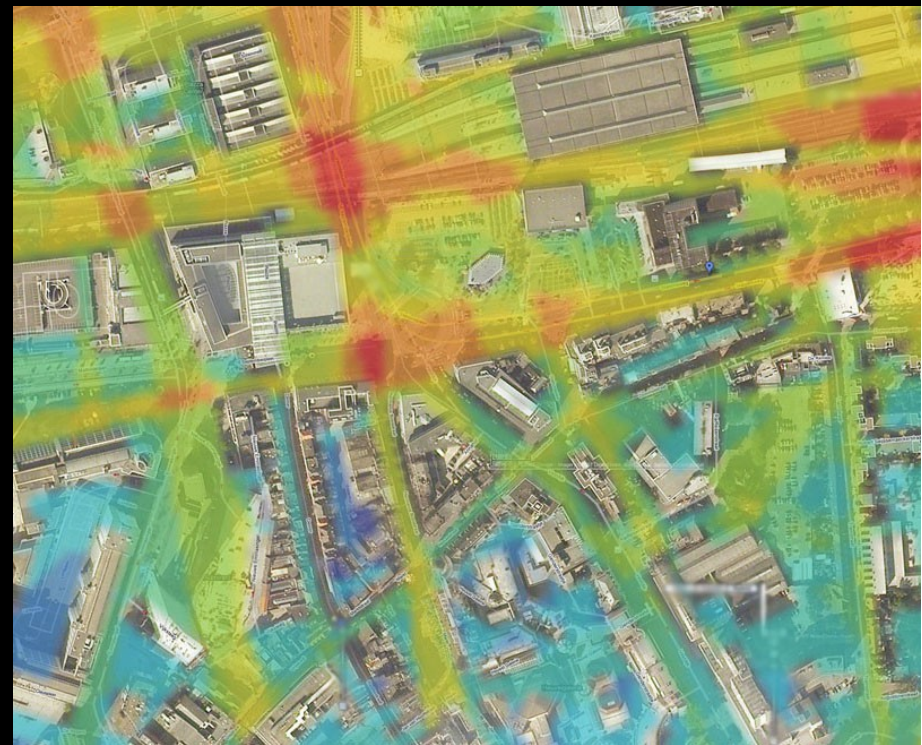
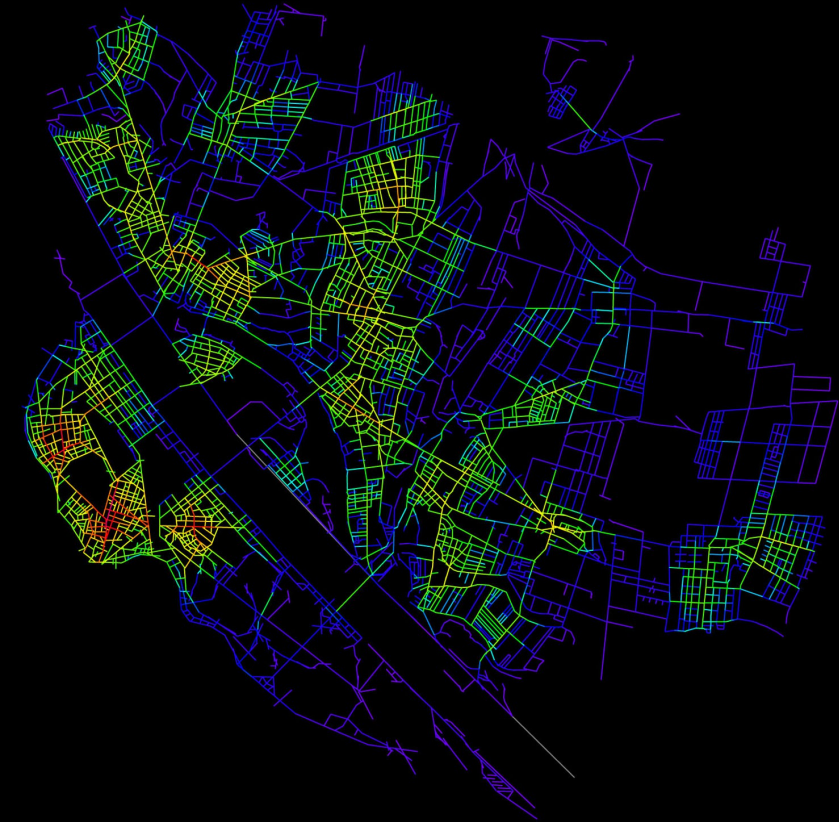
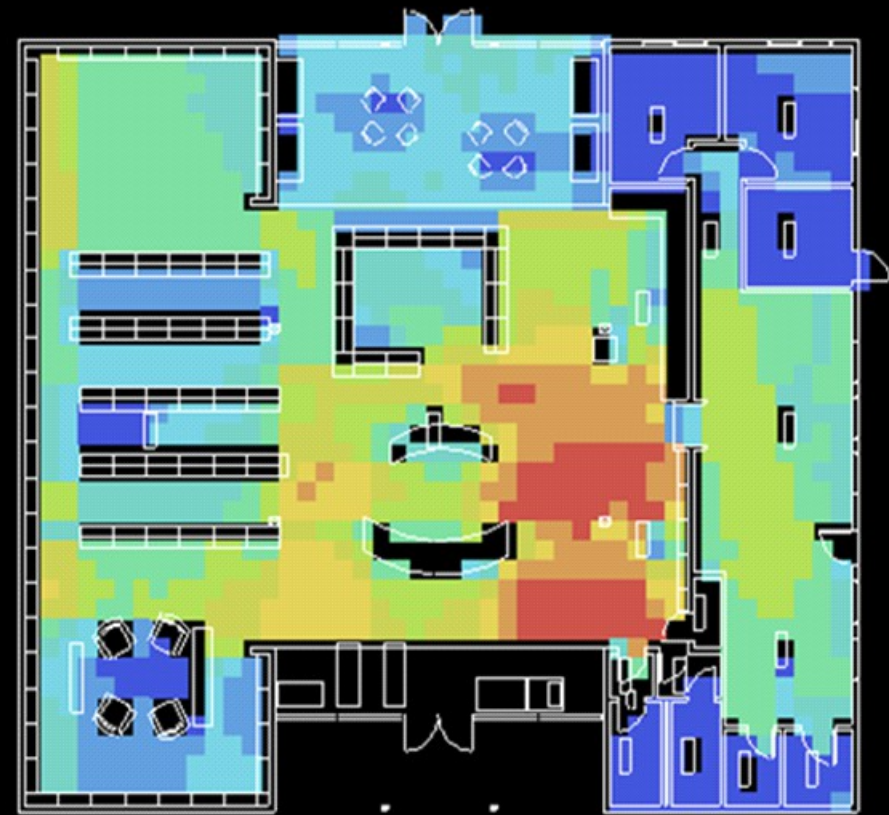
CityEngine

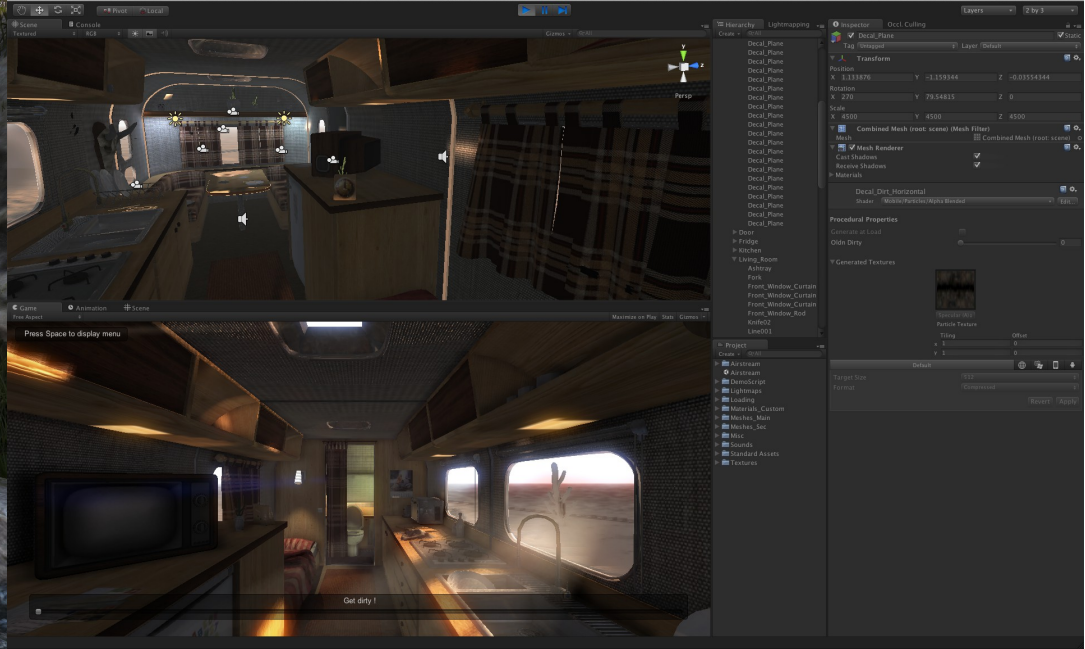






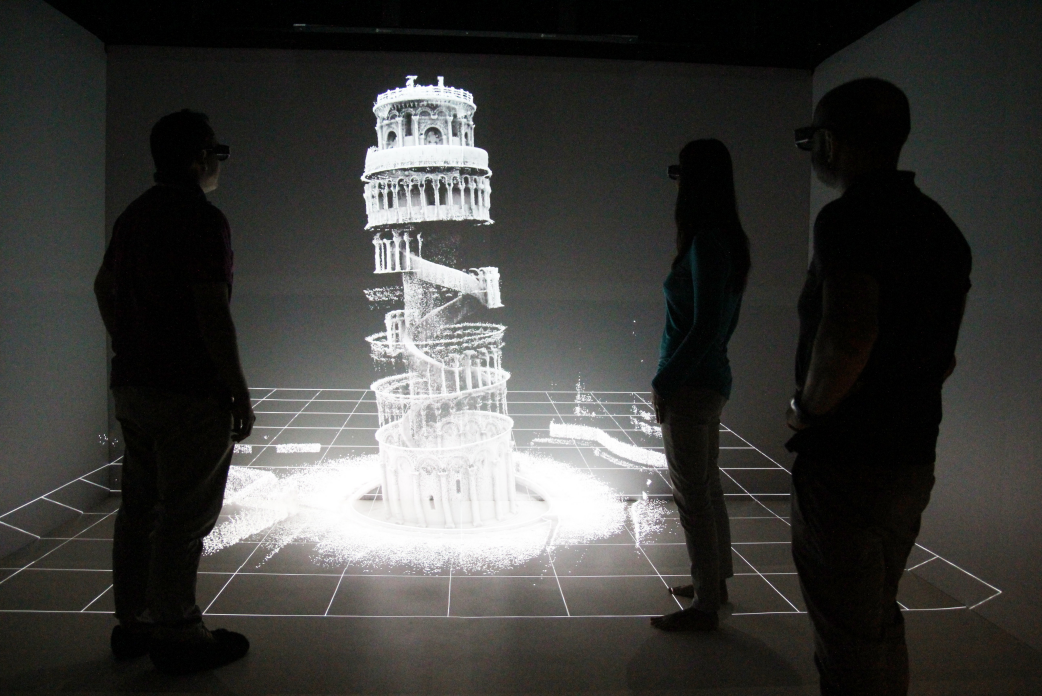
UCL
DepthMap
&
SpaceSyntax





Unigine & Unity3D (Motores de jogo)





Futuro?





TÉCNICO
LISBOA

Realizado por
Bruno Ruas